Лабораторная работа № 7

«Изучение конструкций и схем замкнутых систем автоматического управления»

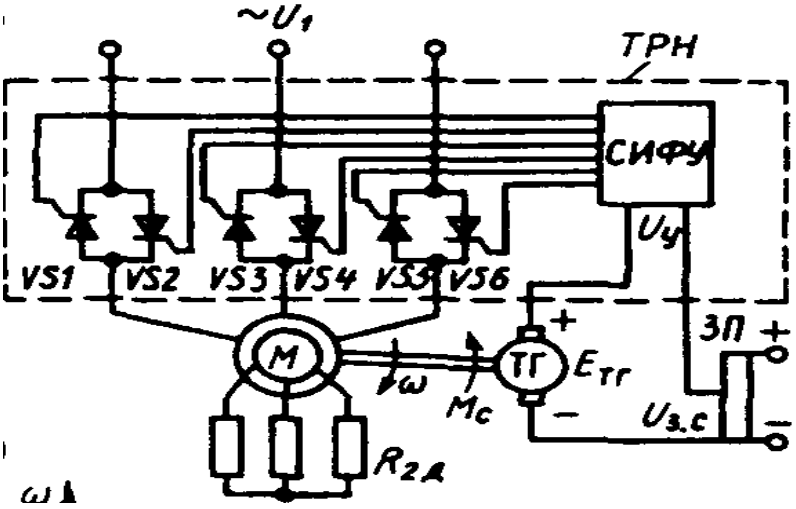
Цель работы: 1.Изучить замкнутую систему ТПН – АД;
2.Изучить замкнутую схему ТПЧ-АД;
3. Изучить замкнутые электроприводы с подчиненным регулированием координат
4. Виды блокировки, применяемые в данных системах с АД.

Содержание отчета

1. Зарисовать принципиальную схему Системы ТПН-Д;
2. Зарисовать принципиальную схему Системы ТПЧ-АД;
3. Зарисовать замкнутый ЭП с частотным управлением АД;
4. Зарисовать замкнутую схему импульсного регулирования.

Сведения из теории

Замкнутая схема управления асинхронного ЭП, выполненного по системе «тиристорный регулятор напряжения - двигатель» (ТРН-АД). Рассмотрим схему регулирования скорости АД с контактными кольцами и обратной связью по скорости.



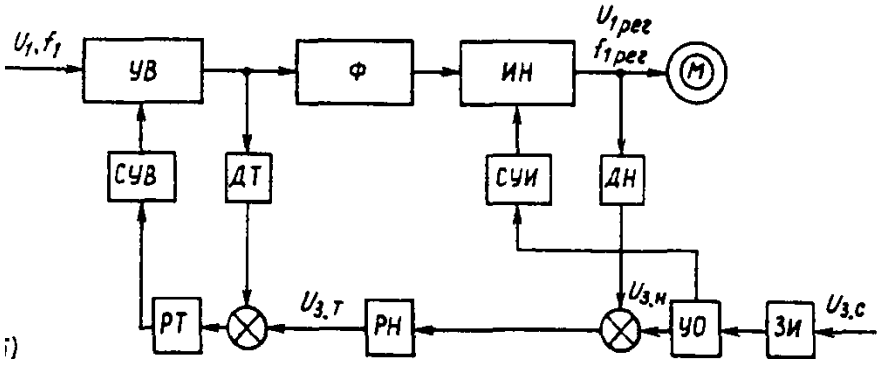
В этой схеме между сетью и статором АД включен тиристорный регулятор напряжения ТРН, силовую часть которого образуют три пары соединенных встречно-параллельно тиристоров. Управляющие электроды тиристоров подсоединены к выходам СИФ У, которая распределяет управляющие импульсы на все тиристоры и осуществляет их сдвиг в зависимости от входного сигнала управления. К валу двигателя для реализации обратной связи по скорости подсоединен тахогенератор ТГ, ЭДС которого сравнивается с задающим напряжением скорости снимаемым с задающего потенциометра ЭП. Эти напряжения действуют навстречу друг другу и их разность образует сигнал управления который поступает на вход СИФУ. При увеличении этого сигнала угол управления тиристорами уменьшается, а подаваемое на двигатель напряжение увеличивается, и наоборот. Важно отметить, что при снижении скорости АД в цепи ротора выделяются потери мощности (потери скольжения), которые вызывают его дополнительный нагрев и снижают экономичность работы ЭП. Для облегчения теплового режима при работе двигателя на пониженных скоростях в цепь его ротора включается добавочный резистор наличие которого позволяет также расширить диапазон регулирования скорости.

Рассмотрим работу ЭП при изменении момента нагрузки М на валу двигателя и постоянном сигнале задания скорости допустим, что в исходном положении АД работал в точке 1 с моментом нагрузки М, а затем произошло его увеличение до значения M_1. В этом случае скорость начнет снижаться и соответственно начнет уменьшаться ЭДС тахогенератора, что вы зовет увеличение напряжения управления и уменьшение угла управления тиристорами, а значит, приведет к увеличению подаваемого на АД напряжения. Момент АД будет увеличиваться и в точке 2 сравня-

ется с моментом нагрузки М. Таким образом, увеличение момента нагрузки приводит к небольшому снижению скорости АД, или, другими словами, его характеристики становятся жесткими. При уменьшении момента нагрузки М будет автоматически происходить снижение напряжения на АД, т. е. его скорость вращения будет поддерживаться на заданном уровне.

Изменяя с помощью потенциометра ЭП значение задающего напряжения скорости можно получить ряд механических характеристик электропривода с относительно высокой жесткостью и не обходимой перегрузочной способностью АД.

Замкнутый ЭП с частотным управлением АД. ЭП обеспечивают регулирование скорости, тока и момента двигателя за счет изменения частоты и значения подводимого к нему напряжения. Упрощенная функциональная схема такого ЭП.



Здесь в качестве силового преобразователя используется тиристорный преобразователь частоты со звеном постоянного тока, состоящий из управляемого выпрямителя УВ и инвертора напряжения ИН со своими схемами управления СУВ и СУИ. Между УВ и ИН включен силовой фильтр Ф, обеспечивающий фильтрацию выходного напряжения УВ и не обходимую циркуляцию реактивной энергии в силовой части схемы.

Схема управления такого ЭП строится по принципу подчиненного регулирования координат и имеет два контура — внутренний (тока) и внешний (напряжения). Регулирование этих координат осуществляется пропорционально-интегральными регуляторами тока РТ и напряжения РН по сигналам датчиков тока ДТ и напряжения ДН. При частотах ниже номинальной схема управления поддерживает отношение напряжения к частоте постоянным, а при частотах выше номинальной напряжение остается неизменным, что обеспечивается усилителем — ограничителем УО.

ЭП этой серии могут обеспечивать торможение с рекуперацией (отдачей) энергии в сеть. В этом случае силовая часть ЭП дополняется ведомым сетью инвертором, а в обозначении ЭП появляется буква Р.

Кроме перечисленных элементов схема управления серии ЭКТ содержит ряд не показанных на ней устройств, обеспечивающих получение необходимых статических и динамических характеристик ЭП, например усилитель сигнала задатчика интенсивности ЗИ и устройство устранения колебаний.

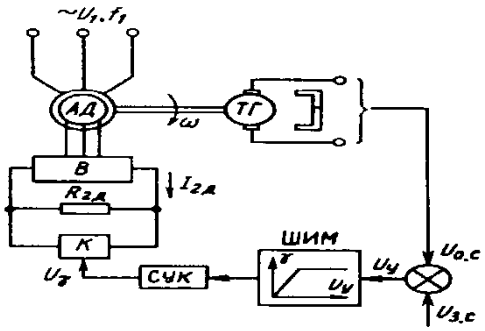
Для повышения надежности работы ЭП в схеме предусматривается ряд защит и сигнализаций. Одной из основных является защита по току. Если потребляемый ЭП ток из сети превосходит ток уставки, то система защиты обеспечивает снятие управляющих импульсов с тиристоров инвертора напряжений и одновременное открытие тиристоров специального узла силового токоограничения, включенного параллельно силовому фильтру Ф. Благодаря этому конденсатор фильтра разрядится через дроссели, что в свою очередь защитит тиристоры ИН от пробоя.

Замкнутая схема импульсного регулирования скорости АД с помощью резистора в цепи ротора. В схеме ЭП с импульсным регулированием сопротивления в цепи выпрямленного тока ротора для получения жестких характеристик используется отрицательная обратная связь по скорости двигателя.

Схема работает следующим образом. В роторную цепь АД включен неуправляемый трехфазный выпрямитель В, к выходу которого подключен резистор. Параллельно резистору включен управляемый ключ К (коммутатор).

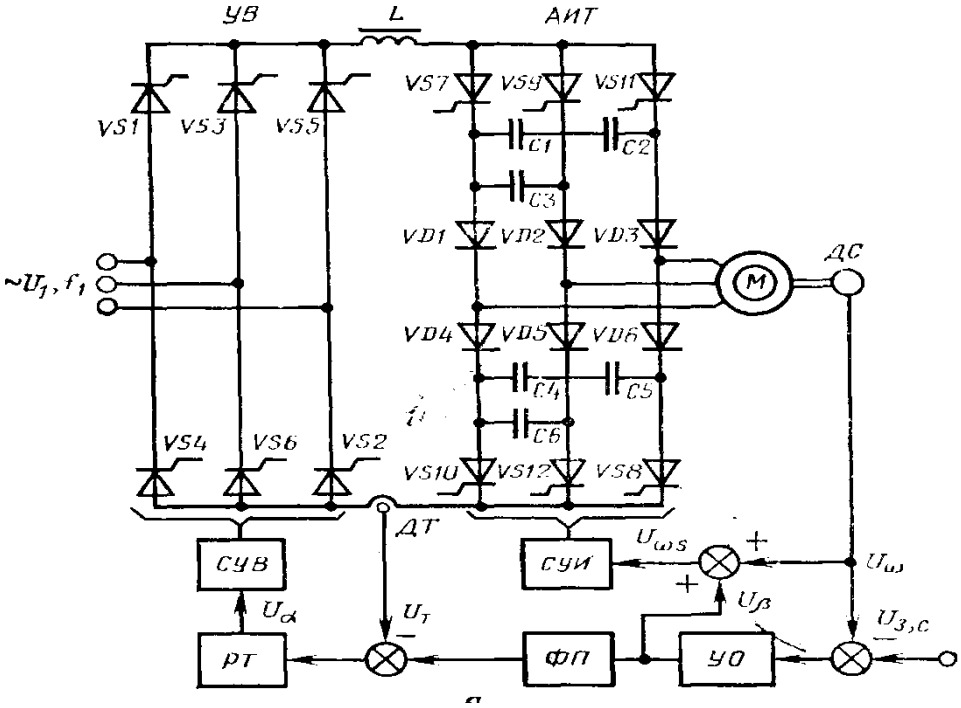
Управление этим ключом происходит от широтно-импульсного модулятора ШИМ, на вход которого поступают сигналы задания и обратной связи по скорости. При поступлении на вход блока ШИМ сигнала ошибки он начинает генерировать импульсы управления, которые с помощью схемы управления ключом СУК распределяются по тиристорам ключа К, вызывая периоди-

ческое включение и закорачивание резистора. Принцип получения жестких характеристик ЭП соответствует рассмотренному выше механизму действия обратной связи по скорости и состоит в следующем: допустим, что АД работает в установившемся режиме при каком-то заполнении (скважности) ключа К, т. е. при соответствующем эквивалентном сопротивлении цепи ротора.



Пусть по каким-то причинам произошло увеличение момента нагрузки АД, в результате чего начинает снижаться его скорость. Это, в свою очередь, приведет к увеличению тока в роторе и момента АД, а значит, к прекращению снижения скорости, что соответствует получению жестких характеристик ЭП. Для обеспечения регулирования (ограничения) тока и момента двигателя данную схему необходимо дополнить контуром регулирования тока. В этом случае механические характеристики будут иметь вертикальный участок, соответствующий заданному уровню ограничения тока и момента.

На рисунке приведена функциональная схема частотно-регулируемого ЭП переменного тока с использованием тиристорных преобразователей частоты.



На схеме дана замкнутая система ТПЧ (тиристорный преобразователь частоты - асинхронный двигатель). Тиристорный преобразователь частоты выполнен с промежуточным звеном постоянного тока и содержит: управляемый выпрямитель УВ, нагруженный на автономный инвертор тока АИТ; систему управления выпрямителем СУВ и инвертором СУИ; датчики тока ДТ и скорости ДС; регулятор тока РТ; усилитель-ограничитель УО в функциональный преобразователь ФП.

Тиристоры образуют полностью управляемый выпрямитель УВ, на выходе которого для исключения пульсаций тока и разделения силовых цепей выпрямителя и инвертора включен дроссель. Тиристоры, диоды и конденсаторы образуют АИТ, к выходу, которого подключен АД с короткозамкнутым ротором.

Схема работает следующим образом. Задающий сигнал определяет частоту переключений тиристоров АИТ и частоту тока статора АД. После вычитания из задающего сигнала обратной связи по скорости получается сигнал пропорциональный относительной частоте тока ротора (абсолютному скольжению).

Усиленный сигнал вместе с сигналом У, поступает на вход СУИ. Частота на выходе АИТ определяется суммарным сигналом. Пока УО находится в зоне пропорциональности, частота на выходе АИТ постоянна и не зависит от нагрузки, так как АД при этом имеет жесткие механические характеристики.

Сигнал после прохождения ФП становится задающим для контура регулирования тока (момента). Так как сигнал пропорционален абсолютному скольжению, то и ток АД при всех частотах будет ему пропорционален.

При резких изменениях задающего сигнала или нагрузки УО входит в зону ограничения (постоянства) своего выходного сигнала, ограничивая тем самым и задание для тока. АД при любой скорости в этом режиме работает с постоянными значениями тока (момента) и абсолютного скольжения, т. е. механическая характеристика АД становится абсолютно мягкой.

При генераторном торможении АД с рекуперацией энергии в сеть АИТ переходит в режим выпрямителя, а УВ- в режим ведомого сетью инвертора. Экономическую эффективность уровня автоматизации ЭП можно рассчитать как разность приведенных затрат существующего и принимаемого вариантов.

Контрольные вопросы

1. Какие датчики координат применяются в замкнутых ЭП?
2. Перечислите и поясните действие датчиков применяемых в схемах.
3. Какие способы регулирования частоты вращения АД применяются в электроприводах?
4. Объясните принцип работы тиристорного преобразователя частоты с управлением выпрямителем и автономным инвертором?
5. Почему напряжение на выходе ТПЧ несинусоидальное, и каково влияние этого явления на работу системы ТПЧ-АД?
6. Какова функциональная связь между частотой тока и напряжением применена в данных установках и для какова вида нагрузки ЭП?
7. Чем ограничивается регулирование частоты тока выше номинальной?
8. Назначение данных схем замкнутых систем управления в ЭП?

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.