Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электроники и электротехники

Паспорт
расчетно-графического задания

по дисциплине «Специальные главы электропривода», 3 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического задания (РГЗ) является формой текущего контроля по дисциплине Специальные главы электропривода, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ заключается в синтезе двухканальной двухконтурной системы векторного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, обеспечивающую астатическое регулирование частоты вращения вала.

Обязательным элементом РГЗ являются знание базовых основ математического описания процессов в электромеханической системе, принципов структурной организации САУ с каскадным включением регуляторов, а также аналитических процедур расчета параметров типовых последовательных корректирующих устройств в замкнутых контурах регулирования токов статора, модуля вектора потокосцеплений ротора и угловой скорости вала

Тип асинхронной электрической машины выдается преподавателем каждому из студентов индивидуально. РГЗ выполняется самостоятельно, а замена исходных данных осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных вариантов.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с необходимым теоретическим материалом, изложенном в ходе проведения лекционных занятий и в списке рекомендованной литературы для выполнения РГЗ.

Преподаватель осуществляет руководство, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист.
2. Исходные данные.
3. Содержание.
4. Математическая модель асинхронного двигателя.
5. Анализ процессов в электромеханической системе.
6. Системы с каскадным включением регуляторов и желаемые настройки контуров.
7. Синтез двухконтурной САУ частотой вращения ротора.
8. Заключение.
9. Список используемой литературы.

Требования к оформлению:

Объем пояснительной записки РГЗ до 50 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 14. Формулы набираются в редакторе Equations или Math Type. Размещение сканированных формул не допускается. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

Отчет в установленные сроки сдается для проверки преподавателю, который оценивает качество выполненной работы, отмечает положительные стороны и недостатки и определяет, допускается ли РГЗ к защите. При необходимости преподаватель

возвращает материал студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ студент её распечатывает и защищает в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем, в ходе которого выявляется уровень его знаний, степень самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Уровни сформированности компетенций и критерии оценки

РГЗ считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы на поставленные вопросы, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 36 до 40 баллов.*

РГЗ считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на базовом уровне. Оценка составляет *от 26 до 35 баллов.*

РГЗ считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ вызывает у студента серьезные затруднения, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на пороговом уровне. Оценка составляет *от 20 до 25 баллов.*

РГЗ считается **не выполненной**, если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ не допущена до защиты, что свидетельствует об не сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ, как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине Специальные главы электропривода, считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 20 до 40 баллов включительно.

4. Примерное содержание РГЗ

Расчетно-графическое задание
по дисциплине “Специальные главы электропривода”
на тему: “Синтез системы векторного управления
асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором”

Задание

Синтезировать двухканальную двухконтурную систему векторного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором (АД) при питании от силового преобразователя частоты, обеспечивающую астатическое регулирование угловой скорости вала электромеханического преобразователя энергии переменного тока.

Исходные данные [1]

– тип электрической машины серии 4А;
– синхронная частота вращения;
– номинальная мощность;
– номинальное фазное напряжение;
– номинальное значение коэффициента мощности $\cos\varphi$;
– номинальное значение к.п.д.;
– номинальное скольжение;
– параметры Г-образной схемы замещения;
– момент инерции ротора;
– момент инерции механизма принять равным моменту инерции ротора.

Содержание расчетно-графической работы

1. Осуществить пересчет параметров Г-образной схемы замещения фазы АД в Т-образную [7].
2. Представить при общепринятых допущениях векторно-матричную математическую модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АД) в обобщенной неподвижной системе координат α,β, в которой исключены векторы потокосцеплений статора и токов ротора [4, 5].
3. Методом цифрового моделирования получить переходные процессы по угловой скорости вала и модулю вектора потокосцеплений ротора АД при пуске с нулевых начальных условий и последующим набросом номинального момента сопротивления. Определить величину модуля вектора потокосцеплений ротора, а также установившуюся просадку скорости, сравнив ее с номинальной величиной.
4. Описать принцип векторного управления электромеханическими системами переменного тока и математическую модель АД в полеориетированной систем координат d,q при питании электрической машины от быстродействующего регулируемого источника токов [2–5, 8, 9].
5. Произвести синтез релейного трехканального контура регулирования фазных токов статора с дифференцирующим фильтром в канале отрицательной обратной связи, работающем в автоколебательном режиме с частотой переключения 10 кГц [6,9].
6. Выполнить синтез замкнутого контура регулирования модуля вектора потокосцеплений ротора АД с ПИ-регулятором при настройке на полосу пропускания 55 Гц и компенсации электромагнитной постоянной времени роторной цепи, а также принятии допущения о безынерционности формирования вектора токов статора.

7. Синтезировать последовательное пропорционально-интегрирующее корректирующее устройство (регулятор) контура регулирования частоты вращения ротора АД при настройке на фильтр Бесселя второго порядка с полосой пропускания 65 Гц и задающим фильтром на входе, приняв допущение о безынерционности формирования вектора токов статора [6, 7].

8. Получить переходные характеристики в замкнутых контурах регулирования тока статора, модуля вектора потокосцеплений ротора и частоты вращения.

9. Выполнить цифровое моделирование САУ частотой вращения ротора с использованием векторно-матричной формы представления модели объекта при пуске АД с нулевых начальных условий на номинальную скорость с последующим набросом номинального момента сопротивления с учетом двукратной форсировки по токам статора, а также ограничении выходов и интегральных составляющих всех регуляторов.

10. Выполнить цифровое моделирование системы векторного управления при пуске намагниченного АД на скорость 1/10 от номинального значения с последующим набросом номинального момента сопротивления.

11. Сделать выводы по синтезу системы векторного управления АД.

Список литературы

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник / А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с.
2. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с.
3. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода: учебник для вузов. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000. – 496 с.
4. Нос О.В. Математические модели преобразования энергии в асинхронном двигателе: учеб. пособие / О.В. Нос. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 168 с.
5. Панкратов В.В. Векторное управление асинхронными электроприводами: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-т, 1999. – 66 с.
6. Панкратов В.В. Избранные разделы теории автоматического управления: учеб. пособие / В.В. Панкратов, О.В. Нос, Е.А. Зима. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 223 с. (Серия “Учебники НГТУ”).
7. Симаков Г.А. Системы автоматического управления электроприводами: учеб. пособие по курсовому проектированию / Г.А. Симаков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 116 с.
8. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Г. Соколовский. – М.: Издательский центр “Академия”, 2006. – 272 с.
9. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. – Екатеринбург, Уральское отделение РАН, 2000. – 654 с.