

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.09.12 Силовая электроника

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Специальные вопросы моделирования силовых полупроводниковых преобразователей»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.1

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 878, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.09.12 Силовая электроника, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение различных способов моделирования силовых полупроводниковых преобразователей для исследования их характеристик в различных режимах работы.

Задачами дисциплины являются:

- освоение имитационных моделей силовых полупроводниковых приборов;
- определение метода моделирования для исследования требуемой характеристики преобразователя;
- освоение различных программных средств моделирования для решения поставленной задачи исследования преобразователя.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

– способность к анализу тенденций развития современной элементной базы силовой полупроводниковой электроники (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

– способы математического моделирования силовых полупроводниковых преобразователей (УК-2);

– эквивалентные схемы моделей компонентов силовой электроники (ОПК-1).

уметь:

– определять целесообразность применения различных способов моделирования электронных устройств (ОПК-1);

– проводить расчет устройств силовой электроники на основе данных математического моделирования (ПК-4).

владеть:

– методами научного исследования характеристик и параметров силовых полупроводниковых преобразователей (УК-2);

– программными средствами моделирования силовых полупроводниковых преобразователей и анализа их работы в различных режимах (ПК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Базовые модели компонентов силовых полупроводниковых преобразователей (18 часов).

Среда моделирования Matlab & Simulink. Пакет Simulink/SimPowerSystems. Функциональные S – модели. Виртуальные SPS - модели. Способы взаимодействия SPS – моделей и S – моделей.

Модели источников электрической энергии. Модели электротехнических элементов (пассивные модели). Измерительные и контрольные устройства.

Модели полупроводниковых приборов силовой электроники: диоды, однооперационные тиристоры, двухоперационные тиристоры, идеальный ключ, IGBT, МДП – транзисторы. Модели электрических машин постоянного и переменного тока.

Эквивалентные схемы замещения моделей устройств силовой электроники (15 часов).

Схема замещения диода, аппроксимированная вольтамперная характеристика. Структура упрощенной модели тиристора. Структура уточненной модели тиристора. Настройка параметров уточненной модели тиристора.

Схема замещения модели полностью управляемого тиристора GTO. Схема замещения модели IGBT, статические вольтамперные характеристики. Параметры для моделирования процесса включения и выключения IGBT.

Схема замещения модели силового полевого транзистора MOSFET, аппроксимированная вольтамперная характеристика. Настройка параметров внутреннего диода MOSFET – body diode.

Моделирование и анализ силовых полупроводниковых преобразователей во временной и частотной области (18 часов).

Анализ динамических свойств преобразователя на основе дифференциальной модели. Схема LC – фильтра с нагрузкой R для однотактного преобразователя. Переходные процессы в однотактном преобразователе с LC фильтром при скачкообразном изменении нагрузки.

Анализ динамического режима преобразователя с общей отрицательной обратной связью. Зависимость угла модуляции от выходного напряжения. Функциональная модель преобразователя с контуром обратной связи.

Powergui – графический интерфейс пользователя. Решаемые задачи powergui: расчет установившегося режима, задание начальных условий, выполнение гармонического анализа, дискретизация модели, расчет схемы комплексным методом, задания характеристик намагничивания для нелинейного трансформатора.

Анализ в частотной области. Расчетный метод построения амплитудного спектра сигнала. Получение передаточной функции и частотных характеристик. Переход от передаточных функций непрерывных систем к передаточным функциям дискретных систем.

Моделирование силовых полупроводниковых преобразователей постоянного напряжения (18 часов).

Моделирование понижающего однотактного преобразователя постоянного напряжения. Модели понижающего двухтактного преобразователя постоянного напряжения: мостовая схема, полумостовая схема, push-pull схема.

Моделирование повышающего преобразователя постоянного напряжения. Моделирование корректора коэффициента мощности на базе регулятора второго рода: граничный и непрерывный режим. Безмостовая модель корректора коэффициента мощности.

Моделирование инверторов напряжения (15 часов).

Моделирование однофазного автономного инвертора напряжения – классическая ШИМ. Моделирование трехфазного автономного инвертора напряжения: классическая ШИМ, ШИМ с предмодуляцией третьей гармоники, ШИМ с пассивной фазой. Анализ спектрального состава и величины первой гармоник при различных видов ШИМ.

Расчет и построение энергетических характеристик инвертора. Статические и динамические характеристики трехфазного инвертора.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

7 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Функциональные S-модели.
2. Виртуальные SPS-модели.

3. Модуль powergui.
4. Модель силового диода.
5. Модели силового однооперационного тиристора: упрощенная и уточненная.
6. Модель силового запираемого тиристора.
7. Модель IGBT.
8. Модель силового полевого транзистора MOSFET.
9. Модель трансформатора с нелинейной характеристикой.
10. Виды анализа во временной области работы устройств силовой электроники.
11. Виды анализа в частотной области работы устройств силовой электроники.
12. Диаграмма Боде.
13. Модель импульсного преобразователя 1-го рода.
14. Модель импульсного преобразователя 2-го рода.
15. Модель обратноходового преобразователя.
16. Модель корректора коэффициента мощности.
17. Модель однофазного инвертора напряжения.
18. Модель трехфазного инвертора напряжения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Математическое моделирование электромеханических систем электрических аппаратов : учебное пособие по курсам "Математическое моделирование электротехнических объектов", "Моделирование электромагнитных полей", "Механизмы электрических аппаратов" по специальности "Электрические и электронные аппараты" / П. А. Курбатов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд. дом МЭИ, 2007 . – 110 с. - ISBN 978-5-383-00092-2

2. Моделирование в технике : учебное пособие по курсу "Моделирование в технике" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. П. Рубцов, М. Я. Погребиский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд. дом МЭИ, 2008 . – 104 с. - ISBN 978-5-383-00205-6

3. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика : учебное пособие для вузов по специальности 230301 "Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах" и 230103 "Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы" / В. И. Васильев, Б.Г. Ильясов . – М. : Радиотехника, 2009 . – 392 с. - ISBN 978-5-88070-225-1

Дополнительная литература:

4. MATLAB и Simulink в электроэнергетике : справочник / В. П. Дьяконов, А.А. Пеньков . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2009 . – 816 с. - ISBN 978-5-9912011-4-8