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
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетическая электроника

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

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: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 24-06-2025 15:20:35 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– сформировать у студентов представления о энергетической электронике и полупроводниковых устройствах преобразования электрической энергии, а также об области силовой электроники в целом.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение представлений о классификации устройств преобразовательной техники;
– изучение типовых технических решений и примеры схем устройств преобразовательной техники;
– определение требований и характеристик преобразовательных устройств;
– 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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Материалы электронной техники;
– Электротехника. Общая часть;
– Электротехника. Специальная часть;
– Основы микропроцессорной техники.

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

– Электронные промышленные устройства;
– Проектная деятельность 1;
– Проектная деятельность 2;
– Основы преобразовательной техники;
– Основы электропривода;
– Моделирование электронных устройств.

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-1: Способен к проведению предварительных измерений опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-1.1 Разрабатывает и собирает схемы для проведения измерений опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: физические процессы, технические характеристики, энергетические показатели и правила выбора преобразователей энергии для потребителей; методы расчета параметров, построение характеристик, структурных и функциональных схем устройств силовой электроники. – уметь: выбирать, применять и эксплуатировать силовые преобразователи энергии.
		ПК-1.2 Выбирает оснастку и проводит настройку необходимого измерительного оборудования для проведения измерений опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: методики экспериментального исследования электронных изделий. – уметь: выбирать и реализовывать эффективную методику экспериментального исследования электронных изделий.
		ПК-1.3 Проводит измерения опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний, формирует протокол измерений	– знать: основные принципы исследования характеристик электронных изделий и компьютерное моделирование. – уметь: проводить исследования характеристик электронных изделий на физической и компьютерной моделях.

	ПК-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-2.3 Проводит испытания опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний	– знать: методики проведения испытаний опытной партии образцов изделий «система в корпусе». – уметь: проводить испытания опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний.
	ПК-4: Способен к определению возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока	ПК-4.2 Выбирает набор возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока, проводит оценочные расчеты характеристик электронных изделий	– знать: принципы конструирования отдельных блоков электронных изделий. – уметь: определять возможные конструктивные варианты реализации отдельных блоков электронных изделий.
	ПК-5: Способен к проведению оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом и другим нормативным документам	ПК-5.1 Использует методы и способы анализа параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом	– знать: основные параметры отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом. – уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов.
		ПК-5.2 Рассчитывает уровни питающих, входных и выходных напряжений	– знать: методики проведения исследований уровней питающих, входных и выходных напряжений. – уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих	– знать: основы теории, физические явления и закономерности, положенные в основу преобразовательной

	цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ее достижение	техники; основные типы преобразователей энергии для приводов постоянного и переменного тока, их назначения и области применения. – уметь: анализировать работу силовых преобразователей энергии с помощью принципиальных схем и технических условий.

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***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***58***	*58*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***18***	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Современная элементная база энергетической электроники;

Тема 1.1 Современные дискретные полупроводниковые устройства энергетической электроники (IGBT-транзисторы, GTO- и IGCT-тиристоры);

Тема 1.2 Современные комплексные полупроводниковые устройства энергетической электроники (Интеллектуальные модули. Драйверы. Оптоэлектронные устройства);

Раздел 2 Современная схемотехника и алгоритмы управления энергетической электроники;

Тема 2.1 Современная схемотехника энергетической электроники (Инверторы напряжения с ШИМ. Многоуровневые инверторы напряжения с ШИМ. Высоковольтные инверторы напряжения на IGCT. Резонансные инверторы. Инверторы тока с ШИМ. Циклоконверторы. Матричные преобразователи);

Тема 2.2 Современные алгоритмы управления устройствами энергетической электроники (Понятие результирующего вектора. Системы координат. Понятие векторной ШИМ в ИН и ИТ. Векторная многозонная ШИМ в многоуровневых ИН. Способы повышения энергетической эффективности и качественных показателей выходной электроэнергии устройств СЭ).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	Современные дискретные полупроводниковые устройства энергетической электроники	4	
Тема 1.2.	Современные комплексные полупроводниковые устройства энергетической электроники	4	
Тема 2.1.	Современная схемотехника энергетической электроники	4	
Тема 2.2.	Современные алгоритмы управления устройствами энергетической электроники	4	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Тема 1.1.	Исследование схем и характеристик выпрямителей однофазного тока	2	
Раздел 1; Тема 1.2.	Исследование схем полупроводниковых стабилизаторов напряжения	2	
Раздел 2; Тема 2.1.	Исследование работы фильтров выпрямленного напряжения	2	
Раздел 2; Тема 2.1.	Исследование характеристик однофазного управляемого выпрямителя на тиристорах при работе на различные виды нагрузок	4	
Раздел 2; Тема 2.2.	Исследование характеристик трёхфазного с выводом нулевой точки трансформатора выпрямителя	4	
Раздел 2; Тема 2.2.	Исследование характеристик трёхфазного мостового выпрямителя	2	
Итого:		**16**	**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.	22	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	36	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**76**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; УК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; УК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-1; ПК-2; ПК-4; ПК-5; УК-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 – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

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

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования 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

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

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

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

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

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

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

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

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

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

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

12.2.3 Рекомендации по оцениванию 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».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

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

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

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

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

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

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

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

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

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

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

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

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

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

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

13.2 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

Оценка	Требования к знаниям
	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 Петушков, М. Ю. Преобразователи постоянного напряжения : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 179 с. – ISBN 978-5-534-14552-6. – URL: https://urait.ru/bcode/544091 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Петушков, М. Ю. Основы преобразовательной техники : учебное пособие для вузов. – Москва : Юрайт, 2024. – 95 с. – ISBN 978-5-534-15394-1. – URL: https://urait.ru/bcode/544130 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Данилов, И. А. Общая электротехника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 251 с. – ISBN 978-5-534-01640-6. – URL: https://urait.ru/bcode/538746 (дата обращения: 27.03.2025);

4 Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю.К. Розанов, М.Г. Лепанов. – Москва : Юрайт, 2024. – 206 с. – ISBN 978-5-9916-9440-7. – URL: https://urait.ru/bcode/536504 (дата обращения: 27.03.2025);

5 Данилов, И. А. Общая электротехника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 426 с. – ISBN 978-5-534-01639-0. – URL: https://urait.ru/bcode/538745 (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;
– LibreOffice;
– 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 или мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- 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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

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

1. Операционный усилитель имеет:
   а) два выхода и два входа
   б) один вход и два выхода
   в) два входа и один выход
   г) один вход и два выхода

2. Триггер со счётным входом переключается при…
   а) поступлении на вход следующего импульса
   б) изменении полярности входного импульса
   в) изменении амплитуды входного импульса
   г) изменении питающего напряжения

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

4. Полупроводниковый диод применяется в устройствах электроники для цепей…
   а) усиления напряжения
   б) выпрямления переменного напряжения
   в) стабилизации напряжения
   г) регулирования напряжения

5. Тиристор используется в цепях переменного тока для …
   а) усиления тока
   б) усиления напряжения
   в) регулирования выпрямленного напряжения
   г) изменения фазы напряжения

6. Выходы триггера имеют название:
   а) инвертирующий и неинвертирующий

б) положительный и отрицательный
в) прямой и обратный
г) прямой и инвертный

7. 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

8. Положительная обратная связь используется в…
а) выпрямителях
б) генераторах
в) усилителях
г) стабилизаторах

9. Напряжение между входами операционного усилителя
а) равно 0
б) равно Uпит
в) больше 0
г) Равно Uо.с.

10. 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)

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

12. Основная характеристика резистора:
а) индуктивность L
б) сопротивление R
в) ёмкость C
г) индукция B

13. Полупроводниковый диод имеет структуру…

а) p-n-p
б) n-p-n
в) p-n
г) p-n-p-n

14. Электроды полупроводникового диода имеют название:
а) катод, управляющий электрод
б) база, эмиттер
в) катод, анод
г) база 1, база 2

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

16. Коэффициент усиления по напряжению эмиттерного повторителя:
а) $К_U=\infty$
б) $К_U=0$
в) $К_U>1$
г) $К_U<1$

17. Триггером называют устройство…
а) с двумя устойчивыми состояниями
б) с одним устойчивым состоянием
в) с тремя устойчивыми состояниями
г) без устойчивых состояний

18. Полупроводниковый тиристор имеет структуру…
а) p-n-p
б) n-p-n
в) p-n
г) p-n-p-n

19. Триггер имеет количество выходов:
а) 2
б) 1
в) 3
г) 4

20. Для стабилизации рабочей точки усилительного каскада используют:
а) увеличение сопротивления нагрузки
б) повышение напряжения питания
в) введение отрицательной обратной связи по постоянному току..

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

Раздел 1. Современная элементная база энергетической электроники

1 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

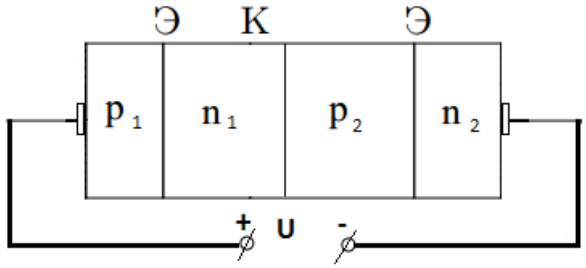
Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Четырехслойный полупроводниковый прибор, обладающий двумя устойчивыми состояниями, называется

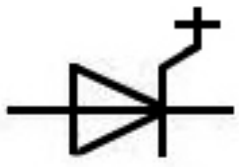
1. диод
2. полевой транзистор
3. тиристор
4. биполярный транзистор

2. На рисунке показана структура



1. однооперационного тиристора
2. двухоперационного тиристора
3. симистора
4. динистора

3. На рисунке показано схемное изображение

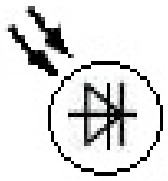


1. однооперационного тиристора
2. двухоперационного тиристора
3. симистора
4. динистора

4 Контактная разность потенциалов p-n перехода кремниевых и германиевых диодов составляет

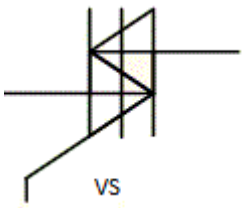
1. 0,3 – 0,8 В
2. 3 – 8 В
3. 10 – 15 В
4. 2 – 2,5 В

5 На рисунке показано схемное изображение



1. светодиода
2. фотодиода
3. фототиристора
4. симистора

6 На рисунке показано схемное изображение



1. однооперационного тиристора
2. двухоперационного тиристора
3. симистора
4. динистора

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

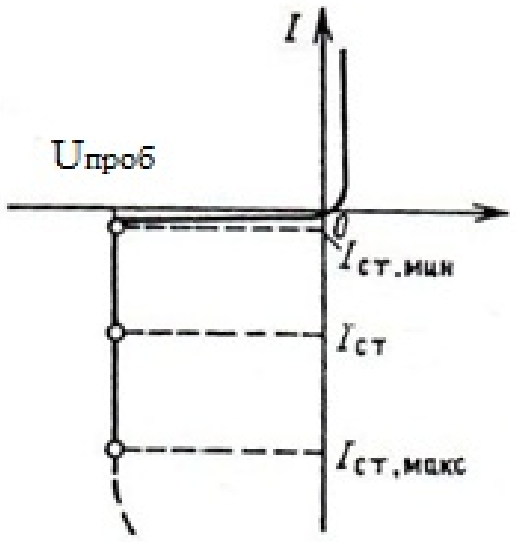
1. плюс на катод, импульс на управляющий электрод

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

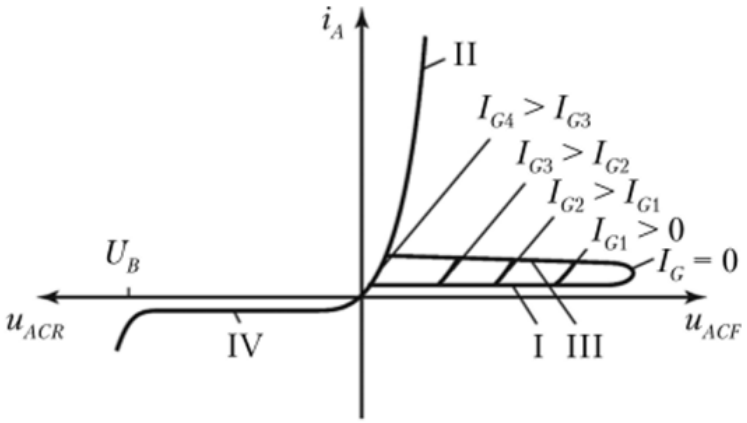
11. На рисунке изображена вольтамперная характеристика



1. выпрямительного диода
2. стабилитрона
3. биполярного транзистора
4. тиристора

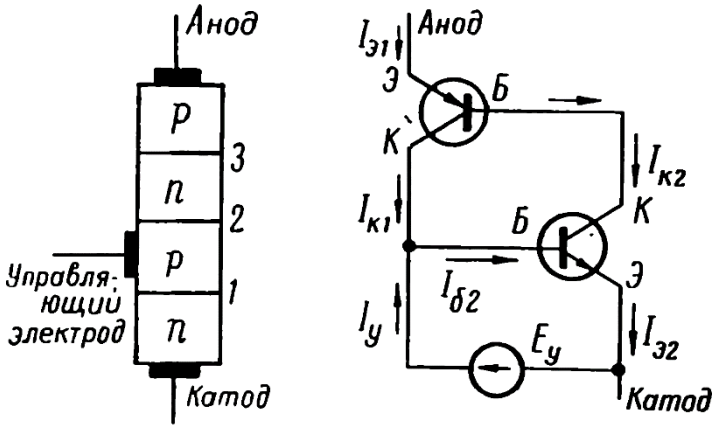
12. Диод, предназначенный для преобразования переменного тока в постоянный, называется
1. туннельный
2. обратный
3. выпрямительный
4. импульсный

13. На рисунке изображены вольтамперные характеристики



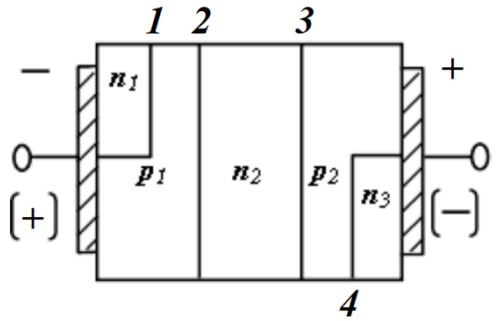
1. диода
2. биполярного транзистора
3. симистора
4. тиристора
5. динистора

14. На рисунке изображена структура и схема замещения



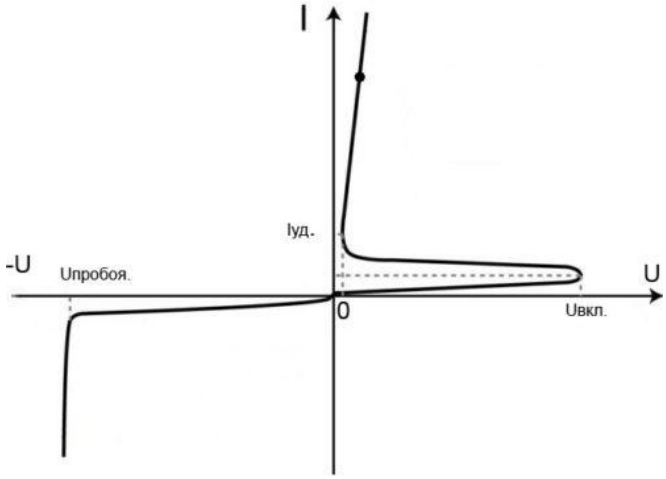
1. транзистора
2. диода
3. одноооперационного тиристора
4. симистора
5. двухоперационного тиристора

15. На рисунке изображена структура



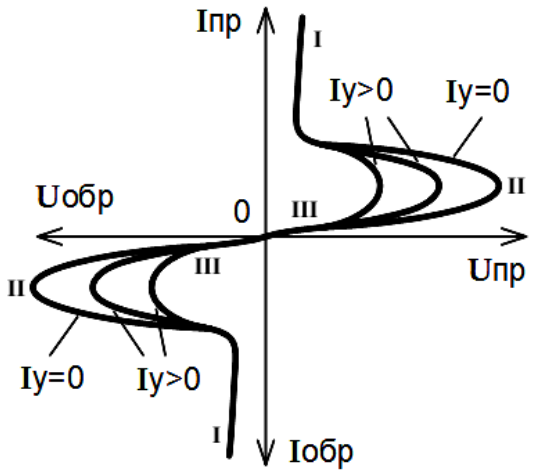
1. динистора;
2. диода;
3. тиристора;
4. симистора;
5. диака.

16. На рисунке изображены вольтамперные характеристики



1. диода;
2. двухоперационного тиристора;
3. симистора;
4. одноооперационного тиристора;
5. динистора

17. На рисунке изображены вольтамперные характеристики



1. диода;
2. двухоперационного тиристора;
3. симистора;
4. одноооперационного тиристора;
5. динистора

18. Вывод, подсоединяемый к внешнему p-слою тиристора, называется
1. анод
2. катод
3. база
4. управляющий электрод

19. Вывод, подсоединяемый к внешнему n-слою тиристора, называется
1. анод
2. катод
3. база
4. управляющий электрод

20. Вывод, подсоединяемый к внутреннему p-слою (n-слою) тиристора, называется
1. анод
2. катод
3. база
4. управляющий электрод

Раздел 2. Современная схемотехника и алгоритмы управления энергетической электроники

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. Тиристорные преобразователи постоянного тока предназначены для преобразования:

а) неизменного U постоянного I в регулируемое U переменного I

б) неизменного U переменного I в регулируемое U переменного I

в) неизменного U переменного I в регулируемое U постоянного I

г) неизменного U постоянного I в регулируемое U постоянного I

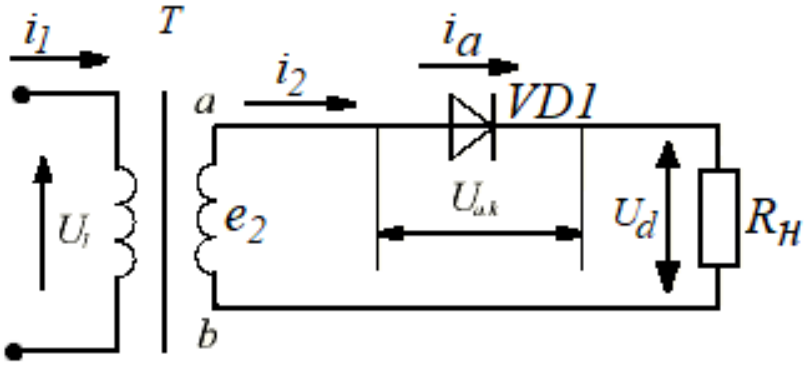
2. Коэффициент сдвига при определении коэффициента мощности выпрямителя определяется выражением:

а) $\cos\varphi = \cos(\alpha + \gamma)$;

б) $\cos\varphi = \cos(\alpha + \frac{\gamma}{2})$;

в) $\cos\varphi = \cos(\frac{\alpha}{2} + \gamma)$.

3. Какая схема выпрямителя изображена на рисунке



а) однофазного со средней точкой

б) однофазного однополупериодного

в) однофазного мостового

4. Каких типов бывают сглаживающие фильтры?

а) Фильтры только на пассивных RLC-элементах

б) Только активные фильтры

в) Фильтры на пассивных RLC-элементах и активные фильтры

5. В каких случаях применяется индуктивный фильтр?

а) Когда требуется обеспечить непрерывность напряжения в цепи нагрузки и благоприятный режим работы выпрямителя
б) Когда требуется обеспечить непрерывность тока в цепи нагрузки и благоприятный режим работы выпрямителя

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;

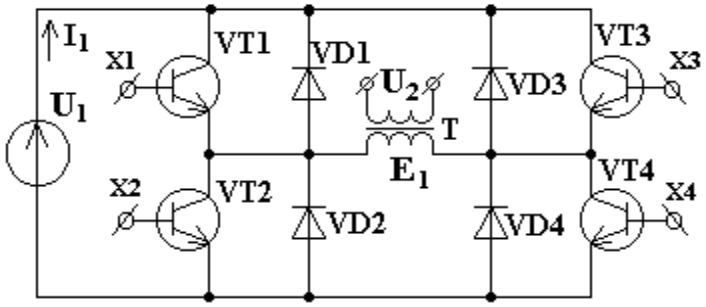
7. Какое соотношение L_d и L_a в выпрямителях со сглаживающим дросселем
а) $L_d = L_a$
б) $L_d < L_a$
в) $L_d >> L_a$

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) $\beta_2 + \alpha_2 = \frac{\pi}{2}$.

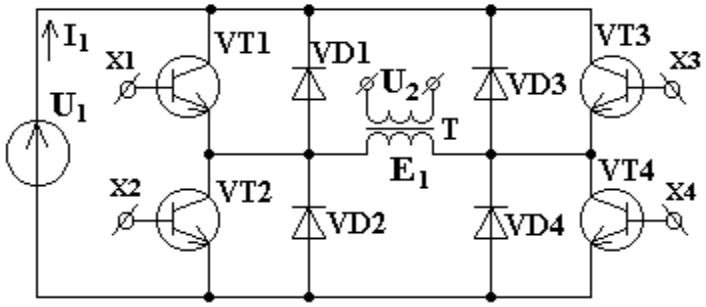
10. Типовая мощность трансформатора в трёхфазной мостовой схеме выпрямителя:
а) $S_{TP} = S_1 = S_2$;
б) $S_{TP} = S_1 + S_2$;
в) $S_{TP} = \frac{S_1 + S_2}{2}$.

11. Схема инвертора, представленная на рисунке, называется



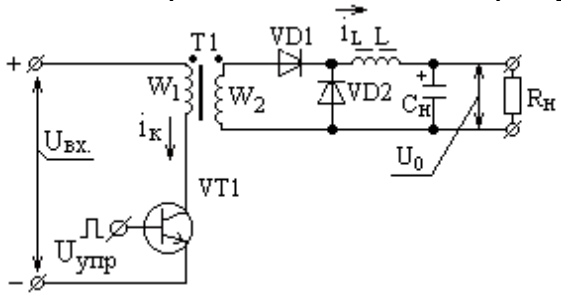
а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;
в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;
г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;
д) с внешним управлением, двухтактная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

12. 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.

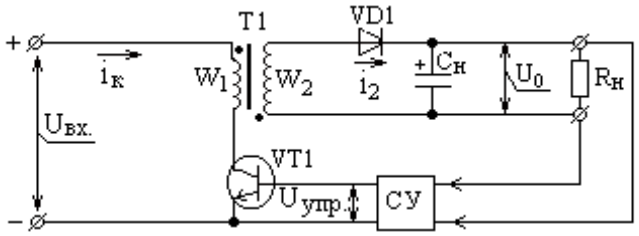
13. Схема преобразователя, представленная на рисунке называется



а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;

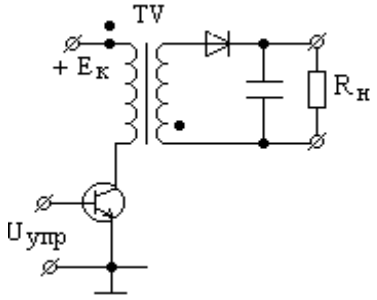
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;
в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;
г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;
д) с внешним управлением, двухтактная полумостовая.

14. Схема инвертора, представленная на рисунке называется



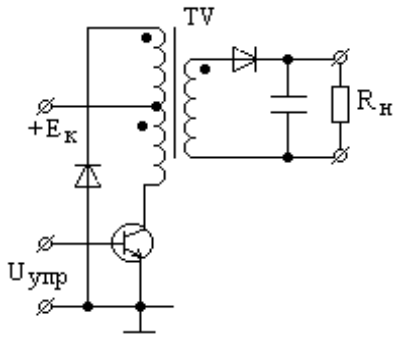
а) с самовозбуждением, с насыщающимся трансформатором;
б) с внешним управлением, однотактная, с прямым включением выпрямительного диода;
в) с внешним управлением, однотактная, с обратным включением выпрямительного диода;
г) с внешним управлением, двухтактная мостовая;
д) с внешним управлением, двухтактная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

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



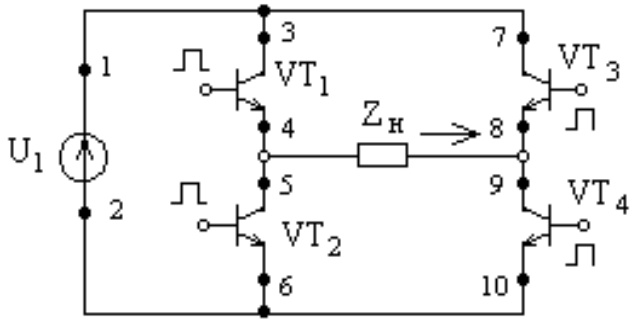
а) Bm;
б) 2Bm
в) 2Bm – Br;
г) Bm – Br.

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



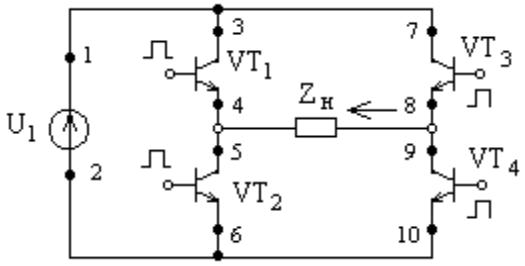
а) Bm;
б) 2Bm
в) 2Bm – Br;
г) Bm – Br.

17. Укажите путь тока источника U1 в направлении, указанном стрелкой на рисунке.



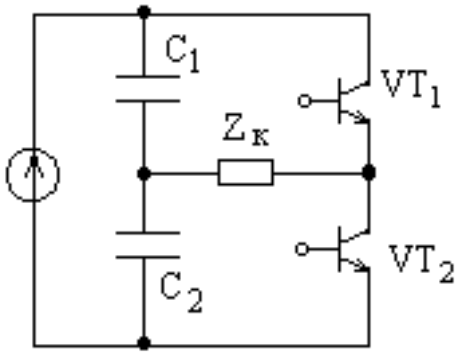
а) 1, 3, 4, 5, 6, 2
б) 1,3, 4, 9, 10, 2
в) 1, 7, 8, 9, 10, 2
г) 2, 6, 5, 8, 7, 1
д) 1, 7, 8, 5, 6, 2

18. Укажите путь тока источника U1 в направлении, указанном стрелкой на рисунке.



а) 1, 3, 4, 5, 6, 2
б) 1,3, 4, 9, 10, 2
в) 1, 7, 8, 9, 10, 2
г) 2, 6, 5, 8, 7, 1
д) 1, 7, 8, 5, 6, 2

19. 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.

20. Какой вид обратной связи имеет место в автономном инверторе напряжения с самовозбуждением?
а) положительная по напряжению;
б) положительная по току;
в) отрицательная по напряжению;
г) отрицательная по току.

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.

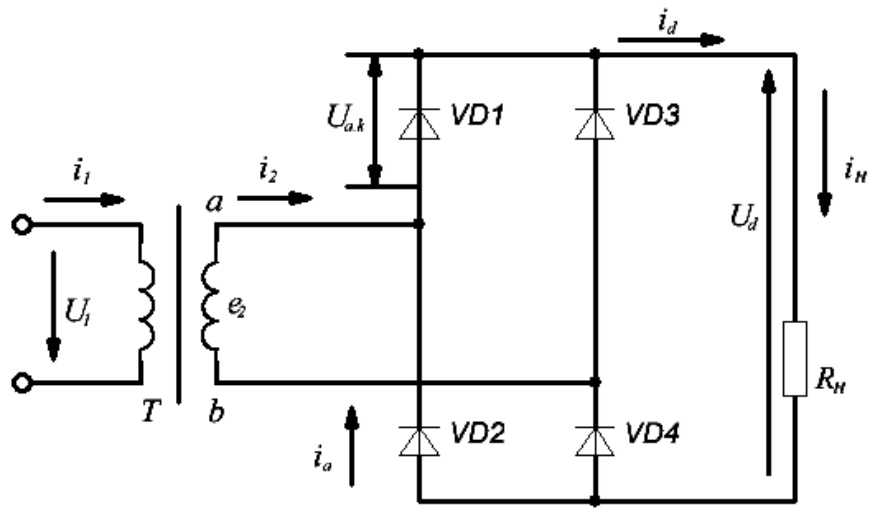
Примеры заданий для практических работ:

Раздел 1. Современная элементная база энергетической электроники

Практическая работа 1. Исследование схем и характеристик выпрямителей однофазного тока

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

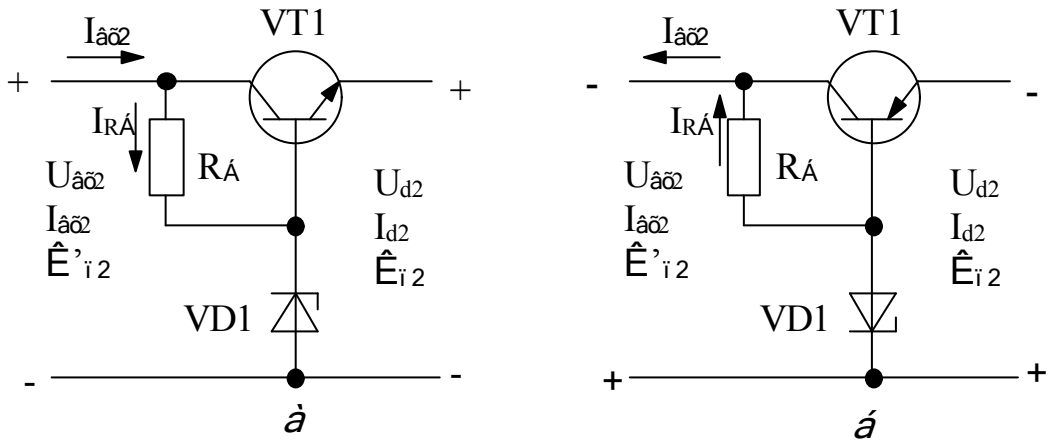
3 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 110 В, U_d = 12 В, $R_н$ = 5 Ом, J = 5 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $P_т$, I_1, I_2, S, d.

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.

Практическая работа 2. Исследование схем полупроводниковых стабилизаторов напряжения

Рассчитать стабилизатор с усилителем тока на транзисторе по схеме.



Расчётная схема стабилизатора с усилителем тока на транзисторе:
а – для положительной полярности U_{d2};
б – для отрицательной полярности

Рассчитать параметры VT1, VD1, Rб, требуемое напряжение на входе. Исходными данными для расчёта являются: напряжение на выходе стабилизатора U_{d2}, ток нагрузки I_{d2}, коэффициент пульсаций напряжения $K_{п2}$.

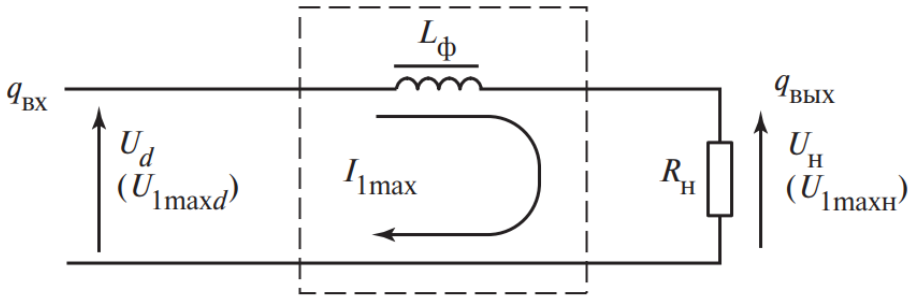
Исходные данные

по последней цифре варианта										
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
U_{d1}, В	5	6	9	12	15	20	24	27	12	15
I_{d1}, А	2,5	2	1,3	1	0,8	1	0,6	0,5	1	1
U_{d2}, В	36	42	48	120	150	160	180	200	-36	-48
I_{d2}, А	0,5	0,4	0,3	0,2	0,15	0,1	0,1	0,05	0,6	0,5
по предпоследней цифре варианта										
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
$K_{п1}$, % (U_{d1})	0,25	0,2	0,3	0,4	0,35	0,8	0,7	0,6	0,45	0,5
$K_{п2}$, % (U_{d2})	1	1,2	1,3	1,4	1,5	2	1,8	1,6	1,7	0,9

Раздел 2. Современная схемотехника и алгоритмы управления энергетической электроники

Практическая работа 3. Исследование работы фильтров выпрямленного напряжения

1 Простой индуктивный фильтр на выходе однофазного мостового выпрямителя (см. рисунок) должен обеспечить коэффициент пульсации на нагрузке не более 1 %, если Uн = 20 В, Rн = 40…80 Ом. Определить необходимые значения индуктивности L и частоты пульсации.



Простой индуктивный фильтр

2 Простой индуктивный фильтр на выходе однофазного мостового выпрямителя должен обеспечить коэффициент пульсации на нагрузке не более 1 %, если Uн = 10 В, Rн = 40…60 Ом. Определить необходимые значения индуктивности L и частоты пульсации.

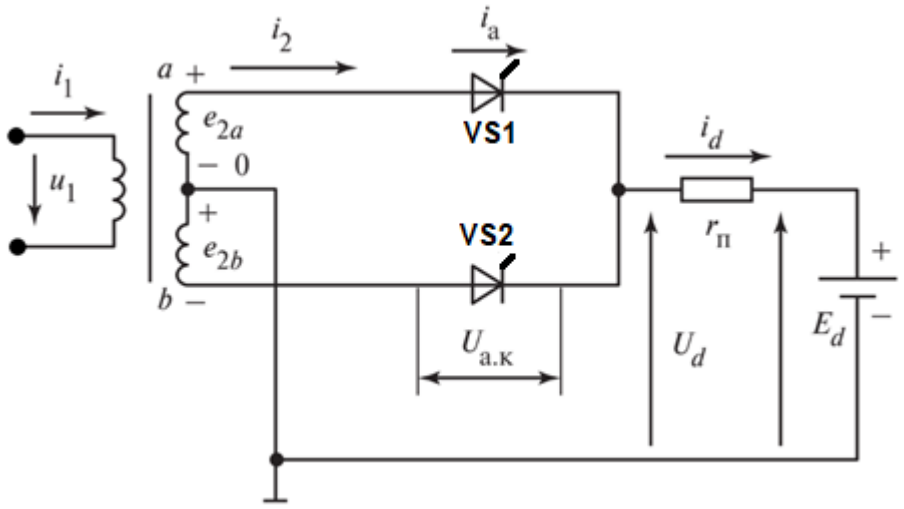
3 Простой индуктивный фильтр на выходе однофазного мостового выпрямителя должен обеспечить коэффициент пульсации на нагрузке не более 2 %, если Uн = 15 В, Rн = 10…30 Ом. Определить необходимые значения индуктивности L и частоты пульсации.

4 Простой индуктивный фильтр на выходе однофазного мостового выпрямителя должен обеспечить коэффициент пульсации на нагрузке не более 2 %, если Uн = 24 В, Rн = 20…40 Ом. Определить необходимые значения индуктивности L и частоты пульсации.

5 Простой индуктивный фильтр на выходе однофазного мостового выпрямителя должен обеспечить коэффициент пульсации на нагрузке не более 0,8 %, если Uн = 20 В, Rн = 50…70 Ом. Определить необходимые значения индуктивности L и частоты пульсации.

Практическая работа 4. Исследование характеристик однофазного управляемого выпрямителя на тиристорах при работе на различные виды нагрузок

1 Однофазный выпрямитель работает в режиме зарядки аккумулятора (см. рисунок). Определить необходимое значение сопротивления $r_п$, чтобы максимальное значение тока нагрузки не превышало 6 А. Определить угол отсечки θ и параметры вентилей Ia, Ia max и Ua.к max, если E_2 = 17 В.

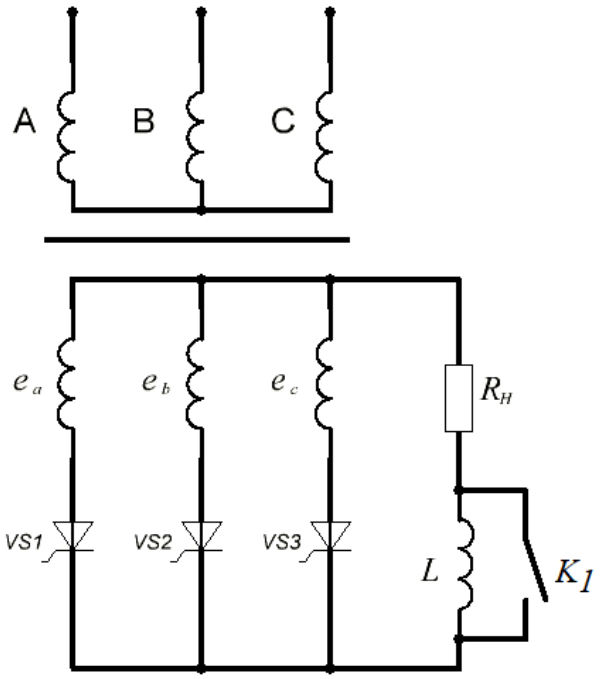


Однофазный выпрямитель в режиме зарядки аккумулятора

2 Для условий задачи 1, найти $r_п$ для $I_{d\ max}$ = 10А. Найти θ, I_a, $I_{a\ max}$ и $U_{а.к\ max}$, при E_2 = 18 В.
3 Для условий задачи 1, найти $r_п$ для $I_{d\ max}$ = 12А. Найти θ, I_a, $I_{a\ max}$ и $U_{а.к\ max}$, при E_2 = 15 В.
4 Для условий задачи 1, найти $r_п$ для $I_{d\ max}$ = 5А. Найти θ, I_a, $I_{a\ max}$ и $U_{а.к\ max}$, при E_2 = 24 В.
5 Для условий задачи 1, найти $r_п$ для $I_{d\ max}$ = 20А. Найти θ, I_a, $I_{a\ max}$ и $U_{а.к\ max}$, при E_2 = 22 В.

Практическая работа 5. Исследование характеристик трёхфазного с выводом нулевой точки трансформатора выпрямителя

1 Трёхфазный выпрямитель по схеме с нулевым выводом (см. рисунок) питается от сети 220 В ±10 % и работает в режиме непрерывного тока. Найти диапазон изменения угла α (αmin – αmax) для получения на нагрузке стабильного напряжения, равного 120 В. Все обмотки соединены в звезду при Кт = 1. Показать этот диапазон на регулировочной характеристике



Трёхфазный управляемый выпрямитель по схеме с нулевым выводом

2 Анодные индуктивности трёхфазного мостового выпрямителя, работающего в режиме непрерывного тока равны 2 Ом. Ток нагрузки измеряется в пределах 1 – 80 А. выпрямитель подключён к сети 380 В и работает без трансформатора. Определить диапазон изменения угла α для получения на нагрузке стабильного напряжения, равного 420 В.

3 Трёхфазный управляемый выпрямитель по схеме с нулевым выводом питается от сети 220 В с Кт = 1,7 (α = 60˙, γ = 0) Работа выпрямителя: а) на активную нагрузку и б) при активно-индуктивной нагрузке в режиме непрерывного тока. Определить значение напряжения на нагрузке Ud для обоих случаев.

4 Для активной нагрузки нарисовать временные диаграммы при α = 90° и определить предельный угол управления α, при котором напряже¬ние на нагрузке становится равным нулю для схем: а) при т = 2; б) т = 3; в) т = 6. Нарисовать временные диаграммы для названных схем формы напряжения на выходе выпрямителя Ud для активно-индуктивной нагрузки в режиме непрерывного тока при α = 90о

5 Трёхфазный управляемый выпрямитель по схеме с нулевым выводом питается от сети 220 В и работает с активно-индуктивной нагрузкой в режиме непрерывного тока с малыми пульсациями. Кт = 1. Нарисовать и объяснить формы напряжения на нагрузке и на тиристорах при α = 30° и Ха = 11,38 Ом. Определить значение напряжения на нагрузке при Iн=10 А.

Практическая работа 6. Исследование характеристик трёхфазного мостового выпрямителя

1 Трёхфазный мостовой выпрямитель (см. рисунок) питается от сети 220 В; $R_н$ = 40 Ом; $К_т$= 1.

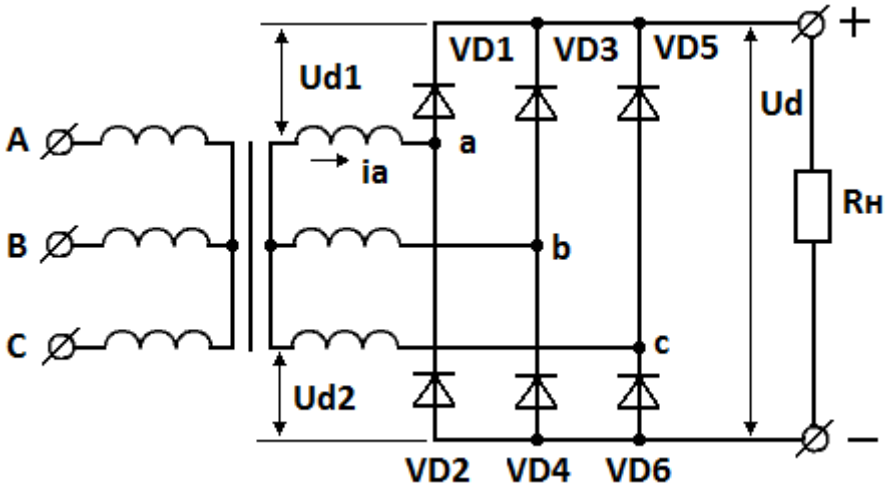
Определить:

а) значения напряжения на нагрузке U_d;

б) необходимые значения I_a, $I_{a\ max}$ и $U_{а.к\ max}$ для выбираемых вентилей;

в) действующее значение тока, протекающего через первичную обмотку трансформатора I_{1A} и в сети I_c;

д) расчётную мощность трансформатора $P_т$.



Трёхфазный мостовой выпрямитель

2 Для условий задачи 1 найти U_d; I_a, $I_{a\ max}$, $U_{а.к\ max}$, I_{1A}, I_c, $P_т$. для заданных U_c = 220 В; $R_н$ = 5 Ом; $К_т$ = 12.

3 Для условий задачи 1 найти U_d; I_a, $I_{a\ max}$, $U_{а.к\ max}$, I_{1A}, I_c, $P_т$. для заданных U_c = 220 В; $R_н$ = 15 Ом; $К_т$ = 12.

4 Для условий задачи 1 найти U_d; I_a, $I_{a\ max}$, $U_{а.к\ max}$, I_{1A}, I_c, $P_т$. для заданных U_c = 220 В; $R_н$ = 5 Ом; $К_т$ = 12.

5 Для условий задачи 1 найти U_d; I_a, $I_{a\ max}$, $U_{а.к\ max}$, I_{1A}, I_c, $P_т$. для заданных U_c = 220 В; $R_н$ = 15 Ом; $К_т$ = 2.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1.Перечислите основные эксплуатационные характеристики преобразователя.

2. Дайте определение понятия внешняя характеристика.

3. Дайте определение понятия регулировочная характеристика.

4. Назначение слаживающих фильтров.

5. Назначение стабилизаторов напряжения или тока.

6. Из каких частей стоит однофазная однополупериодная схема?

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

8. Из каких частей стоит однофазная мостовая схема?

9. Как регулировать напряжение в управляемом тиристорном преобразователе?

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

11. Дайте определение понятия широтно-импульсная модуляция.

12. От чего зависит наклон внешней характеристики управляемого преобразователя?

13. Из каких частей стоит трёхфазная мостовая схема выпрямителя?

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

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

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

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

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

19. Основные типы вентильных преобразователей.

20. Классификация электронных выпрямителей. Блок схема выпрямителя.

21. Эксплуатационные характеристики выпрямителей. Идеализация элементов схем выпрямления.

22. Однофазная однополупериодная схема выпрямления.

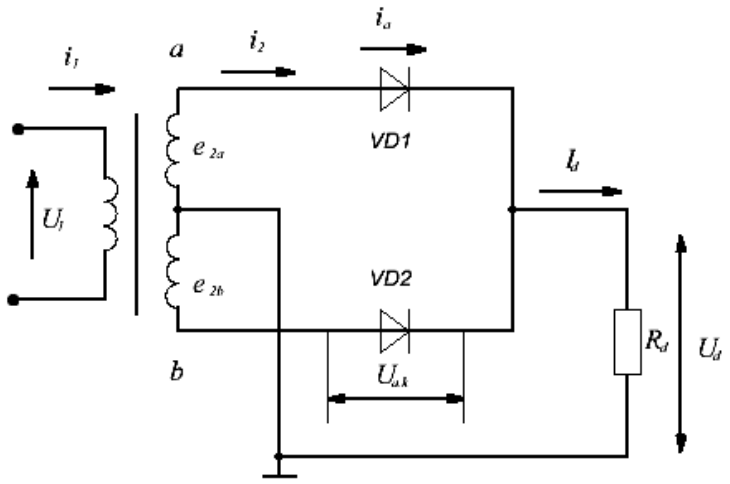
23. Однофазная мостовая схема выпрямления.

24. Однофазная двухполупериодная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора.

25. Неуправляемый трёхфазный выпрямитель.

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

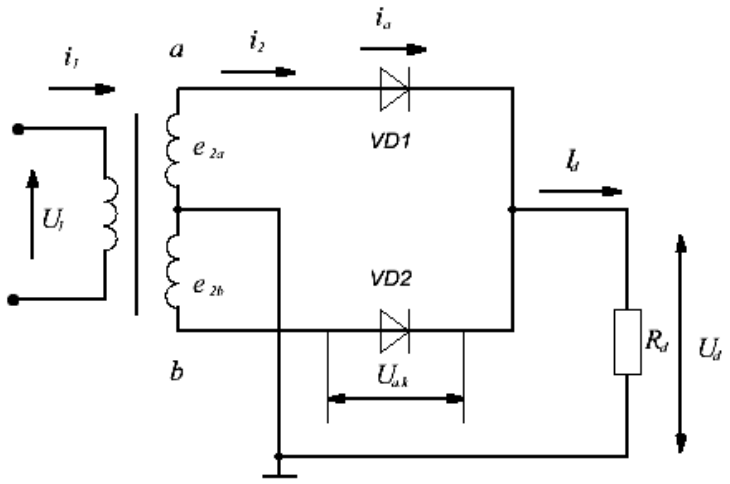
7 Для условий задачи 1, заданы U_1 = 127 В, U_d = 54 В, $R_н$ = 15 Ом, J = 3 А/мм^2. Найти I_a, $I_{a\,max}$, $U_{а.к.\,max}$, $К_т$, $Р_т$, I_1, I_2, S, d.

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

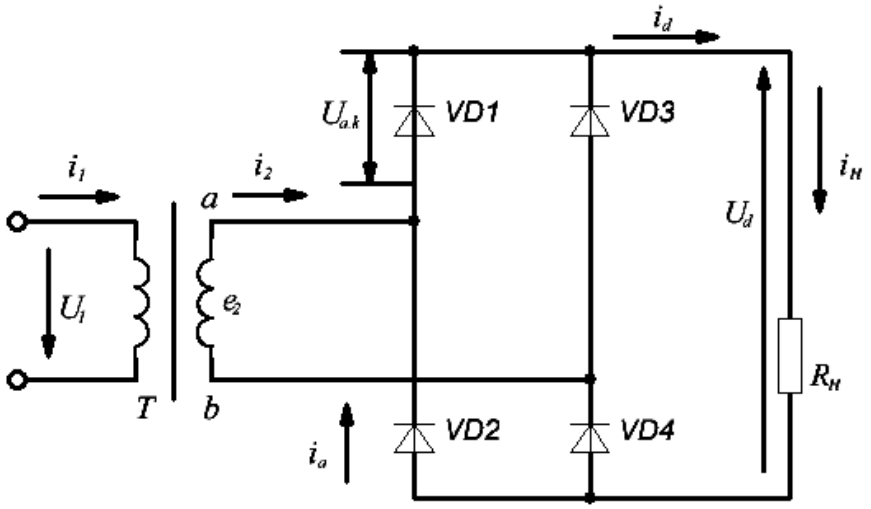
18 Для условий задачи 11 найти напряжение Uн на нагрузке, если U1 = 110 В, Кт = 4,5, Rн = 10 Ом, падение напряжения на диоде ΔUа.к = 0,7 В, активное сопротивление первичной обмотки трансформатора r1 = 60 Ом и вторичной r2 = 0,8 Ом.

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 (Iа, Iа max, Uа.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.