

Гвидо Реммери, Питер Кокс (ON Semiconductor)

ОТ МИКРОКОМПЬЮТЕРА К ПРИВОДУ – ИНТЕГРИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРИВодОВ ДВИГАТЕЛЕЙ



ON Semiconductor®

Компания **ON Semiconductor** предлагает инновационные решения для управления шаговыми электродвигателями: серию **специализированных стандартных микросхем AMIS305xx/306xx**. Принципы и алгоритмы работы этих микросхем описаны в статье инженеров ON Semi.

Шаговые электродвигатели остаются популярными в разработках, где необходимо высокоточное позиционирование, к примеру, в разнообразном оборудовании от дозиметрических насосов до приводов, клапанов и камер систем наблюдения. Они также находят применение в динамических приложениях, таких как регулировка положения фар транспортных средств, управление сценическим освещением. Благодаря улучшенным скоростным характеристикам, они применяются в производстве манипуляторов, швейных и ткацких станков.

Принципы управления

Хотя большинство шаговых двигателей используется в режиме без обратной связи, во многих современных конструкциях применяется технология

обратной связи. Непрерывная связь между реальным и расчетным положением ротора в соответствии с сигналами электропривода позволяет увеличить скорость перемещения при гарантированной точности.

Традиционно в системах с обратной связью применяется обычный или шаговый датчик, предназначенный для передачи в цепь привода информации о положении ротора. Таким образом обеспечивается связь между реальным и расчетным (или «электрическим») положением. Обратная связь не только позволяет обеспечить эффективное управление токами привода для придания необходимого ускорения и крутящего момента, но и дает возможность обнаруживать заклинивание, а также избежать пропуска положений.

Общепринятым подходом к реализации управления на основе показаний

датчиков является применение датчика Холла, хотя встречаются конструкции, в которых используется оптическое кодирование и потенциометры, установленные на валу ротора. В последнее время появились схемы обратной связи без применения датчиков. В них обеспечивается считывание реальных значений токов привода и обратной ЭДС, возбуждаемой вращением ротора, для расчета механического положения ротора.

ASSP помогают в реализации систем

Так как алгоритмы управления и схемы приводов постоянно развиваются, разработчики создают все более сложные интегральные схемы, предназначенные для выполнения большей части рутинных задач, выполняемых схемой двигателя. В состав специализированных стандартных продуктов (*Application-specific standard products – ASSPs*), таких как серия схем ON Semiconductor **AMIS-305xx**, входят интегральные преобразователи, предназначенные для преобразования последовательных перемещений в ток обмотки необходимого значения (при помощи таблицы кодировки или иными средствами). Также в состав схемы привода входят транзисторы, установленные по схеме H-моста, обратноточные диоды, схемы стабилизации тока на основе широтно-импульсной модуляции, а также различные схемы защиты.

В конечном итоге получается устройство, при помощи которого, начиная с высокоуровневых команд «следующего шага», принимаемых через логический интерфейс, например, шину SPI, обеспечивается непосредственный привод шагового электродвигателя. Интегрированная схема микрокоманд перемещений значительно повышает не только разрешающую способность, но и крутящий момент на малых скоростях, снижая уровень шума и предотвращая пропуски положений.

Устройства ASSP (рис. 1) разбиты на две категории с обозначениями **AMIS-305xx** и **AMIS-306xx**. Последняя является более развитой и обеспечивает полностью интегрированное реше-

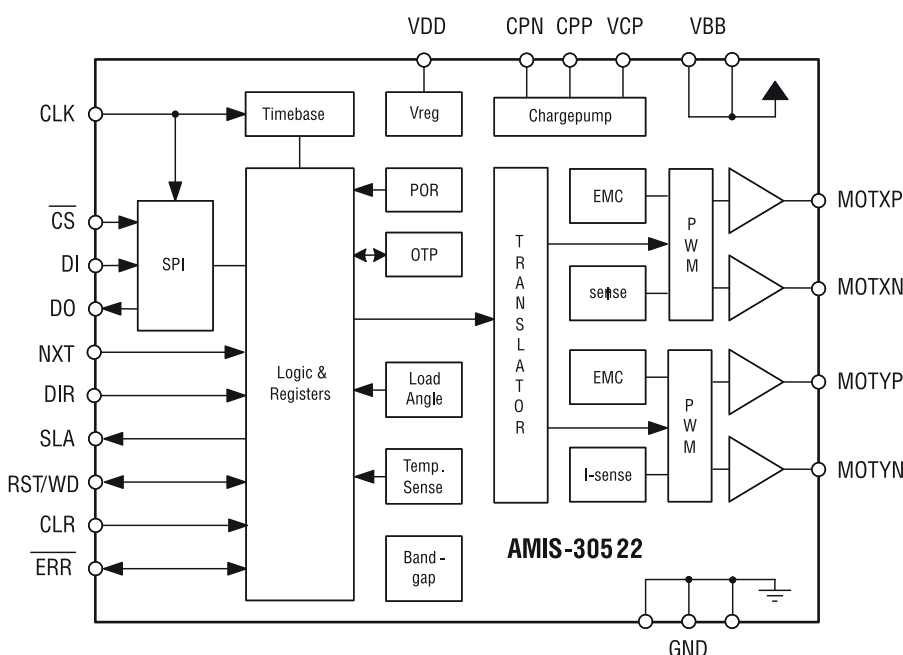


Рис. 1. Структурная схема ASSP AMIS-305xx

ние, совместимое с высокоуровневыми командами, принимаемыми через интерфейс РС или LIN. Алгоритм управления реализован в ИС в форме конечного автомата, и разработчику необходимо просто обеспечить входной сигнал, который «дает команду» схеме AMIS-306xx переместить двигатель в определенное положение с указанным ускорением и максимальной скоростью с определенным размером микрошага.

Такие решения идеально подходят, к примеру, для позиционирования камер наблюдения, когда инженеру необходимо как можно быстрее построить рабочую конструкцию. Разработчику не нужно беспокоиться о динамических характеристиках, реализуемых при помощи алгоритма перемещения, поскольку они уже реализованы в составе ASSP. Достаточно просто задать диапазон перемещений, и микросхемой будут отработаны расширенные функции, например, обнаружение заклинивания без использования датчиков.

Преимущества многокристальной конструкции

Однако такие устройства, как схемы серии AMIS-305xx, не позволяют в полной мере реализовать принцип сдачи системы «под ключ» и дать разработчику возможность более точного управления на протяжении всего динамического цикла работы системы. Разработчики, применяющие интеллектуальные приводы, используют более традиционную

решение AMIS-305xx возможно применение внешнего выхода для измерения скорости и угла приложения нагрузки (SLA). Это дает разработчику возможность непосредственного измерения обратной ЭДС, возбуждаемой обмотками двигателя во время прохождения магнитных полюсов ротора.

Внешний доступ к измерению обратной ЭДС открывает широкий диапазон возможностей совершенствования конструкции двигателей. Поскольку такой подход позволяет точно знать положение и скорость ротора, он, конечно, допускает применение многокристальных модулей для проведения сравнения электрического и расчетного положения ротора. Наиболее простым применением является обнаружение заклинивания. Однако возможен динамический контроль обратной ЭДС, который полезен для проведения сравнения фактического и расчетного положения ротора в режиме реального времени. Возможно использование такого контроля для точного предсказания ситуации пропуска шагов и принятия необходимых мер. Более того, разность между фактическим и расчетным положением показывает значение крутящего момента, прикладываемого двигателем.

Фактически фазовый сдвиг между обратной ЭДС и током обмоток двигателя — так называемый угол приложения нагрузки — возрастает с увеличением механической нагрузки на двигатель. Синхронное измерение обратной ЭДС дает

правило, основной характеристикой двигателей является зависимость между крутящим моментом и скоростью, определяющая максимально допустимую скорость. Однако измерение характеристик функционирования двигателя и отслеживание значения крутящего момента на выходе SLA может показать малозаметные параметры.

Как правило, двигатель предназначен для использования в полношаговом режиме. С повышением скорости достигается точка, в которой крутящий момент резко падает. Это точка выключения двигателя, за пределами которой изготовители не рекомендуют его эксплуатацию. Однако падение крутящего момента может быть менее значительным, если двигатель использовать на одной и той же скорости, но в микрошаговом режиме. При дальнейшем возрастании скорости в полношаговом режиме обычно происходит возврат к значениям, достигнутым на более низких частотах. Кривая зависимости крутящего момента от скорости больше выглядит как «пульсирующая» функция, чем как «низкочастотная» функция. Как правило, эта пульсация обусловлена колебаниями.

Измерение рабочих характеристик двигателя позволяет разработчику изменить алгоритм управления, который соответствует полношаговому режиму в крайних точках во время работы на пониженных или повышенных скоростях, а также переключаться в микрошаговый режим на узком центральном диапазоне значений скорости. Такая схема позволяет изготовителям высокоточных двигателей со встроенной электронной схемой привода значительно расширить рабочий диапазон своих изделий. Специалисты компании ON Semiconductor пришли к выводу, что эти усовершенствования позволяют расширить полезный диапазон скоростей работы двигателей в два-три раза.

Измерение обратной ЭДС на интеллектуальном выходе SLA также можно использовать для определения характеристик функционирования системы, что позволяет разработчику избежать работы оборудования на запрещенных резонансных собственных частотах. Эти частоты являются характеристикой системы «двигатель — привод — нагрузка» в целом, поэтому их невозможно найти в спецификации. Однако их легко определить во время контроля выходного сигнала SLA, поскольку они проявляются в виде вибраций.

Как правило, эта проблема решается ускорением двигателя на частоте собственных колебаний до максимально возможного значения. Установка диагностического оборудования, которое предназначено для выявления проблем диапазона скоростей системы, позволит

В состав специализированных стандартных продуктов, таких как серия схем ON Semiconductor **AMIS-305xx**, входят интегральные преобразователи, предназначенные для преобразования последовательных перемещений в ток обмотки необходимого значения (при помощи таблицы кодировки или иными средствами).

архитектуру цепи управления с микроконтроллером или программным обеспечением цифровой обработки сигнала и генерацией импульсов «следующего микрошага». Возможно использование дополнительного интерфейса SPI для передачи в систему таких параметров, как амплитуда тока, пошаговый режим, частота широтно-импульсной модуляции. В свою очередь, интеллектуальным приводом обычно обеспечивается передача в контроллер информации о флагах состояния, аварийных сигналах разрыва или замыкания цепи.

Чтобы снизить затраты на материалы и упростить решения с применением датчиков, в состав привода также входит обратная связь. В серии AMIS-306xx такая обратная связь ограничивается высокоточным сигналом обнаружения заклинивания, подаваемым во встроенный конечный автомат. Но в се-

последовательно понижающиеся результаты с возрастанием механической нагрузки на ротор. Это дает возможность применения сложных алгоритмов управления крутящим моментом.

Диагностическое окно

Самое важное следствие описанного выше явления — диагностическое «окно» во время работы интегрированной комбинации привода, двигателя и используемой нагрузки. Правильный выбор двигателя, простота реализации системы, а также высокое качество и развитая функциональность возможной реализации имеют большое значение для разработчика.

Первоначально значение обратной ЭДС можно использовать для выбора двигателя, а развитые стратегии управления можно применить для расширения рабочего диапазона двигателя. Как

разработчикам быстро и точно определять проблемные места и, соответственно, сократить время разработки.

Динамическое управление крутящим моментом

Встроенные средства диагностики также позволяют адаптировать систему к крутящему моменту, передаваемому в определенных условиях, например, в ситуации, когда контроллером определяется возможность неизбежного пропуска положения: ответной реакцией системы может быть передача повышенного крутящего момента. Несмотря на повышенную мощность, сохраняется возможность применения функции автоматического регулирования скорости.

В этом случае микроконтроллером выдается запрос интеллектуальной схеме привода на перемещение двигателя в указанное положение «на максимально возможной скорости». Затем применяется механизм измерения обратной ЭДС для определения необходимости и момента выполнения «следующего» шага.

У такого подхода два преимущества. Мощность, необходимая для выполнения указанного перемещения, уменьшается вдвое, как и время, необходимое для выполнения такого перемещения. Эти два результата взаимосвязаны: двигателем осуществляется передача крутящего момента, необходимого в данный

момент времени для максимально быстрого перемещения ротора, этот факт также означает, что системой максимально используется энергия, подаваемая в нее.

Эти преимущества являются очень привлекательными в системах с применением шаговых двигателей, которые, как правило, обладают высокими динамическими характеристиками, но работают в прерывистом режиме. Такое оборудование, как манипуляторы, должно обладать возможностью прекращения движения в строго определенных моменты, как можно быстрее, перед таким же скоростным перемещением в «следующее» положение. И хотя это не типичные применения с высокой потребляемой мощностью, экономия энергии в которых является одним из важнейших показателей, снижение потребления энергии вызывает цепную реакцию: возможна настройка двигателя на потребление питания, значение которого существенно ближе к номинальной характеристике системы, а не к максимальному значению потребления. Как правило, это будет означать необходимость применения двигателя с крутящим моментом, равным 70 Нм, вместо 100 Нм.

Заключение

Шаговые двигатели становятся все более популярной альтернативой для

управления быстрым, точным и динамическим перемещением. По мере развития технологии интеллектуальные приводы/контроллеры ASSP необходимо приводить в соответствие с ней. Современные устройства предлагают разработчику выбирать между готовой ИС, работающей во взаимодействии с шинной архитектурой, или более гибким решением, которое открывает большие возможности для применения прогрессивных функций и помогает находить новые применения данной технологии.

Наряду с предложением архитектур управления, ориентированных на определенные параметры, эти ASSP обеспечивают «диагностическое окно» производительности системы, позволяющее инженерам разрабатывать, реализовывать и диагностировать комплексные электромеханические системы легко и быстро.

Для обеспечения дальнейшего совершенствования разработчикам потребуется комбинация готовых и многокристалльных решений. Несомненно, диапазон применений шаговых двигателей и сложной мехатроники продолжит увеличиваться. **5**

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: power.vesti@compel.ru

Новый множитель частоты



ON Semiconductor®



Компания **ON Semiconductor** представила **NB3N3020** – программируемый множитель частоты с вы-

сокой точностью, низким фазовым шумом и низкой величиной дрожания фронтов.

Микросхема обеспечивает получение тактовых сигналов LVPECL и LVCMOS от одного устройства, что дает возможность использовать NB3N3020 в широком спектре приложений, включая сетевое оборудование, бытовую электронику и компьютерную технику. Микросхема имеет три вывода выбора частоты с тремя логическими уровнями LVCMOS, которые обеспечивают выбор одной из 26-ти частот, давая возможность разработчикам выполнить требования и заменить множество источников тактирования в различных системах с помощью одной настраиваемой микросхемы.

Программируемый множитель частоты NB3N3020 компании ON Semiconductor имеет широкий диапазон выходных частот от 8 МГц до 210 МГц. Микросхема использует

для работы кварц с параллельным резонансом на первой гармонике с частотой от 5,0...27 МГц или несимметричный источник тактового сигнала LVCMOS частотой 2,0...210 МГц и формирует дифференциальный LVPECL-выход и несимметричный LVCMOS-выходной сигнал выбранной частоты, которая получается умножением входной частоты. При низком уровне LVCMOS-сигнала разрешения выхода (OE), микросхема отключает выходы тактового сигнала, что дает возможность разработчикам контролировать наличие тактирования создаваемых систем. По заявлению компании, микросхема имеет превосходную величину дрожания фронтов – период дрожания 5 пикосекунд, что уменьшает жесткость допусков для разработчиков плат, позволяет увеличить рабочую частоту аппаратуры и повысить ее надежность.