

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электромеханика, электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Силовая электроника**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А.
Кузнецова

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-3 Способен использовать методы математического анализа и компьютерного моделирования для изучения принципов функционирования и исследования характеристик и особенностей работы электрических машин и аппаратов

ИД-7 Демонстрирует знание принципа работы устройств силовой электроники и применяет методы анализа электрических цепей

2. ПК-4 Способен принимать участие в проектировании, анализировать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических машин и аппаратов

ИД-3 Демонстрирует знание элементной базы силовой электроники и основных типов электрических аппаратов, их областей применения, особенностей, характеристик

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование инверторов (Домашнее задание)
2. Моделирование тиристорных выпрямителей (Домашнее задание)

Форма реализации: Письменная работа

1. Инверторы (Контрольная работа)
2. Тиристорные выпрямители (Контрольная работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Выпрямители					
Элементная база силовой электроники. Классификация и области применения силовых электронных преобразователей		+			
Однофазные выпрямители. Схемы, принцип работы, характеристики.		+	+		
Трехфазные выпрямители. Схемы, принцип работы, характеристики		+	+		
Инверторы					

Однофазные автономные инверторы. Схемы, принцип действия, способы управления.		+	+	+
Трёхфазные автономные инверторы. Схемы, принцип действия, способы управления.			+	+
Резонансные инверторы. Преобразователи частоты.			+	
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-3	ИД-7ПК-3 Демонстрирует знание принципа работы устройств силовой электроники и применяет методы анализа электрических цепей	Знать: Элементную базу устройств силовой электроники, принцип работы выпрямителей и их характеристики Принцип работы автономных инверторов и их характеристики Уметь: Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах инверторов Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах выпрямителей	Тиристорные выпрямители (Контрольная работа) Инверторы (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-3ПК-4 Демонстрирует знание элементной базы силовой электроники и основных типов электрических аппаратов, их областей применения, особенностей,	Знать: Основы составления моделей в специализированном программном обеспечении Уметь: Разрабатывать и	Моделирование тиристорных выпрямителей (Домашнее задание) Моделирование инверторов (Домашнее задание)

	характеристик	анализировать схемы инверторов посредством специализированного программного обеспечения; Разрабатывать и анализировать схемы выпрямителей посредством специализированного программного обеспечения	
--	---------------	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тиристорные выпрямители

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

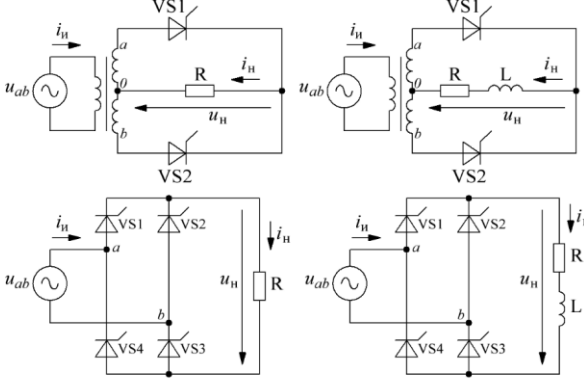
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

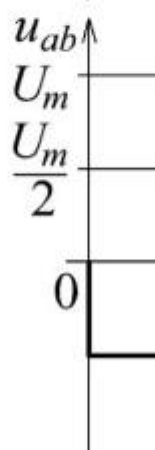
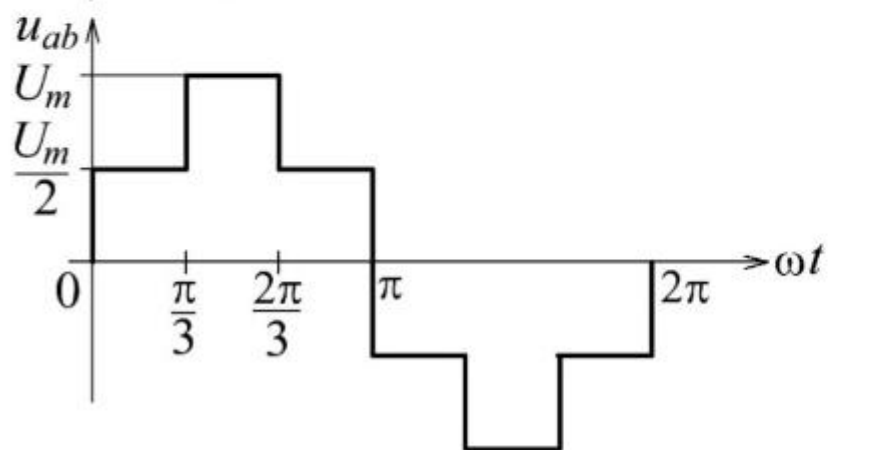
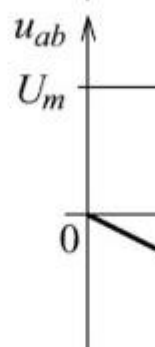
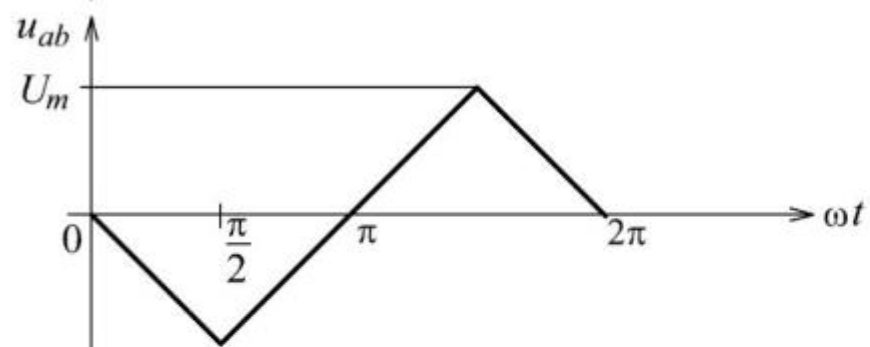
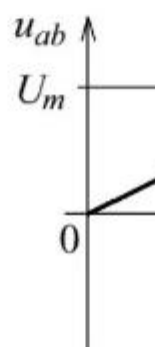
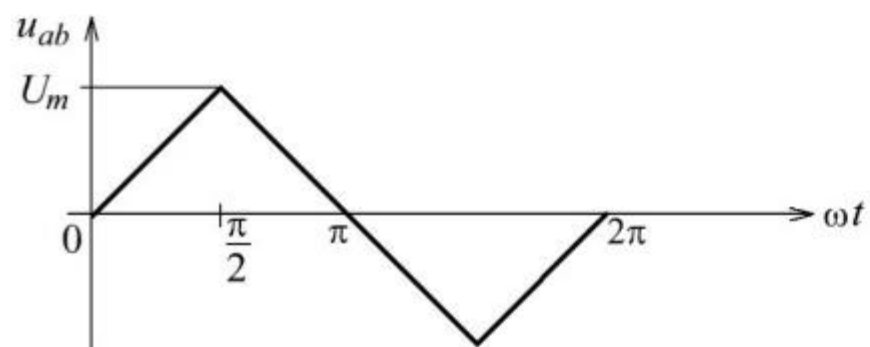
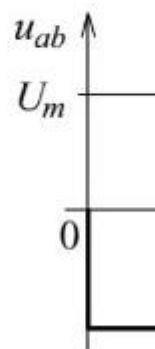
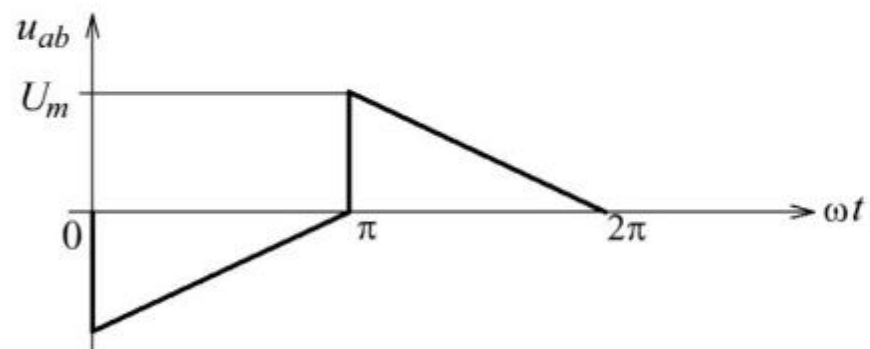
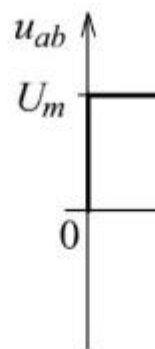
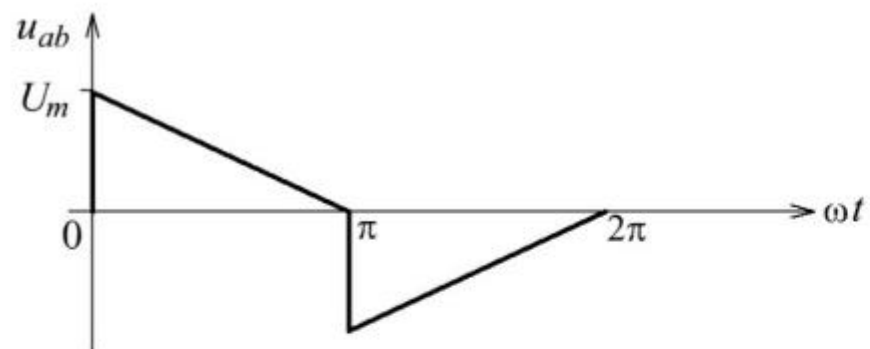
Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдается задача. Время на выполнение - 45 минут

Краткое содержание задания:

Решение задачи по теме тиристорный выпрямитель

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Элементную базу устройств в силовой электронике, принцип работы выпрямителей и их характеристики	1. Какие функции выполняет выпрямитель?
Уметь: Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах выпрямителей	1. Для однофазной схемы двухполупериодного выпрямителя с RL-нагрузкой ($L = \infty$) заданы напряжение источника u_{ab} ($u_{a0} = u_{ab} / 2$; $u_{b0} = -u_{ab} / 2$) и угол управления $\alpha = 90^\circ$. Необходимо построить указанные диаграммы токов и напряжений и рассчитать требуемые значения токов, напряжений и мощностей. 



Построить (с учетом а):

- напряжение на нагрузке (u_n) и ток нагрузки (i_n);

- токи тиристоров (i_{vs1} , i_{vs2}) и напряжения на тиристорах (u_{vs1} , u_{vs2});

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Моделирование тиристорных выпрямителей

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдается задание и схема выпрямителя для разработки модели

Краткое содержание задания:

Для схемы трехфазного выпрямителя со средней точкой разработать модель. Снять регулировочную характеристику.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основы составления моделей в специализированном программном обеспечении	1.Как задать сигнал управления для тиристора? 2.Какая используется библиотека для моделирования тиристорных?
Уметь: Разрабатывать и анализировать схемы выпрямителей посредством специализированного программного обеспечения	1.Получить график выходного напряжения трехфазного выпрямителя и найти его среднее значение.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Инверторы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

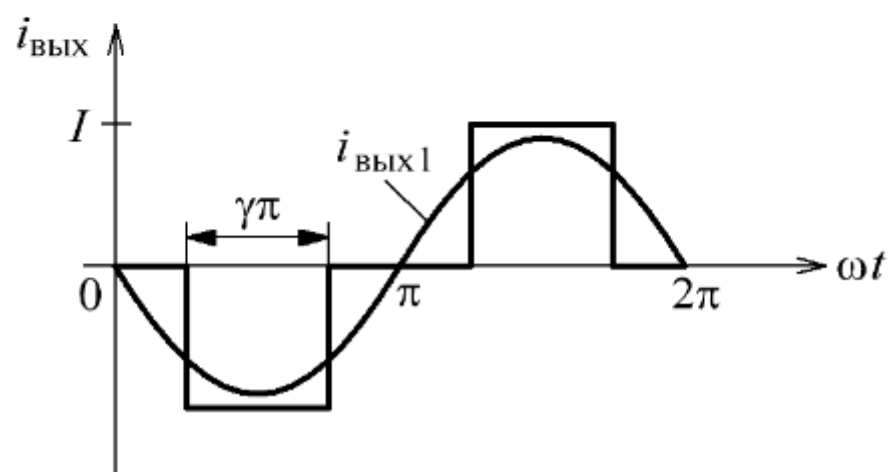
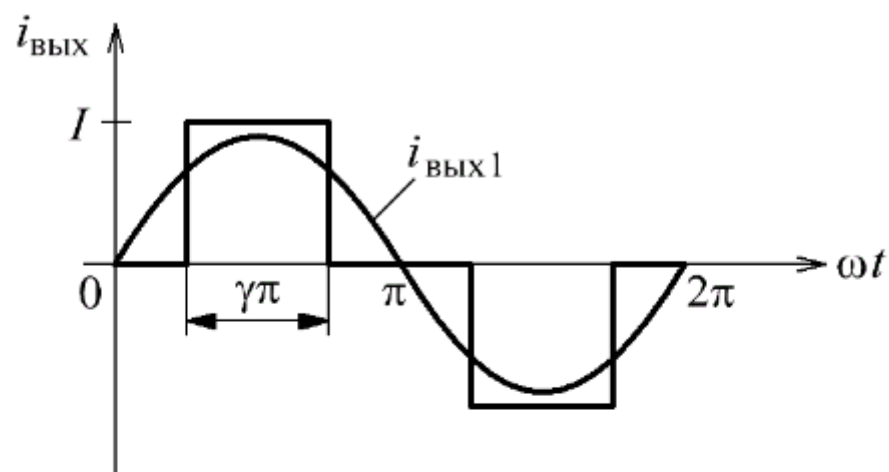
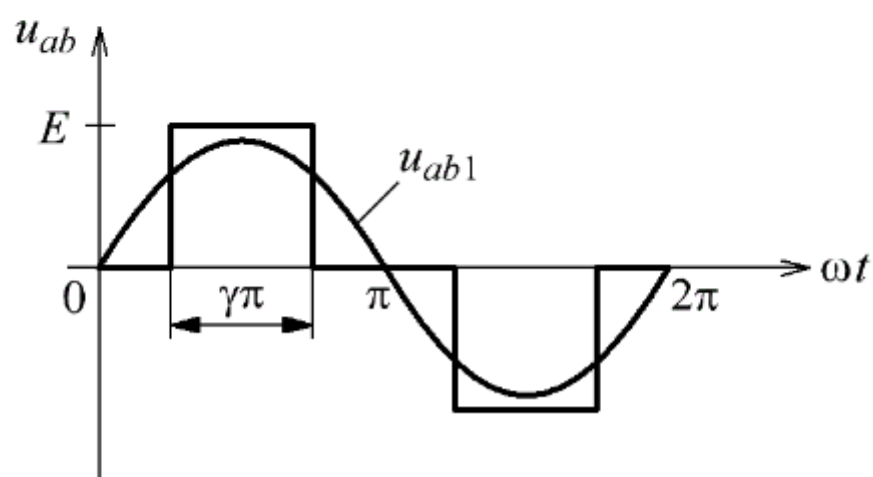
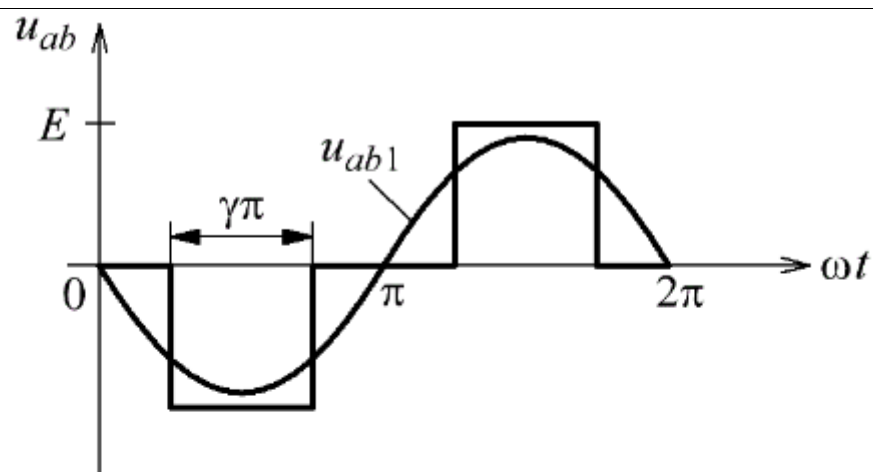
Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдается задача. Время на выполнение - 45 минут

Краткое содержание задания:

Решить задачу по теме инвертор и ответить на вопросы.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Принцип работы автономных инверторов и их характеристик и	1. Принцип работы инвертора напряжения
Уметь: Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах инверторов	1. Для однофазной мостовой схемы автономного инвертора напряжения заданы напряжение источника $E = 100$ В и выходное напряжение u_{ab}, которое имеет частоту $f = 50$ Гц и амплитуду основной гармоники $U_{ab1,m} = (4E / \pi) \sin(\pi g / 2)$, коэффициент заполнения $g = 1$. LC-фильтр формирует на нагрузке синусоидальное напряжение, амплитуда которого $U_{н,m} = 73$ В, а начальная фаза $\varphi_n = -90^\circ$. Емкость конденсатора $C = 36,8$ мкФ, сопротивление нагрузки $R = 50$ Ом.



Построить (с учетом амплитуд, начальных фаз и коэффициента заполнения):

импульсы управления транзисторами:

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Моделирование инверторов

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдается задание и схема выпрямителя для разработки модели

Краткое содержание задания:

Для схемы трехфазного инвертора разработать модель. Снять регулировочную характеристику. Получить и проанализировать спектральный состав выходного напряжения.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Разрабатывать и анализировать схемы инверторов посредством специализированного программного обеспечения;	1.Получить спектральный состав выходного напряжения.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-7_{ПК-3} Демонстрирует знание принципа работы устройств силовой электроники и применяет методы анализа электрических цепей

Вопросы, задания

- 1.Силовые полупроводниковые приборы (диоды, биполярные транзисторы, полевые транзисторы, биполярные транзисторы с изолированным затвором, тиристоры, запираемые тиристоры).
- 2.Однофазная однополупериодная схема выпрямителя с активной и активно индуктивной нагрузкой. Регулировочные, нагрузочные и энергетические характеристики.
- 3.Однофазная схема выпрямителя со средней точкой с активной и активно индуктивной нагрузкой. Регулировочные, нагрузочные и энергетические характеристики.
- 4.Однофазная мостовая схема выпрямителя с активной и активно индуктивной нагрузкой. Регулировочные, нагрузочные и энергетические характеристики.
- 5.Работа на противо ЭДС однофазной мостовой схемы выпрямителя
- 6.Трехфазная схема со средней точкой.
- 7.Трехфазный мостовой выпрямитель на диодах и тиристорах. Работа при активной нагрузке.
- 8.Трехфазный мостовой выпрямитель на тиристорах. Работа при активно-индуктивной нагрузке.
- 9.Инвертор тока на основе тиристоров с принудительной коммутацией.
- 10.Инвертор тока на полностью управляемых электронных ключах с активно емкостной нагрузкой.
- 11.Полумостовая и мостовая схемы инвертора напряжения с активно индуктивной нагрузкой.
- 12.Регулирование выходного напряжения и тока в схемах инверторов.
- 13.Выходные фильтры автономных инверторов.
- 14.Трехфазные мостовые схемы инверторов напряжения и инверторов тока на транзисторах.
- 15.Способы управления трехфазным инвертором напряжения (методы 180 и 120 градусной коммутации).
- 16.Особенности работы трехфазной мостовой схемы с нейтральным проводником при активно индуктивной нагрузке.
- 17.Принцип действия резонансных преобразователей.
- 18.Схемы последовательных резонансных инверторов на тиристорах.
- 19.Принцип прямого преобразования частоты (непосредственные тиристорные преобразователи частоты). Трехфазно однофазная схема.
- 20.Преобразователи частоты со звеном постоянного тока.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Какой полупроводниковый ключ называют не полностью управляемым?
Ответы:
диод; тиристор; транзистор; идеальный ключ
Верный ответ: тиристор

2.Какое условие включения диода является верным?

Ответы:

прикладывается прямое напряжение; подача управляющего сигнала, прикладывается обратное напряжение, протекание прямого тока

Верный ответ: прикладывается прямое напряжение

3.К какому полупроводниковому ключу допускается прикладывать обратное напряжение?

Ответы:

тиристор, биполярный транзистор, полевой транзистор, контактор

Верный ответ: тиристор

4.Как называется функция преобразователя, при которой переменная составляющая напряжения преобразуется в постоянную составляющую?

Ответы:

инвертирование, выпрямление, регулирование, инверсия

Верный ответ: выпрямление

5.На каких полупроводниковых ключах собирается регулируемая схема выпрямления?

Ответы:

транзисторы, тиристоры, диоды, контакторы

Верный ответ: тиристоры

6.К какому току в нагрузке выпрямителя приводит наличие в нагрузке дросселя с большой индуктивностью?

Ответы:

переменному с частотой 100 Гц, синус по модулю, постоянному, пилообразному

Верный ответ: постоянному

7.Какой формы ток нагрузки у однофазной диодной мостовой схемы с активной нагрузкой?

Ответы:

синусоидальный, синус по модулю, экспоненциальный, постоянный

Верный ответ: синус по модулю

8.Какую функцию выполняет инвертор?

Ответы:

выпрямление, инверсия, инвертирование, регулирование

Верный ответ: инвертирование

9.Чем определяется амплитуда выходного напряжения однофазного инвертора без применения регулирования?

Ответы:

соответствует входному напряжению, моментом включения транзисторов, сопротивлением нагрузки, типом выбранных ключей

Верный ответ: соответствует входному напряжению

2. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-4 Демонстрирует знание элементной базы силовой электроники и основных типов электрических аппаратов, их областей применения, особенностей, характеристик

Вопросы, задания

- 1.Регулировочные характеристики трехфазного мостового и трехфазного выпрямителя со средней точкой.
- 2.Мостовая схема с управлением методом синусоидальной широтно-импульсной модуляции.
- 3.Внешние и энергетические характеристики однофазных и трехфазных инверторов.
- 4.Трехфазные тиристорные преобразователи частоты.
- 5.Уменьшение искажения выходного напряжения.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой тип ключа применяется в силовой электронике?

Ответы:

контактор, автоматический выключатель, транзистор, сигнальный

Верный ответ: транзистор

2. Какие полупроводниковые ключи применяются в инверторах?

Ответы:

диоды, контакторы, транзисторы, реле

Верный ответ: транзисторы

3. При увеличении угла управления среднее значение выходного напряжения выпрямителя?

Ответы:

увеличивается, уменьшается, не изменяется, инвертируется

Верный ответ: уменьшается

4. Сколько ключей используется в трехфазной мостовой схеме выпрямителя?

Ответы:

3, 6, 4, 1м

Верный ответ: 6

5. Сколько ключей одновременно включено в однофазной схеме инвертора?

Ответы:

3, 2, 4, все

Верный ответ: 2

6. Сколько ключей одновременно включено в трехфазной схеме инвертирования при 180-ти градусной коммутации?

Ответы:

2,3,4,8

Верный ответ: 3

7. Какой формы выходное напряжение однофазного инвертора без выходного фильтра?

Ответы:

синусоидальное, постоянное, меандр, синус по модулю

Верный ответ: меандр

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и оценки по экзамену в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».