

ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫЕ ДВИГАТЕЛИ В «ЗЕЛЕННЫХ» СИСТЕМАХ

БАЙОНГЧУЛ ЧО, САНГИЛ ЙОНГ, Fairchild Semiconductor

Электронная промышленность продолжает переход от неэффективных асинхронных двигателей к вентильно-индукторным двигателям (ВИД) с высокой энергоэффективностью и улучшенными массогабаритными показателями — параметрами, которые отвечают нуждам современной электроники. В статье рассматриваются преимущества таких двигателей и вопросы их практического применения.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ЭКОНОМИЯ РАСХОДОВ

Для создания высокоэффективных электронных систем требуются компактные эффективные электродвигатели с широким диапазоном регулирования скорости.

Воздушный зазор в таких двигателях минимален, за счет чего увеличивается энергоэффективность ВИД. Самый простой способ создать вращающий момент и привести во вращение ротор состоит в последовательном переключении фазы тока в зависимости от положения ротора. При этом ротор будет следовать по направлению переключения, поворачиваясь в сторону фазы с максимальным током. Таким образом, направление вращения не зависит от направления текущего через фазу тока — оно зависит только от последовательности возбуждения обмотки статора. Данный принцип униполярности требует, чтобы только один ключ располагался последовательно фазной обмотке.

У ВИД имеется ряд явных преимуществ перед большинством двигателей, в т.ч. над асинхронными двигателями. Поскольку у ВИД явнополюсный ротор не имеет обмотки, затраты на материалы для его изготовления ниже. Кроме того, за счет независимых обмоток реализована отказоустойчивая работа двигателя и устойчивая структура, которая позволяет уменьшить энергопотребление благодаря тому, что питание подается на обмотки и отключается только в случае необходимости. У этого типа двигателя высокое отношение вращающего момента к моменту инерции и большой пусковой момент, причем проблемы с бросками пускового тока отсутствуют.

В других типах двигателей ток при их запуске может привести к момен-

тальному провалу сетевого напряжения, что отрицательно сказывается на качестве электроэнергии. Однако применение технологии ВИД может иметь ряд недостатков, о которых следует знать. Например, для работы ВИД требуется информация о положении ротора. По этой причине ВИД, как правило, должны оснащаться датчиками, что удорожает систему. Еще одним недостатком ВИД является необходимость в управлении звуковым шумом, вызванным вибрациями работающего двигателя, а также в необходимости избежать воздействия пульсаций на систему.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИД В ПЫЛЕСОСАХ

Одним из потенциальных недостатков ВИД обусловлен его схемой. С появлением высокоскоростных DSP стало возможным установить управление ВИД без использования датчиков.

В бытовой технике ВИД, в первую очередь, нашли применение в пылесосах, где требуется высокая скорость вращения (десятки тысяч об./мин), а также большой крутящий момент для всасывания. Вращающийся с большой скоростью ротор играет также роль низкочастотного фильтра пульсаций, что уменьшает недостатки ВИД.

Шум ВИД в пылесосах гораздо меньше звукового шума вентилятора. Оптимальный выбор этого типа двигателя для пылесоса должен учитывать указанные требования.

Во многих недорогих пылесосах используется простой двухпозиционный переключатель с универсальным двигателем с большой скоростью вращения до 30 тыс. об./мин. Скорость двигателя регулируется с помощью триака и цепи синхронизации с помощью информации, поступающей с датчика положения. При таком управлении фазовым углом на нагрузку подается только часть

сетевого переменного напряжения. Фазовый угол непрерывно меняется, что позволяет изменять форму сигнала напряжения.

Недостаток этого простого и недорогого электронного устройства управления состоит в том, что переключение сигнала переменного тока может привести к нежелательным электромагнитным помехам. Таким образом, необходимо предпринять меры по предотвращению воздействия этих помех на сеть электропитания или на схему самого триака. Более того, из-за большого тока снижается эффективность работы двигателя, а высокая температура щеток приводит к сокращению его срока службы.

Драйвер ВИД является асимметричным преобразователем с цепью ШИМ-управления, обеспечивающей питание и коммутацию. Из-за сложности этой схемы такое решение ограничено применением лишь на рынке дорогостоящей продукции.

На самом деле, в приложениях с ВИД используются преобразователи разных

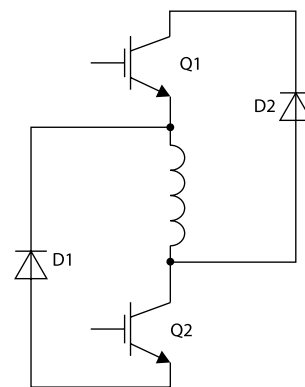


Рис. 1. Эквивалентная схема однофазного ВИД



Космические технологии по земным ценам в Ваших руках!
Программируемая логика для коммерческого, промышленного и авиационно-космического применений

- Микросхемы Actel слишком дорогие???

- Нет, это не так!

SMARTFUSION™

- микросхема A2F200M3F-FG256 - 1190 руб*

ProASIC®

/ - микросхема A3P030-VQ100 - 390 руб*



- микросхема AGLN020V5-QNG68 - 350 руб*

* - цена указана за одну единицу, при заказе партий микросхем для серийного производства цена может быть ещё меньше
 - позвоните нам и узнайте условия

- | | | |
|------------------------------------------|---|--------------------------------------------|
| Минимальное энергопотребление | ■ | Защита от несанкционированного копирования |
| Энергонезависимость | ■ | Высочайшая надежность |
| Готовность к работе по включению питания | ■ | Выгодное соотношение цены и качества |

Представительство Actel в России и Украине:

196066, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., 212 Тел./факс: +7 (812) 740 62 09 www.actel.ru
 Бесплатный звонок со всех мобильных и стационарных телефонов: 8-800-100-62-09

типов. Выбор определенного устройства зависит от предполагаемой стоимости системы, схемы управления и технических характеристик. На рисунке 1 представлена эквивалентная однофазная цепь.

ВЫБОР ТОПОЛОГИИ СХЕМЫ

Данный преобразователь состоит из двух IGBT-транзисторов и двух диодов. При включении Q1 и Q2 возбуждаются статорные обмотки, а ротор начинает двигаться под действием реактивного момента, создаваемого возбужденным полюсом статора. Незадолго до того как оси статора и ротора совпадут, Q1 и Q2 выключаются, а D1 и D2 включаются. В результате на обмотке фазы появляется отрицательное напряжение, и быстро уменьшается ток, что подавляет генерацию отрицательного крутящего момента. Амплитуда и форма сигнала тока регулируются таким образом, чтобы удовлетворить требованиям к крутящему моменту и скорости вращения.

Схема управления вентильно-индукторным двигателем реализуется на печатной плате в виде дискретного или модульного решения. Несмотря на то, что дискретное решение обе-

спечивает большую гибкость монтажа, применение силовых модулей дает выигрыш в занимаемом пространстве, надежности, производительности и стоимости системы при серийном производстве. На рынке предлагаются два модуля для такого типа двигателей — одно- и двухфазные преобразователи. Увеличение числа фаз снижает уровень пульсаций, однако это достигается за счет большего числа электронных компонентов. Для создания пускового момента двигателя требуются, по крайней мере, две фазы. Для задания направления вращения — три фазы.

В случае двухфазного модуля ВИД в его состав входят четыре NPT IGBT, четыре диодных модуля FRD, три драйвера ИС, дискретные ограничительные диоды и дополнительный термистор. Благодаря тому, что термистор находится внутри модуля, а не на теплоотводе, фактическая температура кристалла определяется с меньшей постоянной времени и с меньшей погрешностью. Наконец, еще одним преимуществом этого модуля является оптимизация работы кристалла путем снижения потерь мощности, основанного на учете действительных

технических характеристик пылесоса.

Энергоэффективность и отличные технические характеристики — обязательные требования к бытовым приложениям. Потребительский спрос традиционно высок на сложную электронную продукцию с развитой функциональностью, однако по мере роста цен на электроэнергию необходимость в снижении мощности, потребляемой изделиями, увеличивается. Именно по этой причине технология ВИД становится более популярной во многих стандартных приложениях, в т.ч. бытовых.

Использование силового модуля в вентильно-индукторных двигателях, по всей видимости, станет широко распространенным решением. Технология ВИД будет совершенствоваться и далее в направлении уменьшения шума и пульсаций за счет модернизации самого двигателя, повышения точности бездатчикового алгоритма и собственно алгоритма управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.eetimes.com/design/smart-energy-design/4013583/How-Switched-Reluctance-Motors-enable-green-designs.