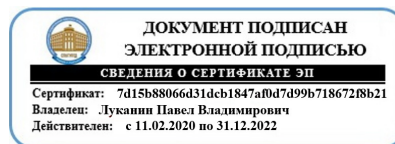


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09

Системы управления преобразователями электрической энергии

Учебный план:

ФГОС3++z130302-1_19-15.plx

Кафедра:

30

Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:
(специальность)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки:
(специализация)

Электропривод и автоматика

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
5	УП	8	6	10	215	13	7	Экзамен, Зачет, Курсовой проект
	РПД	8	6	10	215	13	7	
Итого	УП	8	6	10	215	13	7	
	РПД	8	6	10	215	13	7	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Николаев В.П.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного
электропривода и электротехники

Хардигов Е.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Хардигов Е.В.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Овладеть принципами построения и способами реализации систем управления тиристорными и транзисторными преобразователями постоянного и переменного тока.

1.2 Задачи дисциплины:

Получение практических навыков по работе с полупроводниковыми преобразователями.

Освоение методов наладки и настройки систем управления.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Теория автоматического управления

Электроника

Электродинамика

Монтаж, наладка и эксплуатация электроприводов

Силовая электроника

Автоматизация технологических процессов и производств

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПКп-1: Способен участвовать в разработке мероприятий по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования, улучшения его эксплуатационных характеристик
--

Знать: Основные режимы технологического процесса; основные параметры технологического процесса.
--

Уметь: Выбирать типы преобразователей; анализировать параметры и характеристики преобразователей.
--

Владеть: Навыками параметрирования преобразователей; способностью рассчитывать параметры преобразователей.

ПКп-2: Готовность к выполнению работ по монтажу, наладке и испытанию электротехнического оборудования
--

Знать: Основные характеристики и параметры выбранных преобразователей; принцип работы соответствующих преобразователей.
--

Уметь: Применять знания в области электрических преобразователей для обоснованного их выбора; применять полученные знания для освоения дисциплин профессионального цикла.
--

Владеть: Некоторыми навыками работы с электрическими преобразователями; методами моделирования исследуемых электрических преобразователей.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Общие сведения и классификация систем управления.	5					
Тема 1. Введение. Развитие преобразовательной техники. Требования, предъявляемые к системам импульсно-фазового управления (СИФУ).		1			18	
Тема 2. Классификация и структурные схемы СИФУ. Однофазные и многофазные, одноканальные и многоканальные, синхронные и асинхронные, замкнутые и разомкнутые системы управления.		1			16	
Раздел 2. Блоки СИФУ.						
Тема 3. Элементы СИФУ. Устройства синхронизации, фазосдвигающие устройства, распределители импульсов, усилители мощности		2			16	
Тема 4. Однофазные управляемые выпрямители (УВ) Однополупериодные и двухполупериодные УВ. Горизонтальный и вертикальный принцип управления.			2		14	
Тема 5. Раздельное управление. Особенности управления тиристорами			1		16	
Тема 6. Совместное управление. Особенности. Временные диаграммы.			1		13	
Раздел 3. Трехфазные и реверсивные						
Тема 7. Многоканальные системы управления (СУ). Особенности многоканальных СУ.		2			24	
Тема 8. Одноканальные СУ. Особенности СУ. Асинхронные выпрямители.			2		18	
Раздел 4. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП).						
Тема 9. Структурные схемы ШИП. Принципы построения. Временные диаграммы.		1		2	20	
Лабораторная работа: Вводное занятие. Тема 10. Реверсивные и нереверсивные ШИП. Структурные схемы и основные блоки. Лабораторная работа: Исследование характеристик элементов систем управления		1		4	20	
Раздел 5. Методы защиты преобразователей.						

Тема 11. Токовая защита. Методы токовой защиты.				2	20	
Лабораторная работа: Исследование характеристик СУ трехфазного полупроводникового выпрямителя						
Тема 12. Защита от перенапряжений. Основные способы.				2	20	
Лабораторная работа: Исследование характеристик СУ шестифазного управляемого выпрямителя						
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	8	6	10		215	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Зачет, Курсовой проект)			2,75		10,25	
Всего контактная работа и СР по дисциплине			26,75		225,25	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): • Разработка и проектирование различных систем управления преобразователями электрической энергии
• Составление принципиальных схем систем управления преобразователями

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1 Разработка системы управления широтно-импульсным преобразователем
2 Однофазный многоканальный полупроводниковый мостовой выпрямитель без силового трансформатора
3 Однофазный одноканальный полностью управляемый мостовой выпрямитель без силового трансформатора
4 Однофазный одноканальный мостовой выпрямитель на оптронах тиристорах
5 Однофазная асинхронная СУ для выпрямителя с нулевой точкой
6 Трехфазная синхронная многоканальная СУ для трехфазного нулевого выпрямителя на оптронах тиристорах
7 Трехфазная синхронная многоканальная СУ для полупроводникового мостового выпрямителя
8 Однофазная синхронная цифровая одноканальная СУ для выпрямителя с нулевой точкой на оптронах тиристорах
9 Спроектировать СУ для выпрямителя с нулевой точкой на оптронах тиристорах
10 Спроектировать СУ для нереверсивного преобразователя с ШИМ на транзисторах
11 Трехфазная асинхронная СУ для трехфазного нулевого выпрямителя
12 Трехфазная одноканальная СУ для полупроводникового мостового выпрямителя
13 СУ автономного инвертора напряжения с ШИМ
14 Трехфазная мостовая СУ с цифроаналоговым управлением нереверсивного, одноканального с обратной связью по скорости
15 Трехфазная мостовая одноканальная СУ с обратной связью по току и скорости
16 Однополярный ШИМ, транзисторный с обратной связью по скорости для ДПТ

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка представляет собой текстовый документ, выполняемый в соответствии с требованиями ЕСКД. Общий объем пояснительной записки должен составлять примерно 15-20 листов формата А4. Расчетные формулы и необходимые вычисления записываются по тексту изложения материала. Текст состоит из разделов и имеет сквозную нумерацию страниц, рисунков, таблиц. Раздел «Введение» является первым листом пояснительной записки. Текст печатается через 1,0 интервал, поля сверху, снизу – по 2 см, слева – 2,5 см, справа – 1,5 см. шрифт 14 п.к. (Times New Roman). Графическая часть может выполняться на отдельных листах или миллиметровой бумаге, располагается по тексту записки.

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие структурные элементы в приведенной последовательности:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание (оглавление);
- введение;
- теоретическая часть;
- экспериментальная часть;
- заключение;
- список литературы.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПКп-1	Имеет достаточное представление об основных режимах и параметрах технологических процессов. Показывает способность выбирать преобразователи. Использует теоретические знания для параметрирования и расчета параметров преобразователей.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовой проект
ПКп-2	Правильно излагает методы определения параметров оборудования типовых технических схем. Демонстрирует способность моделировать объекты профессиональной деятельности и определять их характеристики. Показывает навыки выбора и работы программно-аппаратных средств систем автоматизированного электропривода.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовой проект

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой электрической цепи. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в занятиях или несущественные ошибки.	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области электротехники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом - существенные ошибки или пробелы в занятиях.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.

	подсказкой другого человека.	
Зачтено	Обучающийся показывает достаточные знания дисциплины: • хорошо разбирается в основных типах СУ, которые применяются в автоматизированном электроприводе, поясняет их принцип работы, характеристики и параметры; • может обосновано выбирать необходимые преобразователи в соответствии с поставленной задачей в схемах автоматизации производственных процессов; • показывает достаточные навыки работы с преобразователями, которые используются в автоматизированном электроприводе и схемах автоматики.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины: • не знает принцип работы основных СУ, их характеристики и параметры; • не умеет выбрать требуемый преобразователь; • не владеет необходимыми навыками работы с преобразователями.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 5	
1	Трансформаторные блоки УГР.
2	Классификация устройств гальванической развязки (УГР).
3	Стабилизаторы с высокочастотным преобразованием.
4	Интегральные стабилизаторы. Схемы включения. Параметры. Система обозначений.
5	Компенсационный стабилизатор на ОУ.
6	Компенсационный стабилизатор на транзисторах.
7	Компенсационные стабилизаторы в источниках питания.
8	Параметрические стабилизаторы в источниках питания (ИП).
9	Генераторы управляющих импульсов с высокочастотным заполнением.
10	ГОИ для управления оптотиристорами.
11	ГОИ с применением оптронных пар.
12	Выходная цепь выходного усилителя.
13	ГОИ с трансформаторным выходом
14	ГОИ с бестрансформаторным выходом и параллельным ключом.
15	ГОИ с бестрансформаторным выходом и последовательным ключом.
16	Классификация генераторов одиночных импульсов (ГОИ).
17	Классификация выходных устройств.
18	ПУ на основе ждущего блокинг-генератора.
19	Промежуточные устройства с положительной обратной связью.
20	Промежуточные устройства (ПУ) с RC-цепью на входе.
21	Структура и требования, предъявляемые к усилителям-формирователям (УФ).
22	Устройства сравнения при дифференциальном включении ОУ.
23	Устройства сравнения на неинвертирующем ОУ.
24	Устройства сравнения на инвертирующем ОУ.
25	Устройства сравнения на транзисторах.
26	Классификация узлов. Сравнение и требования, предъявляемые к ним.

27	ГРН на основе операционного усилителя (ОУ).
28	ГРН с транзисторным коммутатором.
29	ГРН с диодным коммутатором для многофазной СУ.
30	ГРН с диодным коммутатором для однофазной СУ.
31	ГРН с коммутатором.
32	ГРН с пилообразным выходным напряжением на основе суммирования нескольких синусоид.
33	Генераторы развертывающего напряжения (ГРН) с синусоидальным выходным напряжением.
34	Фазосдвигающее устройство (ФСУ) для горизонтального принципа управления.
35	Вертикальный принцип управления.
36	Горизонтальный принцип управления.
37	Структура многоканальной, синхронной системы управления (СУ).
38	Особенности управления тиристорами, транзисторами и параметры управляющих импульсов.
39	Диапазон управления в управляемом выпрямителе.
40	Классификация систем управления.
41	Назначение систем управления и требования, предъявляемые к ним.
42	Классификация силовых частей тиристорных выпрямителей.
43	Классификация полупроводниковых преобразователей.
44	Классификация преобразователей видов энергии.
45	Принципиальная схема ШИП. Принцип действия. Временная диаграмма.
46	СУ для широтно-импульсных преобразователей (ШИП).
47	Способы защиты от перенапряжений.
48	Бесконтактная защита от токов короткого замыкания.
49	Способы защиты преобразователей от аварийных токов.
50	Классификация защитных устройств преобразователей и требования, предъявляемые к ним.
51	СУ для непосредственных преобразователей частоты.
52	Принцип построения СУ автономными инверторами
53	Устройство ограничения узлов управления в синхронном выпрямителе.
54	Принцип действия синхронного выпрямителя. Достоинства и недостатки.
55	УС для многофазной СУ.
56	УС для однофазной СУ.
57	Особенности построения устройств синхронизаций УС в одноканальных СУ.
58	Построение распределителей импульсов (РИ).
59	Структура одноканальной системы управления.
60	УГР с высокочастотным преобразованием. Модулятор- демодулятор (МДМ).

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Написать диапазон изменения угла α в управляемом выпрямителе при активной нагрузке.
2. Нарисовать структурную схему управляемого выпрямителя.
3. Изобразить схему узла сравнения на ОУ с инвертирующим входом.
4. Изобразить схему параметрического стабилизатора.
5. Нарисовать схему включения интегральных стабилизаторов.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, справочниками по выпускаемым электрическим аппаратам;

Время на защиту курсового проекта 15 мин;

Время на подготовку ответа 30 минут;

В течение семестра выполняются контрольные работы

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Лоскутов Е. Д.	Схемотехника аналоговых электронных устройств	Саратов: Вузовское образование	2016	http://www.iprbookshop.ru/44037.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Мелешин В. И., Овчинников Д. А.	Управление транзисторными преобразователями электроэнергии	Москва: Техносфера	2011	http://www.iprbookshop.ru/36873.html
Волович Г. И.	Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств	Саратов: Профобразование	2017	http://www.iprbookshop.ru/64066.html
Селиванова З. М.	Схемотехника электронных средств	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/85974.html
Галочкин В. А., Елисеев С. Н.	Схемотехника аналоговых и цифровых устройств	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2016	http://www.iprbookshop.ru/71886.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электротехника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engenegr.ru/oks/elektrotehnika>

ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электроника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engenegr.ru/oks/elektronika>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
А-105	Лабораторных стенд по исследованию электроприводов постоянного и переменного тока
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду