

**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: Электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Силовая электроника**

**Москва
2023**

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	Курбатов П.А.
	Идентификатор	R1a0c0ffa-KurbatovPA-23b01cca

П.А.
Курбатов

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-6 Способен принимать участие в проектировании, предлагать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических и электронных аппаратов

ИД-3 Применяет специализированное программное обеспечение при проектировании электрических и электронных аппаратов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Инверторы (Контрольная работа)

2. Тиристорные выпрямители (Контрольная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	13
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.			+
Трехфазные автономные инверторы. Схемы, принцип действия, способы управления.			+
Резонансные инверторы. Преобразователи частоты.			+
Вес КМ:		50	50

\$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-6	ИД-ЗПК-6 Применяет специализированное программное обеспечение при проектировании электрических и электронных аппаратов	Знать: Принцип работы автономных инверторов и их характеристики Элементную базу устройств силовой электроники, принцип работы выпрямителей 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)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тиристорные выпрямители

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

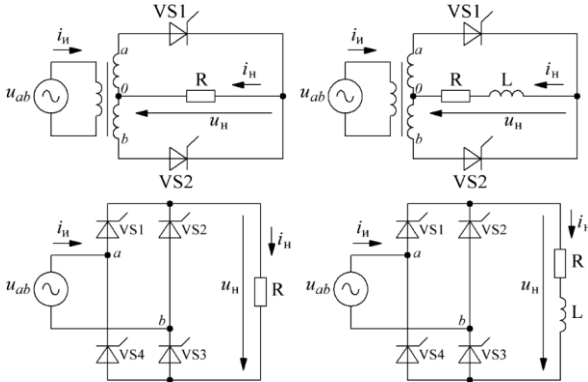
Вес контрольного мероприятия в БРС: 50

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 силовой электроники, принцип работы выпрямителей и их характеристики	1. Какие функции выполняет выпрямитель? 2. Условия включения/выключения тиристора.
Уметь: Применять методы анализа электрических цепей для расчета процессов в схемах выпрямителей	1. Для однофазной схемы двухполупериодного выпрямителя с RL-нагрузкой ($L = \text{бесконечность}$) 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.  Figure 1 Виды схем выпрямителей

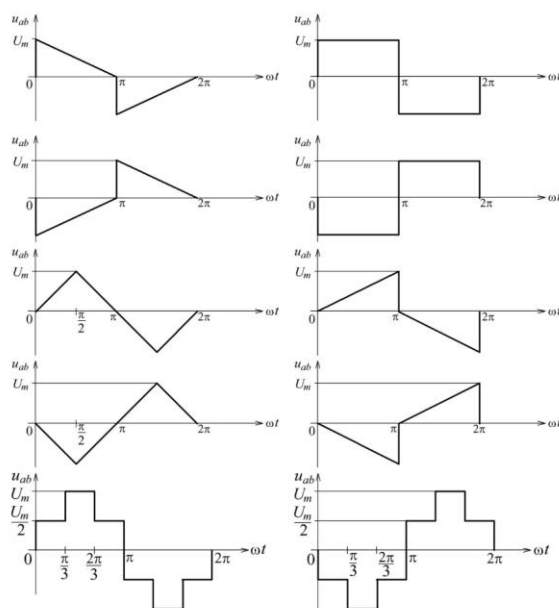


Figure 2 Формы напряжения источников

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});
- ток источника (i_i).

Определить:

- среднее значение тока нагрузки (I_n , ср);
- среднее значение тока тиристоров (I_{vs} , ср) и действующее значение тока тиристоров (I_{vs} , д);
- действующее значение тока источника (I_i , д);
- максимальные значения прямого и обратного напряжений на тиристорах ($U_{пр, max}$, $U_{обр, max}$);
- мощность нагрузки (P_n) и полную мощность, потребляемую от источника (S).

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-2. Инверторы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 50

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 характеристики	1. Принцип работы инвертора напряжения 2. Для чего нужны обратные диоды в схеме инвертора?
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 $U_{ab1,m} = (4E / \pi) \sin(\alpha / 2)$, коэффициент заполнения $\alpha = 1$. 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. Figure 3 Схемы инверторов и формы выходного напряжения

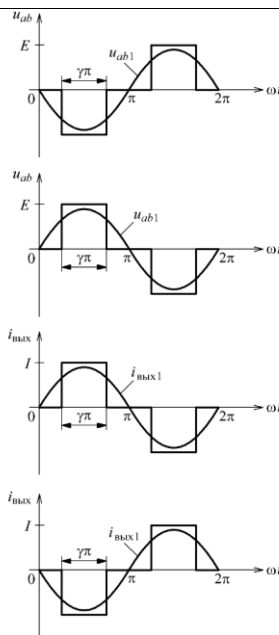


Figure 4 Формы напряжений

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

- импульсы управления транзисторами;
- напряжение на нагрузке и ток катушки (i_n , i_L);
- токи транзисторов и диодов ($i_{VT1} \dots i_{VT4}$, $i_{VD1} \dots i_{VD4}$), ток источника (i_n);
- напряжения на ключах ($u_{S1} \dots u_{S4}$).

Определить:

- амплитуду и начальную фазу выходного тока инвертора ($I_{L,t}$, $j_{вых}$);
- средние и действующие значения токов ключей ($I_{S,ср}$, $I_{S,д}$);
- среднее значение тока источника ($I_{и,ср}$) и мощность, потребляемую от источника ($P_{и}$);
- мощность нагрузки ($P_{н}$), а также активную, реактивную и полную мощности, потребляемые от инвертора (P , Q , S).

При решении необходимо учитывать только основные гармоники напряжений и токов.

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

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Процедура проведения

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

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-6 Применяет специализированное программное обеспечение при проектировании электрических и электронных аппаратов

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.Регулировочные характеристики трехфазного мостового и трехфазного выпрямителя со средней точкой.
- 10.Инвертор тока на основе тиристоров с принудительной коммутацией.
- 11.Инвертор тока на полностью управляемых электронных ключах с активно емкостной нагрузкой.
- 12.Полумостовая и мостовая схемы инвертора напряжения с активно индуктивной нагрузкой.
- 13.Регулирование выходного напряжения и тока в схемах инверторов.
- 14.Выходные фильтры автономных инверторов.
- 15.Трехфазные мостовые схемы инверторов напряжения и инверторов тока на транзисторах.
- 16.Способы управления трехфазным инвертором напряжения (методы 180 и 120 градусной коммутации).
- 17.Мостовая схема с управлением методом синусоидальной широтно-импульсной модуляции.
- 18.Особенности работы трехфазной мостовой схемы с нейтральным проводником при активно индуктивной нагрузке.
- 19.Внешние и энергетические характеристики однофазных и трехфазных инверторов.
- 20.Принцип действия резонансных преобразователей.

- 21.Схемы последовательных резонансных инверторов на тиристорах.
- 22.Принцип прямого преобразования частоты (непосредственные тиристорные преобразователи частоты). Трехфазно однофазная схема.
- 23.Трехфазные тиристорные преобразователи частоты.
- 24.Уменьшение искажения выходного напряжения.
- 25.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.Какой тип ключа применяется в силовой электронике?
Ответы:
контактор, автоматический выключатель, транзистор, сигнальный
Верный ответ: транзистор
- 3.Какое условие включения диода является верным?
Ответы:
прикладывается прямое напряжение; подача управляющего сигнала, прикладывается обратное напряжение, протекание прямого тока
Верный ответ: прикладывается прямое напряжение
- 4.К какому полупроводниковому ключу допускается прикладывать обратное напряжение?
Ответы:
тиристор, биполярный транзистор, полевой транзистор, контактор
Верный ответ: тиристор
- 5.Какие полупроводниковые ключи применяются в инверторах?
Ответы:
диоды, контакторы, транзисторы, реле
Верный ответ: транзисторы
- 6.Как называется функция преобразователя, при которой переменная составляющая напряжения преобразуется в постоянную составляющую?
Ответы:
инвертирование, выпрямление, регулирование, инверсия
Верный ответ: выпрямление
- 7.На каких полупроводниковых ключах собирается регулируемая схема выпрямления?
Ответы:
транзисторы, тиристоры, диоды, контакторы
Верный ответ: тиристоры
- 8.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
- 9.Какой формы ток нагрузки у однофазной диодной мостовой схемы с активной нагрузкой?
Ответы:
синусоидальный, синус по модулю, экспоненциальный, постоянный
Верный ответ: синус по модулю
- 10.При увеличении угла управления среднее значение выходного напряжения выпрямителя?
Ответы:

увеличивается, уменьшается, не изменяется, инвертируется

Верный ответ: уменьшается

11. Сколько ключей используется в трехфазной мостовой схеме выпрямителя?

Ответы:

3, 6, 4, 1

Верный ответ: 6

12. Какую функцию выполняет инвертор?

Ответы:

выпрямление, инверсия, инвертирование, регулирование

Верный ответ: инвертирование

13. Сколько ключей одновременно включено в однофазной схеме инвертора?

Ответы:

3, 2, 4, все

Верный ответ: 2

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

Ответы:

2, 3, 4, 8

Верный ответ: 3

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

Ответы:

синусоидальное, постоянное, меандр, синус по модулю

Верный ответ: меандр

16. 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

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 в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».