Лабораторная работа № 5

«Изучение конструкций и схем разомкнутых систем управления с полупроводниковыми преобразователями»

Цель работы: 1.Изучить схемы управления с полупроводниковыми преобразователями: вентильно-индукторный электропривод; тиристорный регулятор напряжения переменного тока; .

2. Виды блокировки, применяемые в этих схемах.

Порядок выполнения работы

1. Пользуясь сведениями из теории:
- изучить схемы управления ДПТ и Ад с тиристорными преобразователями;
2. Оформить отчет по лабораторной работе.
3. ответить на контрольные вопросы устно.

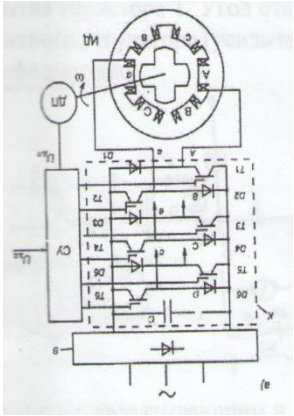
Содержание отчета

1. Зарисовать схемы управления ДПТ с тиристорным преобразователем.
2. Составить схему ДПТ с тиристорным преобразователем в функции пути, работающую в реверсном режиме с двигателем постоянного тока. При составлении схемы учитывать, что тиристорный преобразователь работает минимум с двумя группами тиристоров, управляется системой импульсно-фазового управления при помощи кнопочной станции, с использованием датчиков. Предусмотреть отрицательную жесткую обратную связь по скорости и положительную гибкую обратную связь по току или магнитному потоку. Схема должна автоматически включаться с помощью кнопочной станции и иметь защиту от токов короткого замыкания и токовых перегрузок.

Сведения из теории

Все более широкое применение находит так называемый вентильно-индукторный электропривод (ВИП), основными достоинствами которого являются простота, технологичность, невысокая стоимость применяемого индукторного электродвигателя, сочетающиеся с широкими регулировочными возможностями. Мощность таких ЭП составляет от единиц до нескольких сотен киловатт и более.

Структурная схема силовой части ВИП в случае питания его от трехфазной сети переменного тока представлена на рисунке, а.



В ее состав входят индукторный двигатель ИД, электронный коммутатор К, выпрямитель В, датчик положения ротора двигателя ДП и система управления СУ. Особенность ВИП состоит в применении индукторного двигателя с различным числом полюсов статора и зубцов на роторе (обычно в пределах 4…12). На рисунке в качестве примера показан трехфазный двигатель, имеющий шесть полюсов статора и четыре зубца на роторе.
На полюсах статора ИД расположены три обмотки А-а, В-b, С-с, подключенные к электронному коммутатору, выполняемому обычно на силовых транзисторах того или иного типа. В качестве управляемых ключей коммутатора используются силовые биполярные транзисторы Т1…Т6 с изолированным затвором типа IGBT. Управление ключами осуществляет схема управления СУ, обеспечивающая подачу на них импульсов управления с необходимыми последовательностью и частотой, которые определяются сигналами задания скорости и датчика положения.

Принцип действия ВИП состоит в следующем.

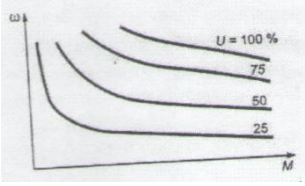
При подаче импульсов управления на пару транзисторов (ключей) одной фазы коммутатор подключает обмотку этой фазы двигателя к выходу выпрямителя В. По обмотке начинает протекать ток, создающий в двигателе магнитное поле. Это магнитное поле вызывает появление электромагнитных сил притяжения между полюсами статора и ближайшими к ним зубцами ротора, которые и создают вращающий момент на валу двигателя. Под действием этого момента ротор

перемещается в согласованное положение, в котором оси возбужденных полюсов статора и ближайших к ним зубцов ротора будут совпадать.

Так как число полюсов статора и зубцов ротора различно, то при согласованном положении ротора с работающей фазой следующая фаза оказывается в рассогласованном положении и подготовленной к очередному подключению к источнику питания. Требуемая последовательность, подключения фаз двигателя к источнику питания, при которой на его валу обеспечивается постоянное направление вращающего момента, осуществляется с помощью находящегося на валу датчика положения.

При высокой частоте коммутации ИД имеют большие скорости вращения, а большое число полюсов статора и зубцов ротора определяет их низкие скорости. При таких скоростях ИД из кинематической схемы ВИП можно исключить редукторы.

Механические характеристики в разомкнутой структуре ВИП при различных напряжениях питания показаны на рисунке, б.

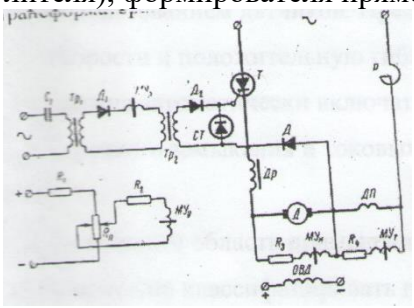


При помощи различных обратных связей могут быть сформированы характеристики, обеспечивающие регулирование координат ЭП с требуемым качеством. В ВИП за счет выбора моментов включения и отключения обмоток двигателя может быть реализован и тормозной режим работы. На рисунке, а диоды D1…D6 служат для обеспечения возможности циркуляции электромагнитной мощности в ЭП при отключении силовых транзисторов, а конденсатор С играет роль фильтра на выходе выпрямителя.

В современных схемах ВИП широко используются микропроцессорные средства управления, позволяющие в ряде случаев отказаться от применения датчика положения, а необходимую для работы информацию о положении ротора получать косвенным путем. Это позволяет упростить кинематическую схему ВИП и сделать его более простым и надежным.

Принципиальная схема автоматического регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока от тиристорного преобразователя.

Тиристор Т включен от сети однофазного переменного тока по схеме однополупериодного выпрямления с простой системой управления на магнитных элементах. Реактор Р служит для ограничения токов короткого замыкания. Регулирование скорости вращения двигателя осуществляется изменением среднего выпрямленного напряжения, подводимого к якорю двигателя; регулирование величины выпрямленного напряжения достигается изменением угла открытия тиристора Т. Угол открытия изменяется специальным устройством, состоящим из магнитного регулятора (усилителя), формирователя прямоугольных импульсов и выходного трансформатора.



Формирователь прямоугольных импульсов состоит из трансформатора $Тр_1$, емкости $С_1$ и диода $Д_1$. Трансформатор $Тр_1$ работает в режиме насыщения (что достигается при помощи конденсатора $С_1$), поэтому напряжение на вторичной обмотке его имеет форму, близкую к прямоугольной. Диод $Д_1$ отсекает отрицательную полуволну напряжения, поступающую с $Тр_1$. Следовательно, на рабочую обмотку магнитного усилителя подается импульсное напряжение прямоугольной формы с частотой сети. Трансформатор $Тр_2$ является развязывающим и дифференцирующим элементом; диод $Д_2$ не пропускает отрицательную часть импульса, возникающую в результате дифференцирования трансформатором $Тр_2$ заднего фронта поступающего на его вход прямоугольного импульса. Стабилитрон СТ обеспечивает стабильность величины открывающего импульса при изменении напряжения сети.

Магнитный усилитель имеет пять обмоток: рабочую $МУ_р$, управляющую $МУ_у$, напряжения $МУ_н$, токовую $МУ_т$ и обмотку токоограничения (не показанную на схеме). Управляющая, или задающая обмотка МУ питается от потенциометра Rп, положение движка которого, а следовательно, величина и направление управляющего тока определяют значение скорости вращения двигателя. Независимость скорости вращения двигателя от возможного изменения напряжения сети достигается тем, что потенциометр Rп подключен к источнику стабилизированного напряжения.

С целью удовлетворительного использования двигателя по току параллельно якорю через сглаживающий дроссель Др подключается диод Д. В непроводящий полупериод тиристора за счет э. д. с. само индукции обмотки якоря двигателя и дросселя Др ток в якоре двигателя не прекращается и будет проходить в том же направлении. Для получения сравнительно жестких механических характеристик вводится в систему регулирования отрицательная обратная связь по напряже-

нию, реализуемая обмоткой управления МУ в положительная обратная связь по току с помощью обмотки МУ, ток в которой пропорционален току цепи якоря, так как последняя присоединена к зажимам обмотки дополнительных полюсов ДП двигателя.

К недостаткам рассмотренной однополупериодной схемы тиристорного преобразователя относятся сравнительно низкие энергетические показатели электропровода; вследствие большей величины переменной составляющей тока, протекающей через обмотку якоря двигателя, возрастают потери за счет увеличения эффективного тока и увеличения потерь в стали. Поэтому такая простая схема может быть использована в электроприводах небольшой мощности с диапазоном регулирования скорости. Для автоматического управления двигателями средней и большой мощности используются схемы с большим числом тиристоров в преобразователе и соответственно более сложной схемой управления.

Контрольные вопросы

1. Определите область применения полупроводниковых преобразователей.
2. Как можно классифицировать по группам полупроводники?
3. Что характеризуется наличием обратной связи в принципиальных схемах?
4. Классификация обратных связей, дать определение понятию «обратная связь».

Список литературы

1. Алиев И.И., Справочник по электротехнике и электрооборудованию, справочник, Феникс, 2003 г.
2. Басов А.М., Основы электропривода и автоматическое управление электроприводом, М., Колос, 2003 г.
3. Глебович А.А.,Электрические машины и основы электропривода,М.,Агропромиздат,2001 г.
4. Кацман М.М., Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому приводу, М., 2004 г.
5. Мельников В.И., Теория автоматического регулирования и системы автоматики, М., Машиностроение, 2003г.
6. Хализев Г.П., Электрический привод, М., высшая школа, 2000г.