

РЕШЕНИЯ FREESCALE ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОДНОФАЗНЫМИ АСИНХРОННЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ



Однофазные асинхронные электродвигатели широко используются в быту (вентиляторы, стиральные машины, холодильники, кухонное оборудование и др.) и промышленности (насосы, компрессоры). В условиях жесткой конкуренции разработчики вынуждены решать задачу по совершенствованию технического уровня оборудования при сохранении конкурентоспособной стоимости. В рамках данной статьи будут рассмотрены решения компании Freescale, которые могут стать основой для построения устройств управления однофазными асинхронными приводами, отличающихся конкурентоспособностью и высокой надежностью. Спектр решений включает микроконтроллеры и DSP-контроллеры Freescale, датчики, аналоговые и аналого-цифровые микросхемы.

Компания **Freescale Semiconductor** (далее Freescale) является одним из мировых лидеров в области разработки и проектирования встраиваемых полупроводниковых решений для радиочастотного, сетевого, пользовательского и промышленного электронного оборудования. Одним из направлений деятельности, которое активно развивает компания, является разработка завершенных решений по управлению электродвигателями.

В этом направлении Freescale предлагает широкий диапазон решений, в т.ч.:

- 8- и 16-разрядные микроконтроллеры (МК);
- 16-разрядные контроллеры для цифровой обработки сигналов (КЦОС), которые сочетают широкие вычислительные возможности цифровых сигнальных процессоров и интеллектуальные функции современных МК;
- 32-разрядные встраиваемые процессоры;
- Датчики ускорения и давления;
- Аналоговые и аналого-цифровые микросхемы для управления движением, силовых каскадов и выполнения других сопутствующих функций.

Помимо элементной базы компания предоставляет полный спектр предложений для получе-

ния завершенных решений по управлению электродвигателями, в т.ч. схемы и демонстрационные примеры программ, документация и готовые опорные разработки (см. рисунок 1).

Такой подход к организации сбыта продукции дает клиентам компании преимущества минимальных сроков на проектирование и минимальных рисков, связанных с неудачными исходами проектирования. Указанный спектр предложений компании распространяется практически на все типы электродвигателей, в т.ч. однофазные и трехфазные асинхронные электродвигатели, коллекторные и бесколлекторные электродвигатели постоянного тока, шаговые электродвигатели и синхронные электродвигатели на постоянных магнитах.

В рамках данной статьи рассматриваются предложения Freescale для управления однофазными асинхронными двигателями (ОАД). ОАД широко используются в бытовых и промышленных приложениях в качестве приводов компрессоров, вентиляторов и насосов, а также стиральных машинах и другом бытовом электрооборудовании. Их широкое распространение обусловлено простотой конструкции и, как следствие, низкой стоимостью. Однако, ввиду невысокой эффективности, область их применения распространяется только на маломощные приложения (до 1-2 кВт).

На рисунке 2 представлена конструкция однофазного АД.

Двигатель состоит из двух обмоток: основной и вспомогательной. Вспомогательная обмотка необходима только для запуска электродвигателя, чтобы создать вращающееся магнитное поле. Использование конденсатора позволяет добиться сдвига по фазе на 90 градусов между токами в обмотках. В приложениях, где необходим высокий пусковой момент (например, компрессоры), конденсатор необходимо отключить по достижении 75% от номинальной скорости. В остальных приложениях с низким пусковым моментом (вентиляторы и воздуходувки)

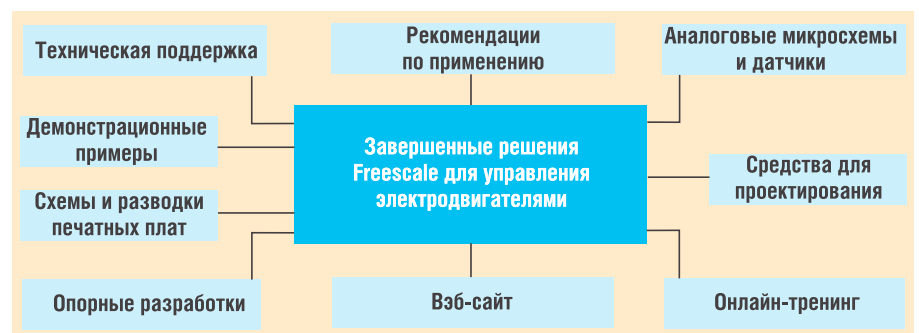


Рис. 1. Спектр предложений компании Freescale для получения завершенных решений управления электродвигателями

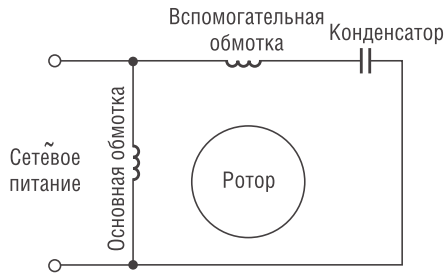


Рис. 2. Конструкция ОАД

конденсатор можно оставить подключенным и после запуска.

Существует также разновидность ОАД без пусковой обмотки. Они называются электродвигателями с расщепленными полюсами (ЭРП). Возможность запуска у них реализована конструктивным способом. Основная обмотка выполняется в виде двух колец, которые размещаются на различных частях статора. Поскольку магнитное поле в расщепленном полюсе задерживается, то создаются предпосылки для начала вращения. Конструкция ЭРП чрезвычайно проста, что позволяет легко наладить их массовое производство и достичь низкой стоимости. К недостаткам относятся: низкий КПД (менее 20%), малый пусковой момент и высокое скольжение. Данные особенности ориентируют ЭРП на приложения мощностью до 500 Вт. Например, они широко применяются в таких бытовых приборах, как фены, миксеры, вентиляторы и т.п. Повысить пусковой момент при такой конструкции можно путем размещения двух обмоток с расщепленными полюсами: пусковую (более низкоомную, т.е. более мощную) и рабочую (номинальной мощности). После запуска пусковая обмотка такого двигателя отключается.

**УПРАВЛЕНИЕ
НЕРЕГУЛИРУЕМЫМИ ОДНО-
ФАЗНЫМИ АСИНХРОННЫМИ
ПРИВОДАМИ**

Существует ряд приложений, где нет необходимости в регулировке частоте вращения, но есть необходимость более эффективно управлять процессом запуска и защищать электродвигатель от ненормальных режимов эксплуа-

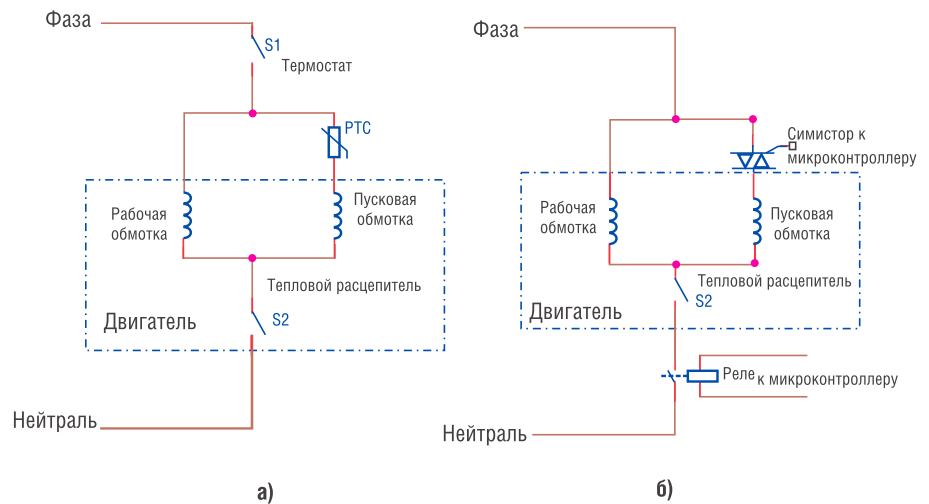


Рис. 3. Существующая и усовершенствованная схема управления однофазными АД

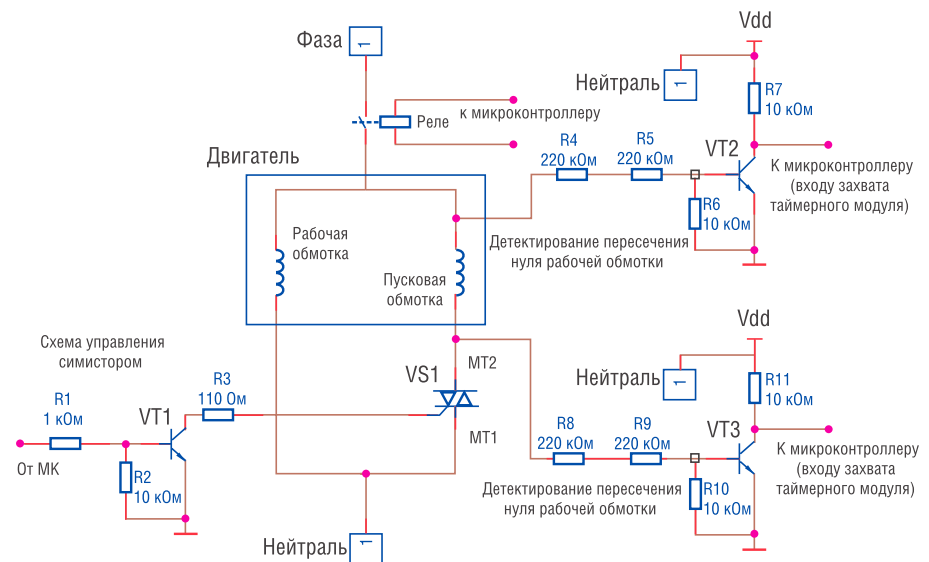


Рис. 4. Схема управления однофазным АД с функцией контроля вращения

тации, исключая тем самым возможность выхода его из строя. К таким приложениям относятся: компрессоры холодильных камер, воздуходувы, недорогие стиральные машины и др. На рисунке 3а представлена типичная схема управления однофазным АД в холодильнике.

В ней для управления температурой хладагента используется биметаллический термостат, который включается последовательно с однофазным АД. Двигатель имеет две обмотки, рабочую и пусковую, а также позистор (или другое температурное реле), включенный последовательно с пусковой обмоткой. Иногда также встраивается токовое реле (S2) в разрыв

питания электродвигателя для защиты его от сгорания при опрокидывании. Для повышения уровня системной надежности компания Freescale разработала схему на основе микроконтроллера 908KX8, которая выполняет все функции для управления бытовым холодильником, в т.ч. запуск электродвигателя, термостатическое управление, подключение датчика открытия двери и звуковая сигнализация. В силовом каскаде используется схема, показанная на рисунке 3б. В ней процесс управления запуском взят под управление микроконтроллером, для чего предусмотрен управляемый ключ на симисторе. Другим направлением совершенствования рассмот-

ренных схем является реализация функции тепловой защиты двигателя без электромеханических компонентов. Это связано с тем, что в существующих тепловых расцепителях используется биметаллический контакт, который обладает ограниченным ресурсом. Компания Freescale разработала оригинальное решение, которое исключает из схемы тепловой расцепитель, а функцию защиты двигателя реализует путем контроля за вращением ротора без каких-либо механических компонентов. Схема управления однофазным АД с учетом указанных улучшений показана на рисунке 4. Во время работы вращение ротора и магнитного поля вызывают индуцирование напряжения в неиспользуемой после запуска пусковой обмотке. В процессе нормальной работы двигателя напряжения на пусковой и рабочей обмотках заметно различаются по фазе (см. рисунок 5а). Если же двигатель опрокидывается, то эти напряжения синфазны (рисунок 5б). Для того, чтобы микроконтроллер смог воспринять фазовые различия, в схеме на рисунке 4 предусмотрены два идентичных узла на транзисторах VT2 и VT3 для преобразования синусоиды в прямоугольные импульсы. Выходные прямоугольные импульсы поступают к входам захвата (capture) микроконтроллера, внутренне связанные с таймерным модулем.

РЕГУЛИРОВКА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ОДНОФАЗНЫХ АД

Повышение технического уровня приложений, где используются однофазные АД, как правило, связаны с необходимостью регулировки частоты вращения (например, при реализации функции плавной регулировки производительности вентилятора). Применительно к однофазным АД могут применяться два способа: изменение частоты напряжения питающей сети при поддержании на соответствующем уровне его амплитудного значения (по принципу постоянства отношения напряжение-частота) и изменением напряжения питающей сети (регулировка скольжения). Последний способ широко исполь-

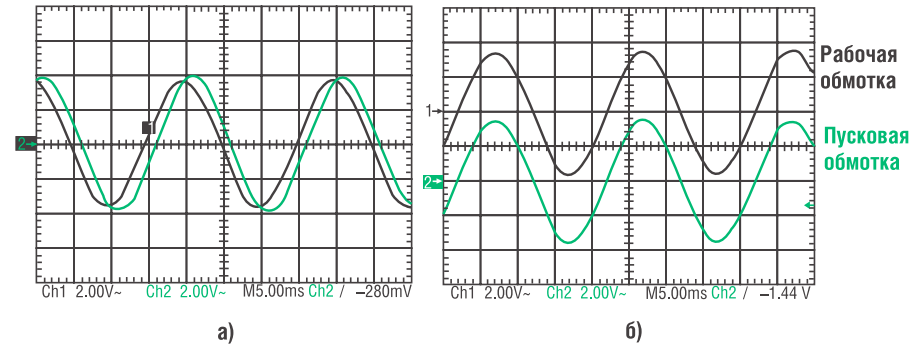


Рис. 5. Осциллограммы напряжений на рабочей и пусковой обмотках при нормальной работе (а) и опрокидывании (б)

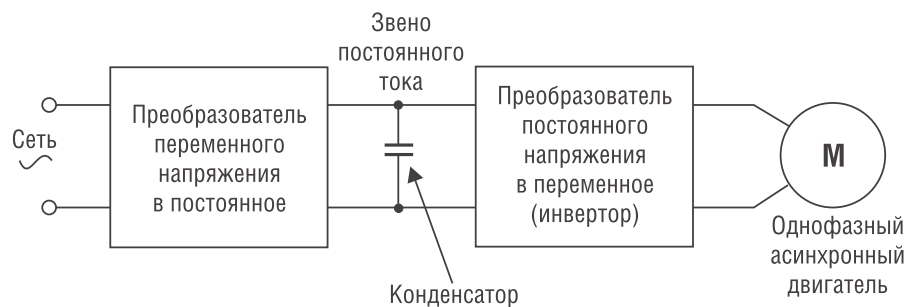


Рис. 6. Типичная топология преобразователя частоты

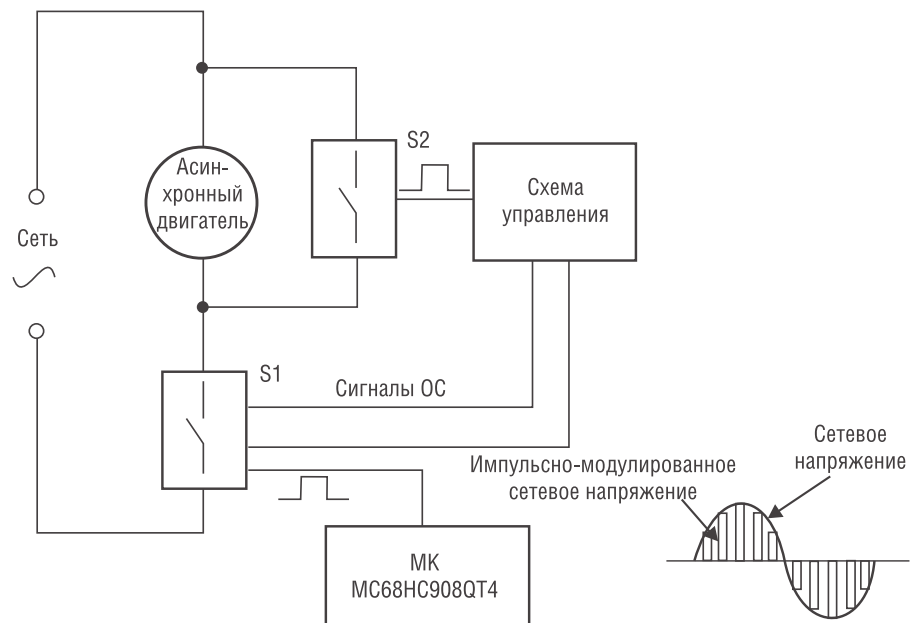


Рис. 7. Структурная схема регулируемого однофазного асинхронного привода

зуется в существующих приборах для ступенчатой регулировки частоты вращения и характеризуется зависимостью частоты вращения от нагрузки (момент сопротивления) (см. рисунок 6). Плавная регулировка при использовании данного способа реализуется с по-

мощью фазового управления симисторным коммутатором, однако в этом случае возникают проблемы с повышенным уровнем электромагнитных излучений. Регулировка частоты питающей сети по принципу постоянства отношения напряжение-частота снимает

практически все технические ограничения, но стоимость типично-используемой топологии преобразователя частоты со звеном постоянного тока является не конкурентоспособной.

Для разрешения данного противоречия инженерами Freescale разработана новая топология (см. рисунок 7), которая снимает вопросы по электромагнитной совместимости и в тоже время отличается невысокой стоимостью.

Новая схема позволяет напрямую модулировать сетевое напряжение с помощью двух двунаправленных ключей, которые схемотехнически выполняются на основе диодного моста и транзистора (МОП или IGBT). Частота преобразования фиксирована и равна 16 кГц. Действующее значение выходного напряжения пропорционально коэффициенту заполнения импульсов модуляционного сигнала (широтно-импульсная модуляция, ШИМ). Первая гармоника выходного сигнала остается неизменной и равна частоте сете-

вого напряжения. Таким образом, данная топология может использоваться только для регулировки скольжения за счет варьирования напряжением питания. На основе этой топологии Freescale разработала две схемы, которые различаются логикой управления ключами S1 и S2 (в первой схеме микроконтроллер управляет только одним ключом, а второй ключ управляется сигналом обратной связи, а во второй схеме микроконтроллер управляет обоими ключами). Обе схемы обладают следующими особенностями и характеристиками:

- Входное напряжение 230В (действующее значение)
- Максимальный выходной ток 4А (кратковременный ток 8А)
- Регулировка выходного напряжения в диапазоне 0-230В
- Частота преобразования 16 кГц
- Возможность работы совместно с активно-индуктивной нагрузкой
- Управление микроконтроллером

- Интерфейс управления: переключатель ПУСК/СТОП, вход задания скорости, индикация включения/отключения.

Таким образом, в данной статье рассмотрены решения компании Freescale для повышения технического уровня однофазных асинхронных приводов, которые широко используются в бытовом и промышленном электрооборудовании. Они заключаются в исключении из схемы нерегулируемого управления двигателем электро-механических компонентов, в т.ч. прерывателя пусковой обмотки и теплового расцепителя, а также в разработке новой топологии регулировки напряжения питания двигателя, которая позволяет регулировать вращение двигателя и характеризуется малой стоимостью и лучшей электромагнитной совместимостью (по сравнению с фазовым управлением). Данные решения Freescale позволят поднять уровень надежности и функциональные возможности однофазных асинхронных приводов холодильников, компрессоров, насосов и другого оборудования при минимальных затратах на проектирование и конкурентоспособной стоимости конечного продукта.

Дополнительная информация относительно рассмотренных и прочих решений для управления электродвигателями различного типа может быть найдена в разделе «Управление электродвигателями» на сайте компании Freescale по ссылке freescale.com/motorcontrol.

Материалы для данного обзора предоставлены компанией Spoerle An Arrow Company.

СЕМЕЙСТВА 8-РАЗРЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

launched by Motorola

freescale
semiconductor

Наименование	Память	АЦП канал / бит	Таймер, канал / бит	Интерфейсы	GPIO	Особенности
MC9S08QG	4...8 K6 Flash, до 512 В RAM	8 / 10	2 / 16	SCL, SPI, IIC	до 13	Int./Ext Oscillator, модуль отладки ICE (DBG)
MC908QB	4...8 K6 Flash, до 256 В RAM	10 / 10	4 / 16	ESCL, SPI		Vec. of 2.2 В
MC908QT/QY	1,5...8 K6 Flash, до 256 В RAM	6 / 10	2 / 16	ESCL, SPI, IIC	до 26	
MC68HC908JL / JK	1,5...8 K6 Flash, до 256 В RAM	13 / 8				
MC68HC908GR4	4...60 K6 Flash, 384 6...2 K6 RAM	6 / 8	1-2 / 16	SPI, IIC	до 21	

■ Желтым цветом выделены ключевые параметры.

ПРИМЕНЕНИЕ:

- Системы управления
- Контроль заряда батарей
- Системы безопасности (датчики дыма, движения, разрушения стекла)
- Промышленные компрессоры
- Датчики измерения расхода воды, газа



Информация о применении и заказ образцов
mcu-107@a.compel.ru

Компэл
www.compel.ru

По вопросам заказа специальных брошюр Freescale Semiconductor, а также по вопросам технических консультаций, заказа образцов и поставки обращайтесь в компанию КОМПЭЛ.
E-mail: mcu-204@a.compel.ru.