

ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ЭШПерТ

5 семестр, 2009

1. Дисциплина имеет главной целью ознакомить студентов с современными электроприводами переменного тока, его структурными схемами, физическими процессами в них, принципами управления и регулирования координат в электроприводах с машинами переменного тока, а также элементной базой силового и информационного каналов электропривода, принципам проектирования автоматизированных электроприводов переменного тока.

2. Кредитная стоимость дисциплины – 6.

3. Курс «Электропривод переменного тока» относится к специальным дисциплинам при подготовке инженеров по специальности 140604 – электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов. Является основополагающей базовой дисциплиной при подготовке инженеров и магистров по специальности. Имеет главной целью ознакомить студентов с современными электроприводами переменного тока, его структурными схемами, физическими процессами в них, принципами управления и регулирования координат в электроприводах с машинами переменного тока, а также элементной базой силового и информационного каналов электропривода, принципам проектирования автоматизированных электроприводов переменного тока. Целью практических занятий является знакомство студентов с современными серийными цифровыми системами электроприводов переменного тока и обучение их настройке электроприводов с различными структурами и видами нагрузок.

4. В результате изучения дисциплины студенты должны **иметь представление**:

- о связи курса с другими дисциплинами и его место в ряду прочих курсов специальности;
- о роли в подготовке студентов данной специальности;
- о современном состоянии научной дисциплины, являющейся основой для учебного курса, и перспективах ее развития в будущем;
- об основных сферах применения получаемых знаний;
- о существующих подходах к рассмотрению вопросов курса;

В результате изучения дисциплины студенты должны **знать**:

- области применения систем электрического привода переменного тока, его назначение, тенденции развития; энергетические и технико-экономические характеристики;
- типы систем регулируемого электропривода переменного тока и их технические характеристики;
- принципы действия и построения оборудования, особенности эксплуатации автоматизированных электроприводов переменного тока;
- типовые технические решения и системы электропривода переменного тока.

В результате изучения дисциплины студент должен **уметь использовать**:

- современные методы анализа и синтеза электромеханических устройств, выполненных на основе электроприводов переменного тока;
- математические методы исследования систем автоматического управления электроприводами переменного тока;

- методы расчета процессов и режимов работы электроприводов переменного тока;
- пользоваться стандартами при выполнении конструкторских, исследовательских и других видов документов, использовать стандартную терминологию, определения и обозначения.

владеть:

- методами обоснованного выбора различного электротехнического оборудования для электроприводов переменного тока;
- методами расчета и выбора элементов автоматизированного электропривода переменного тока;
- методами наладки и эксплуатации систем автоматизированных электроприводов переменного тока производственных установок в различных отраслях промышленности;

иметь опыт:

- создания физических моделей электромеханических и силовых электронных устройств переменного тока и их экспериментального исследования;
- экспериментальных исследований электроприводов переменного тока и систем автоматического управления;
- чтения и анализа основных типов схем автоматизированного электропривода переменного тока.

5. Содержание

(ЛЕКЦИИ 54 ЧАСА)

Модуль 1. Двигатели и преобразователи электроприводов переменного тока (14 часов)

5.1. Основные сведения

Определение понятия "электропривод переменного тока". Назначение электропривода переменного тока как средства обеспечения современных технологических процессов. Электропривод переменного тока как система. Структурная схема электропривода переменного тока, силовой и информационный каналы. Общие требования к электроприводу переменного тока. Краткие сведения из истории развития электропривода переменного тока. Возможности управления координатами, характеристики, зоны работы с постоянным моментом, постоянной мощностью, вентиляторным моментом. Область применения, современное состояние и перспективы развития.

5.2. Асинхронный двигатель

Принцип действия, конструкция. Уравнения двигателя в естественной системе координат. Уравнения асинхронного двигателя в неподвижной и вращающейся системе координат. Уравнения момента и движения асинхронного двигателя. Скалярное и векторное управление асинхронным двигателем.

5.3. Синхронный двигатель

Принцип действия, конструкция. Физические процессы, параметры, режимы работы синхронных машин. Естественные и искусственные механические характеристики. Принципы управления координатами в разомкнутых структурах. Режимы работы синхронного двигателя. Пуск, синхронизация и регулирование скорости синхронных двигателей. Автоматическое регулирование тока возбуждения. Синхронный двигатель как динамический объект.

5.4. Специальные электрические двигатели

Вентильный двигатель с постоянными магнитами. Принцип работы вентильного двигателя. Электропривод по системе транзисторный коммутатор – вентильный двигатель с постоянными магнитами. Структурные схемы регулируемого электропривода с вентильным двигателем. Асинхронные вентильные каскады и двигатели двойного питания. Принцип работы каскадных схем асинхронного привода.

5.5. Принципы построения статических преобразователей частоты для электроприводов переменного тока и методы управления ими

Непосредственные преобразователи частоты. Схемы включения преобразующих групп, принципы формирования выходного синусоидального напряжения, преимущества и недостатки. Двухступенчатые преобразователи частоты. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Способы принудительной коммутации тиристоров в автономных инверторах. Схемы автономных инверторов. Элементная база транзисторных инверторов напряжения. Биполярные транзисторы с изолированным затвором IGBT и модули на их основе. Мощные полевые транзисторы MOSFETы. Способы регулирования напряжения в двухступенчатых преобразователях частоты.

Модуль 2. *Скалярное и векторное управление электроприводами переменного тока*
(20 часов)

5.6. Скалярное регулирование координат в электроприводах с асинхронными машинами

Физические процессы, параметры, схема замещения, режимы работы асинхронных машин. Естественные и искусственные статические характеристики. Расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя и его механических и электромеханических характеристик.

Принципы управления координатами асинхронного короткозамкнутого двигателя в разомкнутой структуре при неизменной скорости поля. Регулирование скорости АД резисторами в цепи статора и ротора, изменением числа пар полюсов. Регулирование координат электропривода в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель. Схемы управления. Структурные схемы. Методы анализа и синтеза скалярных систем управления асинхронного двигателя.

5.7. Частотное управление асинхронным двигателем

Обобщенная функциональная схема векторного частотного управления асинхронным двигателем. Схема скалярного частотного управления с IR-компенсацией. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и регуляторами тока, выполненных в неподвижной и вращающейся системе координат. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотно-токовым векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и задании тока в полярных координатах. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с косвенной ориентацией по полю построенная на базе автономного источника тока. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с прямой ориентацией по вектору потокосцепления. Принципы построения бездатчиковых частотно-регулируемых электроприводов.

Модуль 3. *Анализ и синтез систем управления электроприводов переменного тока. Энергетика электроприводов.* (20 часов)

5.8. Анализ и синтез систем управления частотно-регулируемых электроприводов

Структурные схемы. Методика синтеза многоконтурных систем управления электроприводами переменного тока. Методика расчета статических и динамических характеристик и показателей качества работы частотно-регулируемых электроприводов. Прикладные программы расчета. Вопросы линеаризации и адаптации. Цифровые системы управления работы частотно-регулируемыми электроприводами. Особенности переходных процессов в синхронном электроприводе.

5.9. Энергетика электроприводов

Постоянные и переменные потери мощности при номинальном и других установившихся режимах, коэффициент потерь электродвигателя. Энергетические показатели регулируемого электропривода в установившемся режиме. Потери электроэнергии в переходных процессах электропривода и способы их снижения. Оценка энергетической эффективности электропривода. Оценка надежности электропривода. Экономические аспекты проектирования электроприводов.

6. Пререквизиты

Теоретической базой дисциплины "Электропривод переменного тока" являются дисциплины: "Электронная, микропроцессорная и преобразовательная техника", "Теоретические основы электротехники", "Методы и средства автоматизации инженерного труда", "Основы электропривода", "Теория электропривода", "Преобразовательная техника". Дисциплина должна формировать широкие представления об автоматизированном электроприводе переменного тока как основе автоматизации промышленных установок и технологических комплексов.

7. Учебники. Основная литература по дисциплине

1. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов.-М.: Энергоатомиздат, 1985.-560 с.: ил.
2. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.; Л.: Энергия, 1977.-432 с.: ил.
3. Копылов И.П. Электротехнический справочник. Т. 3. - М.: Энергоатомиздат, 1988.-256 с.: ил.
4. Справочник по электрическим машинам: В 2т./ Под общей ред. И.П. Копылова.- М.: Энергоатомиздат, 1988.-456 с.: ил.

8.1. Дополнительная литература по дисциплине

1. Онищенко Г.Б., Аксенов М.И. и др. Автоматизированный электропривод промышленных установок. - М.: РАСХН - 2001. 520 с.
2. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты: – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. 654 с.: ил.
3. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. Для вузов. - М.: Высш. шк., 2001.- 327 с.: ил.

4. Поздеев А.Д. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах. - Чебоксары: Изд-во Чуваш.ун-та, 1998.- 172 с.: ил.

8.2 Методические указания

1. Чернышев А.Ю., Чернышев И.А. Расчет характеристик электроприводов переменного тока. Ч1. Асинхронный двигатель: Учебное пособие.– Томск: Изд-во ТПУ, 2005.
1. Чернышев А.Ю., Ланграф С.В. Изучение преобразователя частоты модели «ВЕС-ПЕР Е1-9001»: Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по курсу «Электропривод переменного тока» для студентов специальности 140604 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов». – Томск: Изд. ТПУ, 2002.-23 с.
2. Чернышев А.Ю., Ланграф С.В., Чернышев И.А. Исследование систем «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель»: Методические указания к

9. Координатор Чернышев Александр Юрьевич, к.т.н., доцент

10. Использование компьютера

Компьютерный иллюстрационный материал для чтения лекций, стандартные прикладные и специализированные программы для выполнения лабораторных работ и практических занятий.

11. Лабораторные работы и проекты

Лаборатория позволяет выполнить следующие лабораторные работы:

Лабораторная работа № 1

1. Исследование систем тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель
4 часа

Лабораторная работа № 2

2. Исследование разомкнутых скалярных систем преобразователь частоты – асинхронный двигатель
4 часа
3. Исследование замкнутых скалярных систем преобразователь частоты – асинхронный двигатель
4 часа

Лабораторная работа № 4

4. Исследование систем векторного управления асинхронным двигателем
-6 часов

Преподаватель Чернышев А.Ю.

Дата _____ 25.04.2009 г. _____