



Владимир Башкиров

ТРЕХФАЗНЫЕ ДРАЙВЕРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Один из путей повышения эффективности промышленного и бытового привода - упрощение схемы управления силовым каскадом. Компания International Rectifier разрабатывает новые семейства драйверов 5-го поколения для управления трехфазными инверторами. Они отличаются более высокими техническими характеристиками и расширенным набором функций при высоком соотношении качество/цена.

Направления разработок 5-го поколения интегральных драйверов IR для электропривода

Поскольку современные разработки массового электропривода для промышленных приложений и бытовой техники ориентированы в основном на применение трехфазных асинхронных электродвигателей и бесконтактных двигателей постоянного тока, компания International Rectifier уделяет большое внимание совершенствованию соответствующей элементной базы, в том числе высоковольтных микросхем драйверов МОП-затворов. ИС трехфазных драйверов являются наиболее перспективным техническим решением для управления инверторами приводов мощностью до нескольких киловатт. Они позволяют интегрировать на одном кристалле необходимый на-

бор функций управления и защиты силовой электроники, создавать наиболее простую, компактную и стабильную схему управления, не требуют сложных схем питания, обладают высоким быстродействием. Рост требований к силовой электронике массового привода, прежде всего по цене, компактности, КПД, надежности, отражается и на требованиях к драйверам. Технология драйверов 5-го поколения была разработана компанией IR специально для того, чтобы иметь возможность удовлетворять эти растущие требования на длительную перспективу. Эта технология позволяет повысить уровень интеграции функциональных возможностей при сохранении площади кристалла и цены.

В новых разработках драйверов IR для электропривода мощностью

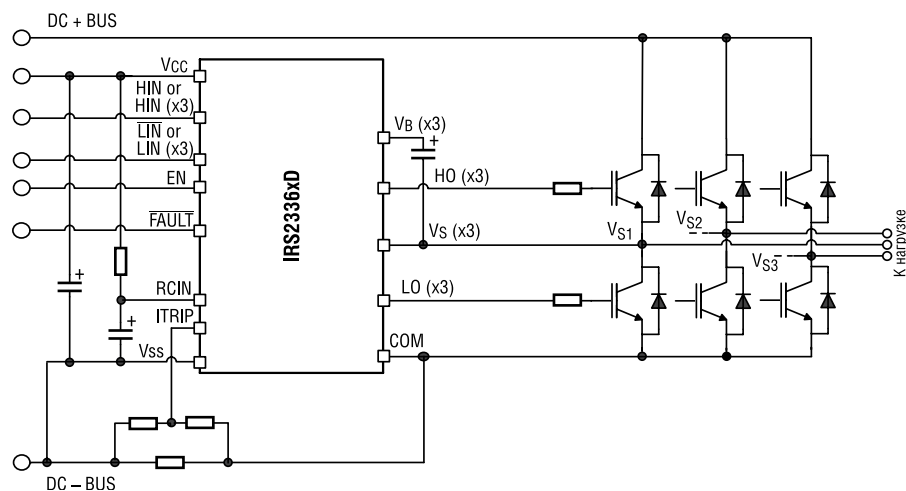


Рис. 1. Схема включения ИС серии IRS2336xD

International IR Rectifier

Силовой миниблок для сильноточных POЛ-конверторов

Компания International Rectifier анонсировала **iP1206** — новое техническое решение для реализации понижающих синхронных конверторов, применяемых при питании телекоммуникационного и сетевого оборудования. Микросхема является новейшим дополнением в семействе **iPOWIR™** силовых миниблоков, содержащих все пассивные компоненты и полупроводниковые приборы для реализации силовой части синхронных преобразователей. На базе iP1206 можно реализовать однофазный конвертор с выходным током до 30 А и двухфазный конвертор с двумя независимыми выходами на токи по 15 А. Обе опции основаны на противофазной работе каналов с целью снижения пульсаций входного напряжения и тока. Для достижения высокой объемной плотности в iP1206 применены полноценный ШИМ-контроллер и оптимизированный силовой каскад на современных полупроводниковых приборах.

Поскольку новая микросхема содержит все важные с точки зрения качества преобразования полупроводниковые и пассивные компоненты, то для создания высококачественного преобразователя требуется дополнительно всего несколько пассивных мощных компонентов. При этом существенно снижаются требования к квалификации разработчика и печатной плате. Особенности iP1206PBF являются постоянной частота ШИМ 600 кГц в каналах, ограничение тока без потерь, защита от перенапряжения и перегрева, режим старта со смещением, трэкинг выходного напряжения.

Диапазон входных напряжений составляет 7,5...14,5 В, выходных 0,8...5,5 В. Микросхема выпускается в корпусе LGA. Для упрощения освоения применения iP1206 компания предлагает демонстрационный преобразователь **IRDCiP1206-B 2x15A** и онлайн-моделирование работы преобразователя **iP1206 Spice circuit simulation**.

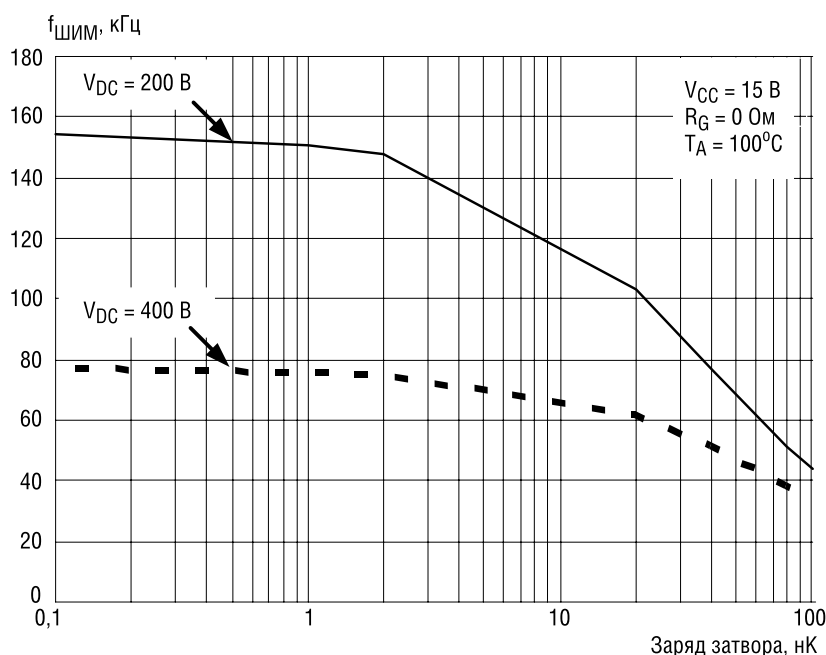


Рис. 2. Зависимость максимальной частоты переключения драйвера от заряда затвора транзистора и напряжения шины постоянного тока

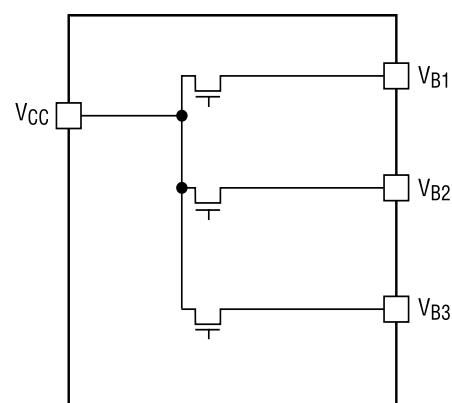


Рис. 3. Подключение BootFET в ИС IRS2336xD

управления IGBT). Драйверы выпускаются в 28-выводных корпусах DIP, SOIC и 44-выводном PLCC в бессвинцовом исполнении. Температурный диапазон эксплуатации микросхем от -40 до 125°C , хранения — от -55 до 150°C . Изделия этой серии относятся к классу ИС для промышленных приложений по стандарту JEDEC JESD 47-E. Микросхемы в корпусах для поверхностного монтажа отвечают требованиям устойчивости к воздействию влажности уровня MSL-3 по JEDEC J-STD-020C. Схема включения этих микросхем представлена на рис. 1. Она во многом схожа со схемой для драйверов серии IR2136x, отсутствует лишь цепь бутстрепного ультрабыстрого диода.

Для упрощения перехода со старых ИС серии IR2136x на новые сохранено расположение и назначение выводов. ИС имеет 6 входов управления ключами инвертора (HIN-верхними, LIN-нижними), совместимых с КМОП- и ТТЛ-логикой любого уровня (включая 3,3 В), что позволяет реализовать управление драйвером напрямую от микроконтроллера. Выходы управления ключами инвертора (HO-верхние, LO-нижние) синфазны со входами HIN, LIN у драйвера IRS23364D и находятся в противофазе у IRS2336D.

Типовой уровень выходных токов драйверов новой серии (выводы HO, LO микросхемы) составляет 180 мА и 330 мА (втекающий/вытекающий ток затвора). Графики из справочных листов драйверов серии IRS2336xD (рис. 2) помогут подобрать частоту переключения драйверов при

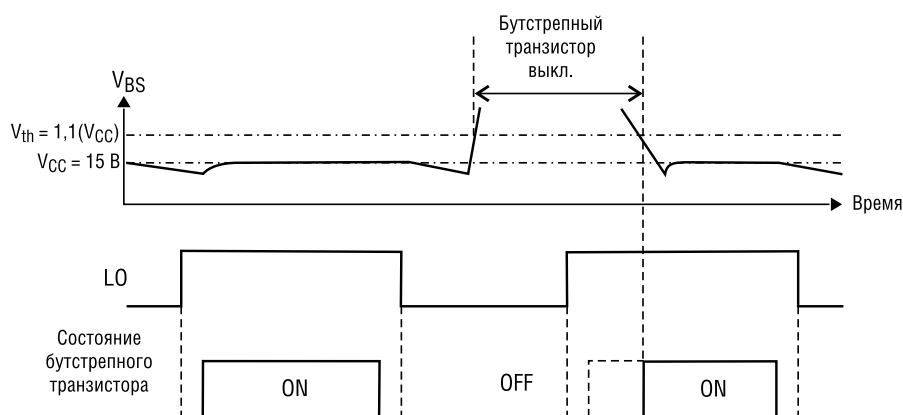


Рис. 4. График состояния BootFET

до нескольких киловатт можно выделить два основных направления.

Первое преследует цель создания максимально компактных ИС с минимальной ценой при ограниченном росте функциональных возможностей. Эти ИС предназначены для замены ИС предыдущего поколения при модернизации электроники привода, с целью снижения цены и упрощения схемотехники.

Второе направлено на разработку ИС для привода нового поколения с существенно более высокой эффективностью, широким набором функциональных возможностей при сохранении уровней цены и сложности схемотехники.

В рамках этих направлений ИР уже приступила к серийному про-

изводству нескольких новых семейств драйверов.

Трехфазные драйверы для модернизации серийной продукции

Первым из новых семейств этого направления является серия IRS2336Dx, которая должна заменить популярную серию IR2136x предыдущего поколения.

Общая характеристика серии

В семейство входят 600-вольтовые драйверы **IRS2336D** и **IRS23364D**. Диапазон выходных напряжений первого равен 10...20 В (предназначен для управления силовыми МОП-транзисторами), второго 12...20 В (предназначен для

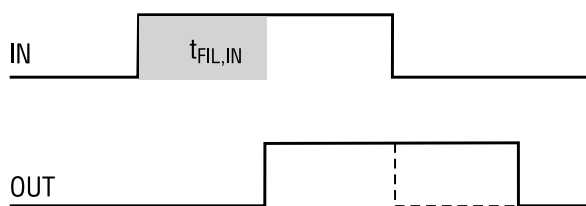


Рис. 5. Логика работы обычного и усовершенствованного входных фильтров

известных величине заряда затвора ключей инвертора и напряжений шины постоянного тока.

Вход E_n (Enable) предназначен для дистанционного управления драйвером. Разрешение на работу драйвера дается при высоком логическом уровне на входе, запрещение при низком (уровень 0,8 В). Входной фильтр ИС на этом входе устраняет возможность срабатывания от ложных импульсов длительностью до 200 нс.

Интегрированный бутстрепный контур

В новых драйверах роль бутстрепного диода выполняют BootFET — бутстрепные МОП-транзисторы, интегрированные в кристалл ИС, что во многих случаях исключает необходимость применения внешних бутстрепных ультрабыстрых диодов и резисторов. Три бутстрепных транзистора подсоединены ко входу питания V_{cc} и к выходам V_{b1} , V_{b2} , V_{b3} источников питания с плавающим уровнем, как показано на рис. 3.

Интегральные BootFET включены только при высоком уровне выходов LO управления нижними ключами инвертора (рис. 4). Напряжение V_{bs} на конденсаторе между выходами V и S циклически повышается в зависимости от времени нахождения выхода LO на низком уровне, емкости конденсатора, напряжения исток-сток (коллектор-эмиттер) и падения напряжения на антипараллельном диоде инвертора. Временные диаграммы бутстрепных транзисторов примерно повторяют состояние выходов LO. BootFET находятся в проводящем состоянии при высоком уровне выхода LO и когда V_{bs} не превышает напряжение

питания микросхемы V_{cc} (равное 15 В) более чем на 10%.

Интегральные бутстрепные транзисторы способны заменить внешние бутстрепные диоды в большинстве практических приложений. Ограничения в их применении могут быть связаны или со специфической схемотехникой (например, при реализации схем 6-шаговой модуляции) или с более низким, чем у ультрабыстрых диодов, быстродействием (в типовых бутстрепных цепях обычно применяют диоды со временем обратного восстановления 100 нс). В этих случаях задача может быть решена дополнением схемы включения обычной бутстрепной цепи с ультрабыстрым диодом.

Повышенная устойчивость к помехам

С целью обеспечения высокой помехоустойчивости в драйверах новой серии сохранено разделение сигнальной и силовой земли, как это ранее было сделано в серии IR2136x. Выход сигнальной земли V_{ss} используется в схемах защиты от перегрузки по току и формирования управления на входах HIN, LIN. Выход силовой земли COM совместно с выходами LO применяется при формировании управления нижними ключами инвертора. Помимо этого в новых драйверах применяются усовершенствованные входные фильтры. Отличие в логике работы такого фильтра иллюстрирует рис. 5.

Входной фильтр с обычной логикой работы бланкирует появление высокого уровня на выходе на время фильтрации $t_{FIL,IN}$, и длительность выходного импульса по отношению ко входному уменьшается на время фильтрации (пунк-

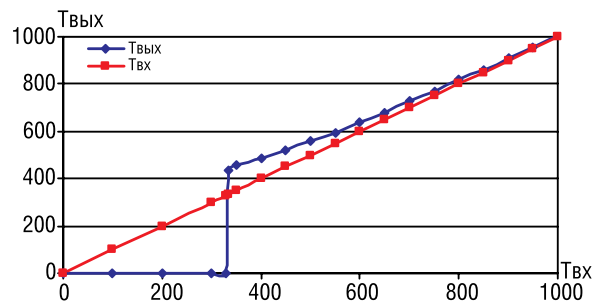


Рис. 6. Длительность импульса на выходе усовершенствованного входного фильтра

тирная линия на рис. 5). В усовершенствованном фильтре выходной сигнал также появляется с задержкой $t_{FIL,IN}$, но длительность выходного импульса совпадает с длительностью входного (сплошная линия). Это позволяет эффективно устранять срабатывание схемы как от положительных, так и от отрицательных импульсных помех длительностью менее $t_{FIL,IN}$. При более длинных входных импульсах длительность входных и выходных импульсов совпадает с достаточно высокой точностью (рис. 6). В драйверах серии IRS2336xD усовершенствованные входные фильтры установлены на входах HIN, LIN управления инвертором (время фильтрации 350 нс) и на входе EN (200 нс).

Обеспечение надежного управления ключами инвертора

Временные задержки между сигналами управления на входе и выходными сигналами меняются в диапазоне 400...750 нс, а времена нарастания и спада на выходе — в диапазонах 110...190 нс и 35...75 нс соответственно. В трехфазных драйверах предусмотрено несколько ступеней функциональной защиты для предотвращения одновременного включения транзисторов инвертора и возникновения сквозных токов.

Специальная логическая схема устанавливает низкий уровень на выходах управления затворами верхнего и нижнего ключей при одновременном появлении высокого логического уровня на входах управления, тем самым блокируя работу драйвера.

В динамическом режиме работы драйвера разброс времен задерж-

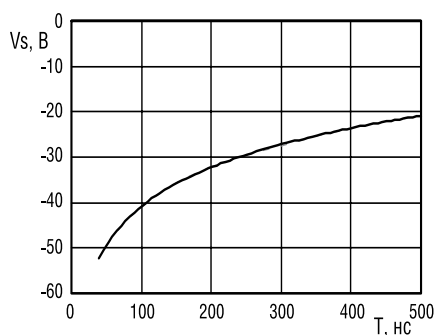


Рис. 7. Устойчивость к отрицательному смещению на выходе (средней точке стойки) в зависимости от времени

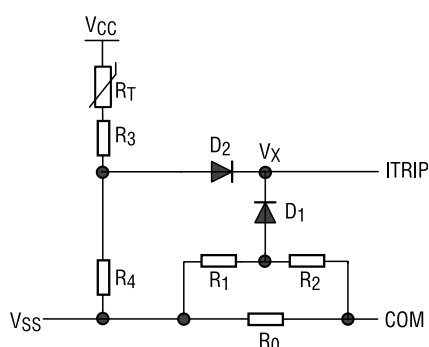


Рис. 9. Схема обнаружения перегрузки по току

ки между входным и выходным сигналами и фронтов выходных сигналов каналов драйвера может привести к перекрытию выходных сигналов и нежелательному срабатыванию ключей инвертора. Для предотвращения этого в схеме драйвера предусмотрен логический узел, который обеспечивает одинаковое время срабатывания верхнего и нижнего каналов драйвера, управляющих стойкой инвертора. Максимальная разница времен срабатывания составляет 50 нс (параметр MT справочного листа). Помимо этого устраняется разница во временах срабатывания как между нижними, так и между верхними ключами.

Для предотвращения сквозных токов инвертора в драйверах предусмотрен узел формирования фиксированной паузы на переключение. Номинальная длительность паузы 300 нс (диапазон 190...420 нс). Схема формирования пауз обеспечивает для каналов управления верхним и нижним ключом разброс длительности

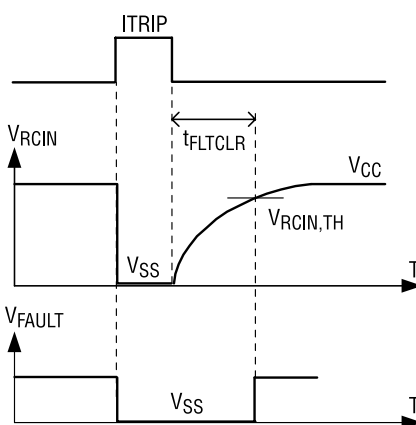


Рис. 8. Временные диаграммы работы таймера и выхода FAULT

пауз не более 60 нс. Это же относится и к разбросу длительности пауз между схемами управления всеми тремя стойками инвертора.

Высокая устойчивость к отрицательному смещению на выходе

Напряжение на выходах трехфазного инвертора (средние точки стоек) при идеальных условиях работы меняется от нуля (шина нулевого потенциала) до напряжения шины постоянного тока. На средней точке стойки Vs может за короткое время возникнуть значительное отрицательное смещение, которое будет передано на выход драйвера. Причиной этого может быть наличие индуктивной нагрузки, паразитные индуктивности в стойках инвертора, коммутация больших токов в течение коротких промежутков времени. Такая ситуация может происходить как в рабочем режиме, так и в режиме короткого замыкания, выключения при перегрузке по току и т.д. Драйверы новой серии способны успешно противостоять таким воздействиям. График на рис. 7 иллюстрирует возможность работы драйверов серии IRS2336xD при ударных отрицательных смещениях напряжения до минус 60 В.

С учетом этого драйверы новой серии являются гораздо более надежными силовыми ИС для управления инверторами приводов в реальных условиях эксплуатации.

Функции защиты

В новых ИС сохранены функции защиты, реализованные ранее в ИС серии IR2136x.

Вывод FAULT предназначен для передачи информации об аварийной ситуации за время работы таймера, программируемого внешней цепью R_{RCIN} , C_{RCIN} . Номинал резистора может быть выбран в диапазоне от 0,5 до 2 Мом, керамический конденсатор может иметь емкость до 1 нФ. Работа драйвера блокируется в двух случаях — при низком напряжении питания (уровень 8,9...8,2 В) и при наличии высокого уровня на входе ITRIP.

Рисунок 8 иллюстрирует вторую из этих ситуаций. При высоком уровне сигнала на выводе ITRIP напряжение на выводах V_{RCIN} и V_{FAULT} снижается до уровня на выводе VSS (сигнальная земля). Когда уровень сигнала на выводе ITRIP становится низким, запускается таймер, который спустя время t_{FLTCLR} (определяется постоянной времени RC-цепи) производит сброс входа FAULT, уровень сигнала на котором снова становится высоким.

Вход ITRIP может быть использован для обнаружения перегрузки по току в шине нулевого потенциала инвертора. В этом случае выходы ИС переводятся на низкий уровень и выдается сигнал аварийной ситуации по выводу FAULT. Номиналы делителя R0, R1, R2 (рис. 9) определяются исходя из порогового уровня 0,46 В на входе ITRIP и уровня тока срабатывания защиты. Аналогичным образом может быть обеспечена защита от перегрева. Параметры термистора Rt и резисторов R3, R4 должны быть выбраны таким образом, чтобы пороговое напряжение 0,46 В было достигнуто при максимально допустимой температуре. Рисунок 9 показывает, как обеспечить одновременную реализацию этих возможностей с помощью развязывающих диодов.

(Продолжение следует)

Литература

1. Data sheet IR2136x
2. Data sheet IRS2336xD.

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