



Владимир Башкиров

МИКРОСХЕМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА

В новом поколении высоковольтных силовых микросхем компании International Rectifier (IR) заслуживает внимания ряд интересных приборов, предназначенных для управления современными энергосберегающими лампами. В них удачно сочетаются технические характеристики, заложенные на длительную перспективу, и более простая конструкция пускорегулирующего устройства. Электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА) на их основе могут значительно удешевить изделия и повысить их конкурентоспособность.

Микросхемы для ЭПРА люминесцентных ламп

Люминесцентные лампы являются самыми распространенными и одними из самых высокоэффективных источников света. В них можно выделить две группы приборов — компактные лампы различного исполнения и трубчатые лампы. Компактные лампы занимают в основном диапазон мощностей от 11 до 26 Вт и предназначены для освещения жилых и, отчасти, офисных помещений. Они являются эффективной энергосберегающей альтернативой лампам накаливания. Компактная люминесцентная лампа мощностью 16 Вт равноценна по светоотдаче 100 Вт лампе накаливания. В последнее время в Азии все более популярными становятся компактные лампы повышенной (40...100 Вт) мощности, которые применяются для уличного освещения. Трубчатые лампы применяются в одно- и многоламповых (до 4) светильниках, используемых для освещения офисных и производственных помещений. Мощность трубчатых ламп достигает 80 Вт, а наиболее популярными являются лампы мощностью 18 Вт (растровые светильники 4x18 Вт), 32 Вт, 36 Вт, 40 Вт, 58 Вт (одно- и двухламповые светильники).

Микросхемы управления для ЭПРА компактных ламп

В светильниках с компактными лампами главным условием успеха является минимальная цена реализации ЭПРА. Хотя к ЭПРА ламп мощностью до 26 Вт предъявляются более низкие требования (это выражается в более простом входном фильтре, отсутствии корректора коэффициента мощности, упрощенном управлении и защите лампы), в большинстве из них для получения низкой цены применяется традиционное решение — автогенераторная схема с трансформатором и полумостовым каскадом на биполярных транзисторах. В таких схемах трудно реализовать предварительный подогрев катода для увеличения срока службы лампы, а режим автогенерации привязан к параметрам и мощности лампы (надежность запуска падает с наработкой лампы). Точность установки частоты невысока, так как определяется параметрами насыщения сердечника трансформатора и транзисторов. Высока вероятность возникновения емкостных токов. Для серийного производства ЭПРА нужны компоненты с жесткими допусками по более высокой цене. Кроме того, биполярные транзисторы уступают по надежности мощным полевым транзисторам

International Rectifier

Первый 200-вольтовый DirectFET транзистор

Транзистор **IRF6641TRPbF** разработан для применения в изолированных DC/DC-конверторах с питанием от универсальной шины (36...75 В). Обладая ультранизким сопротивлением канала (51 мОм) и низким зарядом затвора, он идеально подходит для синхронных выпрямителей высокоэффективных сильноточных DC/DC-конверторов, работающих на высокой частоте, последнего поколения конверторов шины, привода постоянного тока, и даже для 48-вольтовых конверторов ветрогенераторов. Кроме того, он может использоваться в сильноточных AC/DC-конверторах компьютеров и телекоммуникационных серверов с питанием от 48-вольтовой шины.

Новый транзистор в корпусе DirectFET типа MZ при габаритах корпуса SO-8 и высоте корпуса 0,7 мм обеспечивает ток 25 А при минимальных потерях проводимости и переключения. Он заменяет до 3 транзисторов в корпусе SO-8 и экономит до 50% площади печатной платы. Транзистор обеспечивает КПД синхронных выпрямителей до 95% — это тот же уровень КПД, что при удвоенном количестве транзисторов в корпусе SO-8 и выходном токе 7 А.

(особенно при повышенных температурах, когда ЭПРА встроен в цоколь лампы). В ЭПРА компактных ламп актуальной является задача создания управляющего устройства с более широким набором функций управления лампой, prolonged сроком службы и с более высокой надежностью ЭПРА при конкурентной с автогенераторным вариантом цене. В конечном счете это сводится к созданию микросхемы с минимальным числом выводов (компактность и цена корпуса) и максимальным для решения поставленной задачи набором функций (простота схемы). В новой номенклатуре микросхем International Rectifier есть две, предназначенные для решения этой задачи.

Первая из них — **IRS2153D**. Относится к новому, пятому поколению высоковольтных ИС IR. Полностью совместима по выводам с популярной автогенераторной ИС IR2153. Частота автогенератора, реализованного на внутреннем таймере (он обеспечивает скважность строго 50%) задается внешней RC-цепью. Корпус имеет минимальное количество выводов (DIP-8, SO-8). Микросхема обеспечивает режим микромощного потребления с током 130 мкА. Входом внешнего выключения можно управлять с помощью включения и выключения ЭПРА (у аналогов этой функции нет). По сравнению с IR2153 и аналогами в новой ИС ужесточены допуски и повышена точность (допуск на частоту понижен до 3% вместо прежних 5%).

В структуре кристалла ИС присутствует бутстрепный полевой транзистор, работающий в режиме диода и заменяющий внешний ультрабыстрый диод. Изменение частоты генерации в режиме подогрева катода реализуется изменением времязадающей емкости.

Применение новой ИС IR позволяет реализовывать более надежные ЭПРА с минимальной сложностью схемы (особенно при отсутствии предварительного подогрева) и с пониженными требованиями к точности компонентов, увеличивающих срок службы лампы.

Микросхема **IR2520D** также выпускается в 8-выводных корпусах и содержит интегральный

бутстрепный транзистор, но при этом работает на иных принципах и обладает рядом положительных отличий. Ее основой является генератор переменной частоты, управляемый напряжением. Адаптивное управление полумостовым каскадом обеспечивает переключение ключей при нулевом напряжении и минимально возможном токе (режим ZVMC). Этот режим гарантирует минимальные потери мощности на ключах. Схема реализации балласта на основе IR2520D представлена на рисунке 1. Резистор R_{fmin} устанавливает частоту запуска и стартовую частоту (в 2,5 раза выше частоты запуска). Конденсатор C_{vco} определяет время предварительного подогрева катода. Микросхема обеспечивает защиту ключей от перегрузки по току в стартовом режиме за счет ограничения максимальной величины пик-фактора и защиту ключей от работы в режимах переключения при ненулевом напряжении.

Помимо этого, микросхема обеспечивает блокировку работы при открытой нити накала и низком напряжении сети, авторестарт при замене лампы. Конструкция на ее основе отличается максимальной простотой, минимальной занимаемой площадью, обеспечивает повышенный срок службы лампы и не критична к допускам компонентов в отличие от автогенераторных балластов на биполярных транзисторах.

Схематехника ЭПРА на основе IR2520D проще чем при при-

менении аналогов (например при реализации ЭПРА на микросхеме UBA2021 компании NXP в более дорогом 14-выводном корпусе необходимо на 5 компонентов больше).

Эти преимущества ИС IR2520D наиболее полно реализуются в диапазоне 16...26 Вт.

Микросхемы управления для ЭПРА трубчатых ламп

Существуют два подхода к конструированию ЭПРА трубчатых ламп. Поскольку они идут на смену электромагнитным ПРА, то один из подходов сводится к реализации бюджетных ЭПРА с минимальной стоимостью, низким коэффициентом мощности и минимальным набором функций. Другой подход основан на реализации развитых функций управления и защиты при более высокой цене. Примером первого подхода является продукция, поступающая на российский рынок из Азии, а второго — из Европы.

Бюджетные ЭПРА с низкой стоимостью реализуются в настоящее время на автогенераторных схемах с применением биполярных транзисторов и простейших пассивных корректоров коэффициента мощности. Как и в ЭПРА компактных ламп, конкуренцию им могут составить только ЭПРА с применением полевых транзисторов и микросхемы IRS2153D. Более высокая стоимость комплектации в этом случае компенсируется снижением стоимости производства, повышением надежности и ресурса работы лампы.

Вместе с тем растет интерес к перспективным ЭПРА, в которых некоторое усложнение схемы компенсируется высоким коэффициентом мощности, низкими нелинейными искажениями и максимальным набором функций управления и защиты. Наличие в ЭПРА узла активного корректора коэффициента мощности приводит к увеличению числа управляющих микросхем до 2-3 шт. (контроллер корректора и контроллер/драйвер ЭПРА). Компания IR несколько лет назад выпустила две микросхемы IR2166 и IR2167, в которых на одном кристалле объ-

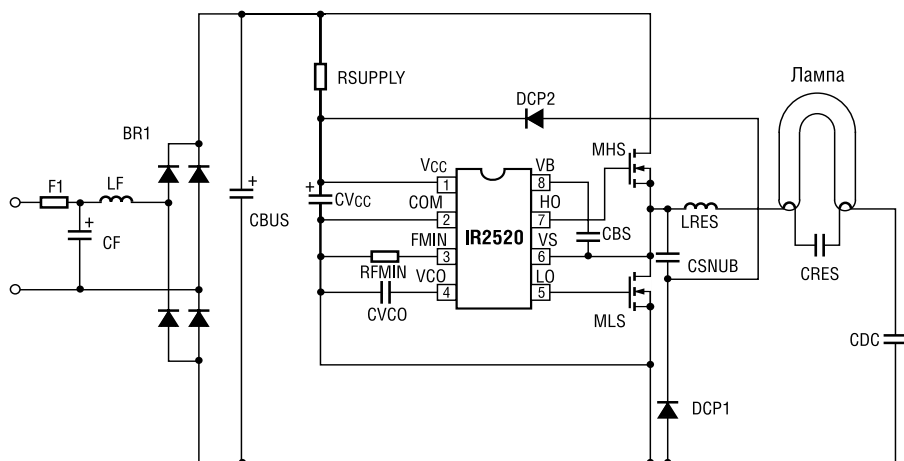


Рис. 1. Схема ЭПРА компактной лампы на основе IR2520D

едино управление всеми узлами ЭПРА (см. рис. 2).

Реализованные на их основе ЭПРА отличались высоким коэффициентом мощности (более 0,99), низким коэффициентом нелинейных искажений (менее 10%), максимально возможным ресурсом лампы. В них реализовывались все современные требования по управлению и защите как трубчатых ламп (одной или нескольких) так и ЭПРА. За счет интеграции функций на одном кристалле и новых алгоритмов работы, в конструкции ЭПРА перечень компонентов сокращался на 40%.

В новом поколении ИС компании IR появились микросхемы **IRS2166D** и **IRS2168D**, являющиеся дальнейшим развитием ИС IR2166 и IR2167. ИС IRS2166D отличается от предшественницы более компактным кристаллом (более низкой стоимостью), более жесткими допусками на параметры и наличием интегрального бутстрепного диода. Она полностью совместима с IR2166 по выводам и управлению, что позволяет быстро модернизировать серийную продукцию с целью улучшения характеристик при одновременном снижении стоимости изделия и производственных затрат. ИС IRS2168D существенно отличается и от предшествующей IR2167 и от IRS2166D, и по своей схемотехнике является совершенно новой разработкой. Она предна-

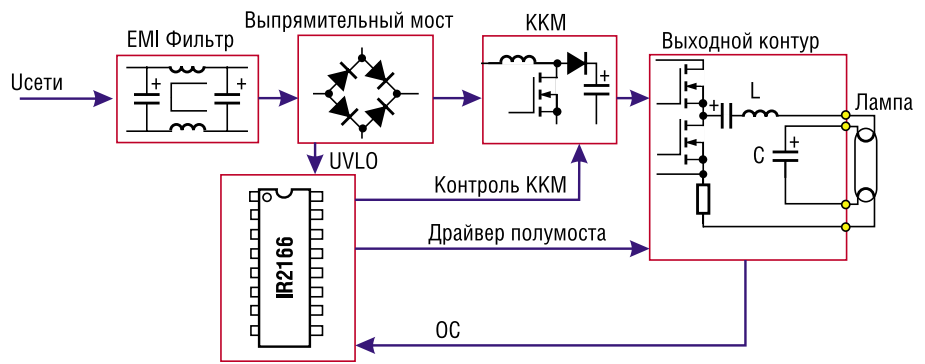


Рис. 2. Функциональная схема ЭПРА с однокристальными контроллерами IR2166, IR2167

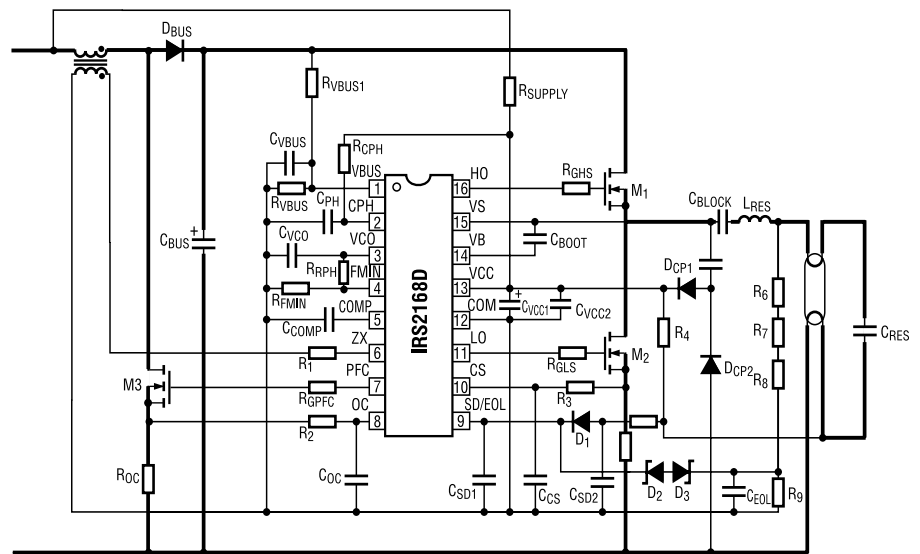


Рис. 3. Схема включения ИС IRS2168D

значена для высококачественного управления несколькими лампами (до 4 шт) при эксплуатации в широком диапазоне изменения вход-

ных напряжений и при высокой (более 100 Вт) мощности нагрузки, а также для управления лампами, требующими высокого напряжения

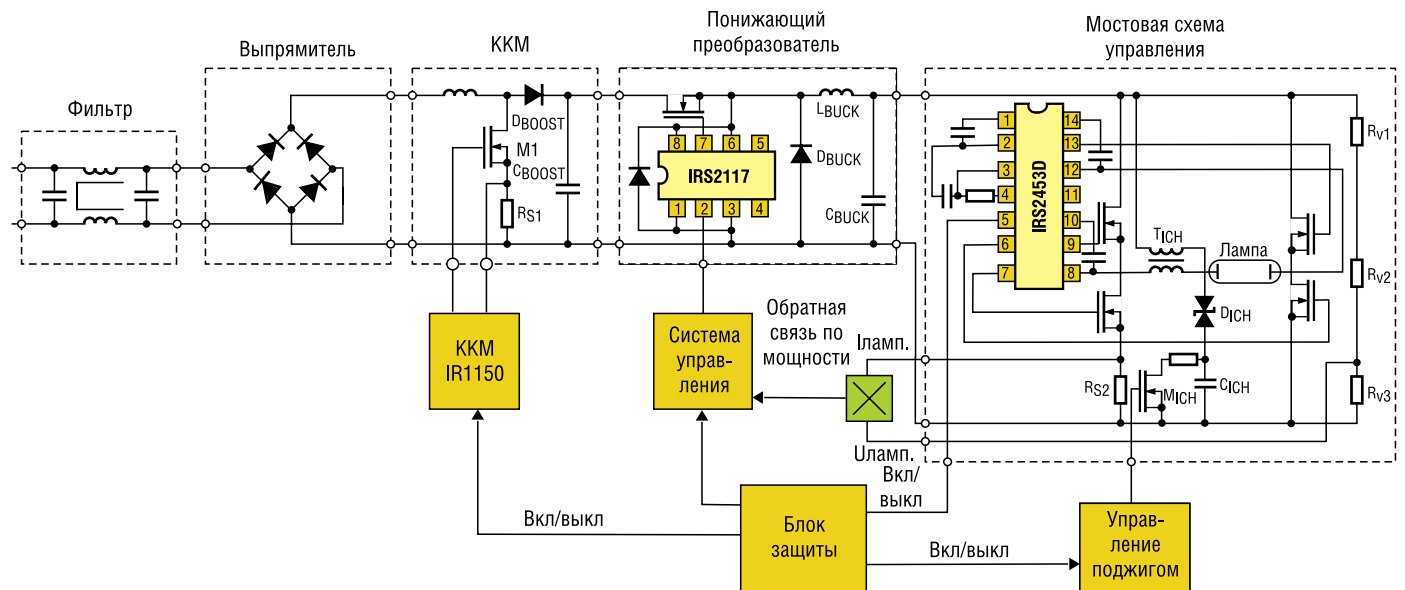


Рис. 4. Функциональная схема ЭПРА лампы разряда высокой интенсивности

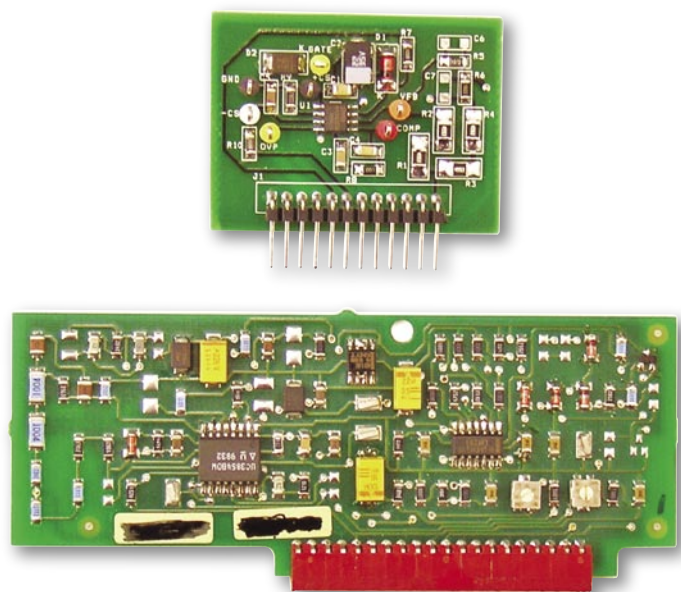


Рис. 5. Платы управления ККМ на базе ИС IR1150 (вверху) и UC3854 (внизу)

поджига (например лампы типа T5).

В отличие от IRS2166D, в этой ИС время переключения является фиксированным (1,6 мкс), а не устанавливается внешней RC-цепочкой. Основным узлом схемы управления выходным каскадом является генератор, управляемый напряжением (ГУН), и в ИС предусмотрен отдельный вывод управления VCO (см. рис. 3). Наличие такого генератора позволяет реализовать режим ZVMC работы ключей и существенно снизить потери в ключах. Дополнительно к возможностям IRS2166D, в IRS2168D реализовано замкнутое управление режимом поджига, позволяющее программировать ток поджига, время поджига и повысить точность установки времени поджига в 6 раз (до 5% от времени подогрева). Благодаря стабилизации тока и напряжения в режиме поджига повышается срок службы лампы. Новая ИС защищена от перегрузок по току не только в выходном полумостовом каскаде, но и в корректоре коэффициента мощности (ККМ). ККМ способен работать в широком диапазоне изменения напряжения сети. Наличие специального вывода SD EOL и соответствующего узла в ИС позволяет обнаруживать старение лампы и своевременно блокировать работу ЭПРА для предотвращения выхо-

да его из строя. IRS2168D обеспечивает самый высокий коэффициент мощности (более 0,99) и минимальный коэффициент нелинейных искажений (менее 6%).

Микросхемы для ЭПРА ламп с разрядом высокой интенсивности

Семейство ламп с разрядом высокой интенсивности включает в себя лампы нескольких типов — ртутные, натриевые, ксеноновые и т.д. Лампы этого семейства отличаются наивысшая светоотдача. Вследствие этого они широко используются в уличном освещении, для освещения производственных помещений, а также для специальных приложений (например, ксеноновые фары). В зависимости от типа лампы режимы управления ею могут отличаться, но функциональная схема ЭПРА остается общей для всех типов ламп (см. рис. 4). ЭПРА должен обеспечивать поджиг лампы высоким напряжением, стабилизацию тока подогрева и контроль мощности во время работы. Соответственно, обязательными узлами ЭПРА являются ККМ, понижающий конвертер и мостовая схема управления лампой. Для управления ими компания IR предлагает чипсет на основе управляющих ИС. Первая из них — контроллер ККМ IR1150. На базе этой ИС могут быть реализованы корректоры любого типа (работа в режиме прерывистых или

непрерывных токов) на мощности 75...4000 Вт. В отличие от традиционных ИС управления ККМ, использующих обратную связь от питающей сети, усилитель ошибки и перемножитель для формирования управления за время полуволны напряжения сети, в IR1150 управление скважностью ШИМ формируется за один цикл ШИМ. Схема контроля напряжения шины постоянного тока построена на базе интегратора со сбросом. Это дает возможность реализовать ИС в 8-выводном корпусе, на 40% снизить число элементов платы управления и на 50% уменьшить площадь печатной платы (см. рис. 5).

Управление понижающим конвертером может быть построено на базе драйвера верхнего ключа, ИС 5-го поколения, IRS2117. Понижающий конвертер должен обеспечивать контроль тока, потребляемого лампой в режимах подогрева, поджига, и в рабочем режиме. Выходной каскад представляет собой мостовую схему и устройство поджига, содержащее транзистор, диод и конденсатор. Задачей мостового каскада является формирование на лампе переменного напряжения. Для управления выходным мостовым каскадом могут быть использованы два автогенераторных драйвера IRS2153D, но более рационально использовать одну ИС мостового автогенераторного драйвера IRS2453D. Принцип работы генератора в ней аналогичен ИС IR2153, IRS2153D — частота автоколебаний генератора, реализованного на таймере, устанавливается внешней RC-цепочкой. Для исключения сквозных токов в мосте предусмотрены паузы на переключение ключей полумостов длительностью 1,5 мкс. Ток накачки затворов выходными драйверами ключей верхнего и нижнего уровней аналогичен токам IRS2153D. Для реализации бутстрепного источника питания в ИС предусмотрен интегральный бутстрепный транзистор, упрощающий схему включения.

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