

Батраков Александр Андреевич

студент

Пасечник Жанна Валерьевна

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный

университет путей сообщения»

г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ПЕРЕМЕННЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Аннотация: в представленной статье исследователями детально рассматривается устройство и принцип работы вентильного электродвигателя.

Ключевые слова: двигатель, электропривод, установка, устройство, контроллер, статор, ротор, сопротивление, переменный.

Электродвигатель с переменным сопротивлением

Переключаемый двигатель с сопротивлением (SRM) представляет собой тип шагового двигателя, электродвигателя, который вращается с помощью момента сопротивления. В отличие от обычных двигателей постоянного тока, мощность подается на обмотки в статоре (корпусе), а не на роторе. Это значительно упрощает механическую конструкцию, так как мощность не должна передаваться в движущуюся часть, но это усложняет электрическую конструкцию, так как для подачи питания на разные обмотки требуется какая-то система коммутации. С современными электронными устройствами точное время переключения не является проблемой, а SRM – популярный дизайн для современных шаговых двигателей. Его главный недостаток – пульсация крутящего момента. Однако автомобильная компания Striatech разработала технологию контроллера, которая ограничивает пульсацию крутящего момента с таким же высоким крутящим моментом при низких скоростях, показанных в переключаемом сопротивлении.

Альтернативное использование той же механической конструкции является генератором при механическом приводе, и нагрузка переключается на катушки

в последовательности, чтобы синхронизировать поток тока с вращением. Такие генераторы могут работать на гораздо более высоких скоростях, чем обычные типы, поскольку якорь может быть выполнен как одна часть намагничиваемого материала, простой цилиндр с прорезями [2] В этом случае использование аббревиатуры SRM расширилось до значения Switched Reluctance Machine, хотя SRG, Switched Reluctance Generator также используется. Топология, которая является как двигателем, так и генератором, полезна для запуска первичного двигателя, так как он экономит выделенный стартовый двигатель.

Принцип действия

SRM имеет обмотку возбуждения поля, как в двигателе постоянного тока для обмоток статора. Однако ротор не имеет никаких магнитов или катушек. Это твердотельный ротор с выступающими полюсами (имеющий выступающие магнитные полюса), выполненный из мягкого магнитного материала (часто из многослойной стали). Когда на статорные обмотки подается питание, магнитное сопротивление ротора создает усилие, которое пытается выровнять полюс ротора с ближайшим полюсом статора. Для поддержания вращения электронная система управления последовательно включает обмотки последовательных полюсов статора, так что магнитное поле статора «ведет» полюс ротора, потянув его вперед. Вместо использования сложного механического коммутатора с высоким уровнем технического обслуживания для переключения тока обмотки, как в традиционных двигателях, двигатель с переключаемым сопротивлением использует электронный датчик положения для определения угла вала ротора и твердотельной электроники для переключения обмоток статора, что также предоставляет возможность динамического управления синхронизацией и формированием импульса. Это отличается от, по-видимому, аналогичного асинхронного двигателя, у которого также есть обмотки, которые возбуждаются во вращающейся фазированной последовательности, так как намагниченность ротора статична (заметный полюс, который сделан «Север» остается таким, каким вращается двигатель), в то время как индукция Двигатель скользит и вращается со скоростью, немного меньшей, чем синхронная. Это отсутствие скольжения позволяет точно

знать положение ротора, и двигатель может быть ступенчато произвольно медленно.

Простое переключение

Если полюса A_0 и A_1 находятся под напряжением, то ротор будет выравниваться с этими полюсами. Как только это произошло, возможно, что полюсы статора обесточиваются до того, как полюсы статора B_0 и B_1 будут под напряжением. Ротор теперь установлен на полюсах статора b . Эта последовательность продолжается до c до возвращения в начале. Эта последовательность также может быть изменена на противоположную для достижения движения в противоположном направлении. Эта последовательность может быть признана нестабильной [требуется уточнение] во время работы, при высокой нагрузке или при сильном ускорении или замедлении, шаг может быть пропущен, и ротор подпрыгивает под неправильным углом, возможно, возвращаясь вместо одного вперед на три.

Простая последовательность SRM

Улучшенная последовательность

Гораздо более стабильная система может быть найдена с использованием следующей «квадратурной» последовательности. Во-первых, полюса статора, такие как A_0 и A_1 , находятся под напряжением. Затем возбуждаются полюса статора B_0 и B_1 , которые вытягивают ротор так, что он выровнен между полюсами статора A и B . После этого полюса статора A обесточиваются, а ротор продолжает выстраиваться со статором. Полюсов B , эта последовательность продолжается до BC , C и CA до полного поворота. Эта последовательность также может быть изменена на противоположную для достижения движения в противоположном направлении. Поскольку в любое время активируются две катушки, и между позициями с одинаковой намагниченностью появляется больше шагов, поэтому начало пропущенных шагов происходит при более высоких скоростях или нагрузках.

Расширенная последовательность SRM

В дополнение к более стабильной работе этот подход приводит к циклу заполнения каждой фазы $1/2$, а не $1/3$, как в более простой последовательности.

Управление

Система управления отвечает за подачу необходимых последовательных импульсов в силовые схемы для активации фаз, если это необходимо. Хотя это возможно сделать с использованием электромеханических средств, таких как коммутаторы или простые аналоговые или цифровые схемы синхронизации, возможно большее управление с использованием более продвинутых методов.

Многие используемые контроллеры используют программируемые логические контроллеры (ПЛК), а не электромеханические компоненты при их реализации. Микроконтроллер также идеален для такого применения, поскольку он обеспечивает очень точное управление таймингом активации фазы. Это также дает возможность реализовать функцию плавного запуска в программной форме, чтобы уменьшить количество требуемого оборудования.

Силовая схема

Асимметричный мостовой преобразователь

Наиболее распространенный подход к включению коммутируемого реактивного двигателя состоит в использовании асимметричного мостового преобразователя.

В асимметричном мостовом преобразователе имеется 3 фазы, соответствующие фазам коммутируемого реактивного двигателя. Если оба силовых переключателя на обеих сторонах фазы включены, то соответствующая фаза должна быть приведена в действие. Когда ток превысит установленное значение, выключатель должен отключиться. Энергия, которая теперь хранится в обмотке двигателя, теперь должна поддерживать ток в том же направлении, пока энергия не исчерпается.

Переключатель $N + 1$ и диод

Эта базовая схема может быть изменена так, что требуется меньшее количество компонентов, хотя схема должна выполнять одно и то же действие. Эта эффективная схема известна как конфигурация переключателя $(n + 1)$ и диода.

Конденсатор в любой конфигурации используется для подавления электрических и акустических шумов путем ограничения колебаний напряжения питания.

Список литературы

1. Вольдек А.И. Электрические машины: Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. – 3-е изд., перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.

2. Костенко М.П. Электрические машины / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский. – Л.: Энергия, 1973. – Ч. 2. – 3-е изд.