

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования Тульский государственный университет
Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра электротехники и электрооборудования

Основы автоматизированного вентильного электропривода

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсовой работы для студентов
направлений подготовки:
140600 – электротехника, электромеханика и электротехнологии

специальностей подготовки:
140610 – электрооборудование электрохозяйство предприятий, организаций
и учреждений (1212)

Форма обучения очная

Тула 2020

1. Введение

Курс "Основы автоматизированного вентильного электропривода" является одной из фундаментальных дисциплин в процессе подготовки специалистов к производственной и исследовательской работе в области создания автоматизированного управления технологическими процессами. В этом курсе студенты изучают принципы действия, структуры, методы расчета и области применения основных схем вентильного электропривода и устройств автоматики аналогового действия в дискретном и интегральном исполнении. Методические указания по выполнению курсовых работ по курсу " Основы автоматизированного вентильного электропривода " определяют цель, задачи и организацию расчета закона оптимального управления вентильным электроприводом, реализацию закона при помощи электронных устройств; требования к объему и содержанию курсовой работы.

2. Цель и задачи выполнения курсовой работы

Курсовая работа представляет собой расчет закона оптимального управления вентильным электроприводом и электронных устройств, в которой студент на основе анализа задания, используя новейшие достижения науки и техники, самостоятельно решает вопросы по расчету закона оптимального управления вентильным электроприводом и электронных устройств, удовлетворяющих заданным требованиям: разработки функциональных и принципиальных схем, расчета схем; выбора элементной базы; анализа свойств, параметров и характеристик спроектированного устройства; разработки технической документации.

Целью выполнения курсовой работы является:

1. Закрепление, расширение и углубление знаний в области принципов действия, способов построения, методов расчета и анализа автоматизированного вентильного электропривода.
2. Развитие навыков применения теоретических знаний для решения инженерных и научных задач.
3. Развитие практических навыков по расчету электронных устройств, умения пользоваться технической справочной литературой и ГОСТами ЕСКД.
4. Приобретение навыков решения творческих, исследовательских задач в результате самостоятельной работы, изучения литературы, применения ЭВМ для анализа и синтеза устройств и их исследования.

3. Основные требования к курсовой работе

3.1. Тематика курсовой работы

Темой курсовой работы является разработка закона оптимального управления вентильным электроприводом и электронных устройств, содержащих усилительные и преобразовательные функциональные узлы.

3.2. Исходные данные к курсовой работе

Исходные данные на расчет закона оптимального управления вентильным электроприводом определяются его типом.

3.3. Задание на курсовую работу

Для расчета оптимального управления вентильным электроприводом каждому студенту выдается руководителем задание на курсовую работу. Задание оформляется в одном экземпляре на типовом бланке, подписывается руководителем и студентом, утверждается заведующим кафедрой, а затем прилагается к курсовой работе. В задании указывается тема работы, исходные данные к курсовой работе, приводится график выполнения отдельных этапов работы, указываются сроки смотра курсовых работ, представления работы на рецензию, на заключение руководителю и представления работы к защите.

3.4. Объем курсовой работы

Курсовая работа должна содержать расчетно-пояснительную записку объемом 25-30 страниц формата А4 (297 x 210 мм), с графической частью, в виде структурных, функциональных и принципиальных схем рассчитываемого устройства.

3.5. Работа над курсовой работой

Курсовая работа состоит из следующих этапов: 1. Проведение обзора литературы по современным вентильным электроприводам, анализ задания. 2. Анализ возможных вариантов определения оптимального закона управления, обеспечивающих выполнение заданных функций, разработка структурной схемы электронного устройства. 3. Анализ путей реализации выбранной структурной схемы устройства, возможности применения унифицированных модулей и интегральных схем, выбор элементной базы. 4. Разработка, описание принципа работы и электрический расчет принципиальной схемы устройства. 5. Анализ свойств параметров и характеристик электронного устройства, окончательное уточнение закона управления. 6. Оформление курсовой работы. 7. Представление работы на рецензию и на заключение руководителю. 8. Защита курсовой работы.

3.6. Защита курсовой работы

Перед защитой к указанному в задании сроку студент представляет курсовую работу рецензенту на рецензию и на заключение руководителю. Курсовая работа представляется рецензенту и руководителю полностью оформленной, подписанной студентом с указанием даты.

Руководитель работы дает письменное заключение с анализом выполнения задания и требований к оформлению работы, делает вывод о возможности допуска студента к защите работы. Заключение подписывается руководителем с

указанием даты возврата курсовой работы студенту.

Если руководитель работы сделает вывод о невозможности допуска студента к защите курсовой работы, последний обязан переработать работу в соответствии с замечаниями руководителя и вновь представить ее на заключение. В случае обнаружения несамостоятельной работы студента над заданием выдается новое задание на курсовую работу.

При подготовке к защите курсовой работы студент анализирует рецензию и заключение руководителя, вносит необходимые исправления в работу с учетом замечаний, составляет доклад для защиты работы, рассчитанный на 5-10 мин. В докладе должна быть сформулирована поставленная перед студентом задача, освещены пути и методы ее решения, полученные результаты; отмечены оригинальные места выполненной разработки, особенности схемных решений, практическая ценность устройства. В заключение доклада дается ответ на сделанные замечания по содержанию и оформлению работы.

Защита работы проводится перед комиссией в составе руководителя работы и членов комиссии, назначенных решением кафедры.

После доклада студент отвечает на вопросы членов комиссии по содержанию работы и общетеоретическому материалу.

Студент, не сумевший защитить свою работу перед комиссией, получает неудовлетворительную оценку. При этом комиссия на листе заключения излагает мотивы своего решения и предложения по доработке курсовой работы или по выдаче нового задания. К повторной защите студент допускается лишь после доработки работы или выполнения новой и соответствующего заключения руководителя.

4. Методические указания к работе над курсовой работой

4.1. План построения и содержание разделов пояснительной записки к курсовой работе.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) задание на курсовую работу, подписанное студентом, руководителем и утвержденное заведующим кафедрой;
- 3) содержание;
- 4) введение и обзор литературы по современным электроприводам;
- 5) разработка оптимального закона управления приводом, анализ возможных вариантов;
- 6) разработка и описание принципиальной схемы устройства, анализ путей его реализации;
- 7) моделирование устройства;
- 8) анализ свойств, параметров и характеристик спроектированного устройства с применением ЭВМ;

9) заключение;

10) список использованных источников.

4.2. Методические указания к выполнению отдельных разделов курсовой работы

Первый шаг в процессе любого расчета заключается в ознакомлении с поставленной задачей. Необходимо проанализировать задание и четко уяснить те функции, которое должен выполнять вентильный электропривод. Для изучения задачи необходимо провести обзор литературы по вентильным электроприводам, уяснить отношение проектируемого устройства к другим типам приводов, выполняющих функции, подобные функциям проектируемого устройства.

Следующий шаг состоит в формулировке подхода к решению задачи. Пользуясь литературой, нужно попытаться найти несколько путей (вариантов) решения поставленной задачи, рассмотреть и проанализировать исходные данные. После выбора структуры устройства провести анализ путей реализации устройства, рассмотреть несколько вариантов закона управления. Редко бывает так, чтобы существовал единственный "наилучший" путь решения задачи, поэтому необходимо сравнить между собой возможные варианты и аргументировать выбор окончательного варианта с точки зрения обеспечения заданных функций и технических показателей. Описать путь решения задачи.

Важнейшим разделом курсовой работы является моделирование вентильного электропривода с оптимальным законом управления. Необходимо иметь в виду, что только на основе моделирования может быть окончательно уточнена и разработана принципиальная схема электронного устройства, соответствующая заданным требованиям. Студенту предоставляется право самостоятельного выбора методики расчета с соответствующим обоснованием.

Особое внимание следует обратить на то, что никакие функциональные блоки и устройства не могут быть рассчитаны обособленно. Необходимо учитывать взаимосвязь и обеспечивать согласование отдельных каскадов по входным и выходным параметрам как между собой, так и с нагрузкой и источниками сигналов. Кроме согласования по входным и выходным сопротивлениям, необходимо согласование по уровню сигналов на входах последующих и на выходах предыдущих функциональных блоков с учетом их взаимного влияния.

В том случае, если из моделирования следует, что выбранный вариант закона не удовлетворяет предъявляемым требованиям, необходимо провести анализ путей улучшения качественных показателей регулятора за счет изменения параметров или структуры схемы и найти нужное решение.

При расчете любого электронного устройства приборы и элементы схемы выбираются таким образом, чтобы схема обеспечивала выполнение заданных функций, а режимы работы приборов соответствовали номинальным и не

превышались предельно допустимые параметры. В расчетной части обязательно приводятся все справочные данные и характеристики для выбранных транзисторов, диодов, операционных усилителей, других микросхем и элементов. Режимы работы транзисторов задаются на основе использования выходных и входных статических характеристик и построения нагрузочных прямых по постоянному току и по усиливаемому сигналу. При выборе элементов и приборов необходимо учитывать экономическую и конструкторскую целесообразность их применения и обеспечение условий надежности работы устройств.

Для резисторов рассчитывается необходимая величина сопротивления, которая округляется до ближайшего значения из ряда номинальных сопротивлений, определяется максимальная мощность, рассеиваемая на сопротивлении, после чего выбирается тип резистора.

Конденсаторы выбираются по расчетной емкости, также округленной до номинального значения, и по величине рабочего напряжения. Тип конденсатора определяется условиями работы.

Трансформаторы и дроссели рекомендуется выбирать типовые, выпускаемые промышленностью.

После окончания электрического расчета приводятся параметры и характеристики спроектированного устройства, дается их анализ и соответствие требованиям, сформулированным в задании.

При печатном монтаже устройства разрабатываются печатные платы. Конструкторско - технологическое проектирование ведется в соответствии с существующими ГОСТами [56-61].

4.3. Применение ЭВМ в курсовом проектировании

Для уточненного анализа характеристик отдельных функциональных узлов и устройства в целом, а также для поиска наилучших параметров и структуры в процессе проектирования следует применять систему автоматизированного анализа электронных схем на ЭВМ.

Применение ЭВМ дает возможность не только ускорить расчет и повысить его точность, но и перейти к машинному моделированию электронных схем и к автоматизированному анализу их характеристик. Это позволяет заменить исследование электронных схем на макетах исследованием на машинных моделях, проводить многовариантный анализ, исследовать чувствительность характеристик схем к изменению параметров элементов, выявлять цепи, наиболее существенно влияющие на частотные характеристики, анализировать устойчивость схем с обратными связями, проводить параметрическую оптимизацию и поиск наилучшей структуры. Программы машинного моделирования и автоматизированного анализа схем являются центральным элементом систем автоматизированного проектирования (САПр). При автоматизированном анализе задача вводится в ЭВМ как предметная, задаются

структура схемы и параметры элементов, а построение математической модели, формирование системы уравнений с последующим решением и получением результатов выполняются ЭВМ. Применение ЭВМ сокращает объем рутинной работы, освобождает время для творчества и повышает эффективность проектирования.

4.4. Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка выполняется черными или синими чернилами (пастой), грамотно, аккуратно, без исправлений на листах белой бумаги формата А4. В записке в соответствии с содержанием приводятся описание необходимых схем, электрический расчет, таблицы, графики, принципиальные схемы, результаты расчета на ЭВМ. Оформление записки производится в соответствии с действующими ГОСТами, при этом необходимо пользоваться методическими указаниями по применению ГОСТов ЕСКД в курсовом и дипломном проектировании.

4.5. Оформление графической части проекта

Графическая часть работы - чертежи - выполняются в карандаше или тушью на листах формата А4. Чертежи должны строго соответствовать действующим ГОСТам, при их выполнении следует пользоваться методическими указаниями по применению ГОСТов ЕСКД в курсовом и дипломном проектировании.

Библиографический список

1. Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины. М.: Высш. шк., 1985.
2. Рожнов Н.М., Русаков А.М., Сугробов А.М., Тыричев П.А. Вентильные генераторы автономных систем электроснабжения. Под ред. П.А. Тыричева – М.: Издательство МЭИ, 1996. – 280 с.
3. Бутаев Ф.И., Эттингер Е.Л. Вентильный электропривод. М.: ГЭИ, 1951.
4. Дубенский А.А. Бесконтактные двигатели постоянного тока М.: Энергия, 1967.
5. Двигатели постоянного тока с полупроводниковыми коммутаторами. Под ред. Овчинникова И.Е. Л.: Наука, 1972.
6. Мелихов Н.Н., Морозов В.А. Системы управления вентильными двигателями автономных объектов. Учебное пособие. М.: МЭИ, 1981. – 95 с.
7. Автоматизированный электропривод: Под ред. Г.Б. Онищенко. Учебное пособие – М.: РАСХН, 2003. – 320 с.
8. Ловчаков В.И., Сухинин Б.В., Сурков В.В. Оптимальное управление электротехническими объектами. Учебное пособие. - Тула, ТулГУ, 2004. - 152 с.

9. Москаленко В.В. Системы автоматизированного управления электроприводами. – М.: Машиностроение, 1998. – 208 с.
10. Справочник по автоматизированному электроприводу./ Под ред. В. А. Елисеева и А. В. Шинявского. – М.: Энергоатомиздат, 1983 - 616 с.
11. Ловчаков В.И., Сухинин Б.В., Сурков В.В. Нелинейные системы управления электроприводами и их аналитическое конструирование. - Тула, ТулГУ, 1999. - 180 с.
12. Руденко В. С., Сенько В. И., Чиженко Н.А. Преобразовательная техника. - М.: Высшая школа, 1980 -312с.
13. Забродин Ю. С. Промышленная электроника. М.: Высшая школа, 1982 - 496 с.
14. Справочник по преобразовательной технике. /Под. Ред. И. М. Чиженко. К.: Техніка, 1978 - 447 с.
15. Силовая электроника: Примеры и расчеты/ Ф. Чаки, И. Герман, И. Ишпич и др. Пер с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. - 384 с.
16. Ривкин Г. А. Преобразовательные устройства. М.: Энергия, 1970 - 544 с
17. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями – М.: Энергия, 1974.-328 с.
18. Воробьев Е.И. Проектирование электронных устройств: - М.: В.шк., 1989. - 223 с.
19. Захаров В.К., Лыпарь Ю.И. Электронные устройства автоматики и телемеханики. - Л.: Энергоиздат, 1984. - 432 с.
20. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. - М.: Высш. школа, 1991. - 622 с.
21. Варакин Л.Е. Бестрансформаторные усилители мощности: Справочник. - М.: Радио и связь, 1984. - 128 с.
22. Микросхемы и их применение: Справочное пособие /В.А.Батушев, В.Н.Вениаминов и др. - М.: Радио и связь, 1983. - 272 с.
23. Нестеренко Б.К. Интегральные операционные усилители: Справочное пособие по применению. - М.:Энергоиздат,1982.-128 с.
24. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. - Л.: Энергоатомиздат, 1988. - 304 с.
25. Проектирование усилительных устройств (на интегральных микросхемах) /Под ред. Б.М.Богдановича. - Минск: Высш. школа, 1980. - 208 с.
26. Изъюрова Г.И. и др. Расчет электронных схем: примеры и задачи. - М.: В.шк.,1987. - 395 с.
27. Справочник по интегральным микросхемам /Под ред. Б.В. Тарабрина. - М.: Энергия, 1981. - 816 с.
28. Аналоговые и цифровые интегральные схемы: Справочник /Под ред. С.В. Якубовского. - М.: Сов. радио, 1984. - 362 с.

29. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике: Справочник /Под ред. Б.Н. Файзулаева, Б.В. Тарабрина. - М.: Радио и связь, 1987. - 384 с.
30. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования /Под ред. Р.Г. Варламова. - М.: Сов. радио, 1980.-480 с. 55. Справочник конструктора РЭА: Компоненты, механизмы, надежность /Под ред. Р.Г. Варламова.-М.: Радио и связь, 1985. - 384 с.
31. Усатенко С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД. Справочник. 1989.
32. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справочник/ Под ред. Э.Т. Романычевой.- М: Радио и связь, 1989.-448с.
33. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 288 с.

Разработал В.В.Сурков
докт. техн. наук, доц.

Рассмотрено на заседании кафедры Э и ЭО

Протокол № 1 от 31.08.2020 г.
Заведующий кафедрой

_____ А.Э. Соловьев