

Схема управления лампами высокого давления от компании International Rectifier



Виталий Шевченко, инженер по применению International Rectifier

Email: svl@rainbow.com.ua

В статье пойдет речь о ИС компании International Rectifier для управления лампами высокого давления. Будут рассмотрены устройство и принцип управления лампами высокого давления, даны рекомендации по построению схемы управления и защиты.

Современные электронные балласты для флуоресцентных ламп на сегодняшний день уже обогнали трансформаторные пускатели и по объему, и по цене. Такую же тенденцию мы наблюдаем сейчас и в области электронных пускателей для ламп высокого давления. Одним из основных преимуществ ламп высокого давления является их яркость свечения. Обычно такие лампы используют для внутреннего освещения больших площадей, наружного освещения зданий или уличного освещения. Сегодня лампы высокого давления находят новое применение в автомобильных фарах, прожек-

торной подсветке необходимых объектов, демонстрационных проекторах.

Газоразрядные лампы — это лампы, в которых электрическая энергия преобразуется в оптическое излучение при прохождении электрического тока через газы и другие вещества (например, ртуть), при этом газ имеет парообразное состояние. В качестве газа часто используют галогидную группу газов, пары натрия и ртути. В отличие от галогенных ламп накаливания металл-галогидные лампы не перегорают, а со временем лишь уменьшают полезный световой поток, но при этом имеют в 20 раз большее время

службы чем лампы накаливания. Поэтому критерием истечения их ресурса является уменьшение создаваемого потока вдвое. Лампы, содержащие пары натрия, называют натриевыми лампами. Они имеют в 2 раза больший срок службы, чем люминесцентные лампы. Газоразрядная лампа представляет собой стеклянную, керамическую или металлическую (с прозрачным выходным окном) оболочку цилиндрической, сферической или иной формы, содержащую газ, иногда некоторое количество металла или другие вещества (например, галогидную соль) с достаточно высокой упругостью пара. В оболочку герметично смонтированы (например, впаяны) электроды, между которыми происходит разряд. Существуют газоразрядные лампы с электродами, работающими в открытой атмосфере или протоке газа (например, угольная дуга).

Вспышка разряда в эмиттере натриевой лампы высокого давления происходит в поджигающем газе, образующем основную газовую среду, которая в холодной лампе заполняет эмиттер. Перед началом разряда натрий и ртуть находятся в своем обычном состоянии. При этом упругость паров натрия и ртути в холодном эмиттере практически не влияет на давление в поджигающем газе. Начальный разряд в поджигающем газе приводит к нагреву эмиттера, что вызывает испарение натрия и ртути. По мере возрастания давления паров этих двух металлов существенно повышается их роль в процессе разряда. Поскольку натрий и ртуть в эмиттере имеются с избытком, в стабильном состоянии, т.е. в состоянии термодинамического равновесия, определенное

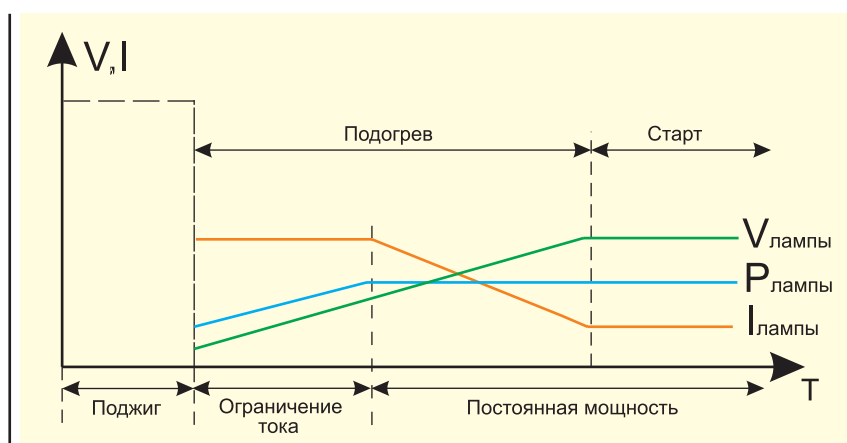


Рисунок 1 Временная диаграмма запуска 70 Вт метал-галогидной лампы

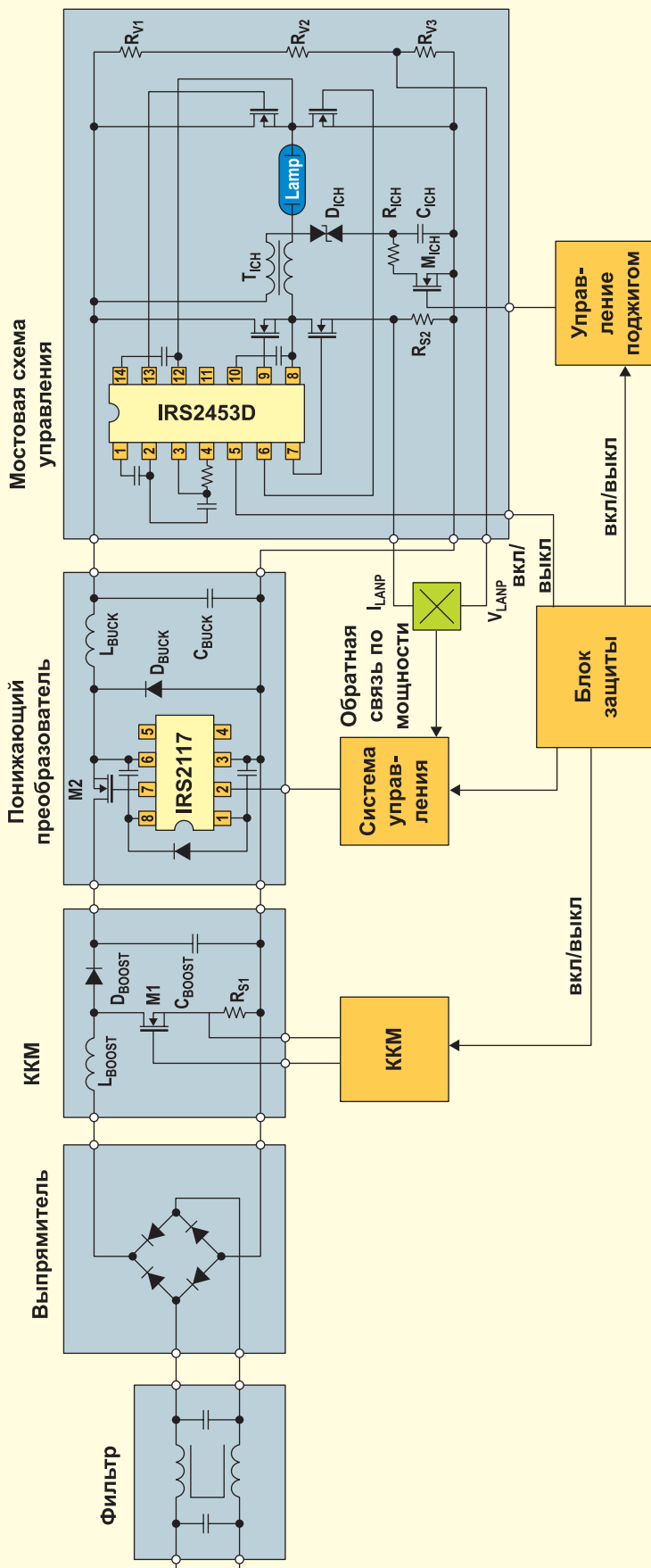


Рисунок 2 Функциональная схема электронного управляющего устройства для ламп высокого давления

количество этих веществ продолжает оставаться неиспарившимся. Разряд в лампе происходит в насыщенных парах. При этом избыток жидкой амальгамы накапливается в самом холодном месте эмиттера, расположенном на одном из его концов. Температура этого места эмиттера обуславливает давление паров натрия и ртути в эмиттере и, фактически, свойства разряда.

Лампы высокого давления имеют уникальные электрические характеристики, и они требуют специальных методов управления. Разработчики пускорегулирующих устройств для ламп высокого давления должны учитывать все требования при управлении лампой и обеспечить безопасность ее работы и устройства в целом. Далее рассмотрим различные методы управления лампами высокого давления на основе полноуправляемого моста транзисторов и способы защиты пускорегулирующего устройства.

Обычно для поджига газоразрядной лампы используется напряжение порядка 3–4 кВ, но не более чем 20 кВ, если лампа горячая. Лампа также требует постоянного ограничения тока во время подогрева и постоянного контроля мощности во время работы. Это важно для обеспечения повторения цветового излучения лампы и изменения яркости. Для этого пускорегулирующие устройства должны обеспечивать точную регулировку мощности с поддержанием постоянного напряжения на лампе.

В качестве управляющего напряжения лампы высокого давления используют переменное напряжение, что исключает миграцию ионов ртути. Лампы работают на низкой частоте, обычно менее 200 Гц, тем самым исключая акустический резонанс, который может разрушить колбу. 70 Вт метало-галогидная лампа предъявляет следующие требования к системе управления: ограничение потребляемой мощности на уровне 70 Вт, время подогрева лампы 1–2 минуты, напряжение поджига 4кВ. Временная диаграмма запуска 70 Вт метало-галогидной лампы представлена на рис. 1.

Перед поджигом лампы ее электрическая схема замещения представляет собой разомкнутый ключ и, соответственно, имеет большое сопротивление. После поджига должно произойти снижение питающего напряжения, обычно до 20 В, соответственно сопротивление лампы уменьшается. Сразу же после разряда, лампа для электрической цепи является практически короткозамкнутой, а протекающий через нее ток ограничивается только индукционным стабили-

затвором (дросселем). В этот момент напряжение на лампе небольшое. Однако по мере быстрого разогрева эмиттера и возрастания роли паров натрия и ртути происходит электрический разряд и уже примерно через 4 минуты наблюдается значительный рост светового потока. При нагреве эмиттера лампы также наблюдается снижение протекающего через лампу тока и рост напряжения на

лампе. Если напряжение на лампе не ограничивать, то ток потребления будет иметь высокое значение, поэтому пускорегулирующее устройство должно иметь блок ограничения тока до безопасного уровня. После запуска лампы в режиме работы ток уменьшается, напряжение на лампе увеличивается, что обеспечивает постоянное значение мощности. В конечном итоге напряжение достигает уровня

100 В и пускорегулирующее устройство начинает рабочий режим управления.

Основные требования, предъявляемые к пускорегулирующему устройству, — реализация различного принципа управления (в зависимости от типа лампы) и эффективного изменения уровня питающего переменного напряжения, обеспечение поджига лампы и регулирование мощности.

Функциональная схема пускорегулирующего устройства для ламп высокого давления представлена на рис. 2.

Схему можно разбить на восемь основных блоков:

- электромагнитный фильтр, который блокирует шумы в устройстве;
- пассивный выпрямитель;
- корректор коэффициента мощности, который используется для обеспечения не искажения входного синусоидального тока;
- обратногоходовой конвертор для обеспечения управления током;
- полный мост для подачи переменного напряжения на лампу;
- узел поджига лампы;
- узел контроля тока лампы;
- узел защиты и блокировки работы.

В настоящее время это самая надежная и популярная схема построения такого класса систем. Схема, приведенная на рис. 2, как правило, используется для ламп мощностью до 150 Вт.

Корректор коэффициента мощности работает по схеме повышающего преобразователя в режиме критической проводимости с постоянно, в зависимости от входных условий, изменяемой частотой и поддерживает постоянное значение напряжения на выходе порядка 400 В. Когда ключ ККМ (M1) включается, ток катушки индуктивности (LBOOST) начинает линейно повышаться до своего пикового значения. При его достижении ключ отключается и ток на индуктивности стремится к нулю. Когда ток проходит через ноль, система включается вновь и цикл повторяется. Поскольку входное напряжение синусоидальное, то на индукторе наблюдается треугольная форма тока. График работы корректора коэффициента мощности представлен на рис. 3.

Время включения ключа будет постоянным, а время выключения варьироваться в зависимости от значения пикового тока в индуктивности для каждого цикла переключения. В качестве контроллера корректора коэффициента мощности можно использовать ИС ККМ IR1150.

Обратногоходовой преобразователь предназначен для контроля тока подаваемого в нагрузку при подогреве,

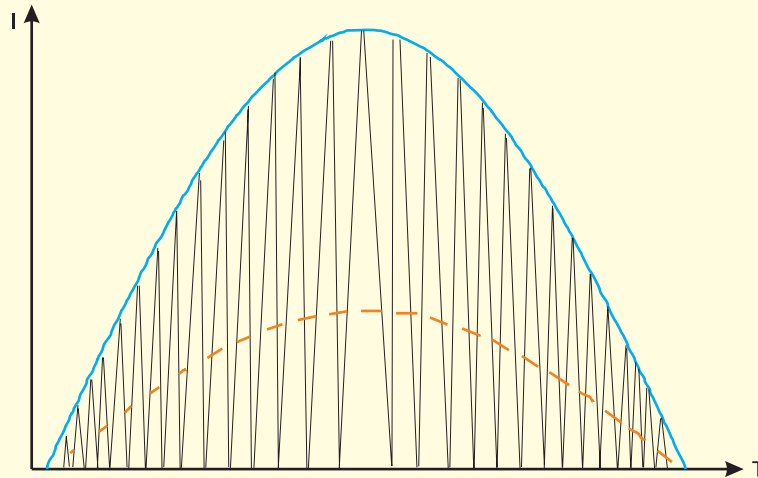


Рисунок 3 График работы корректора коэффициента мощности электронного пускорегулирующего устройства

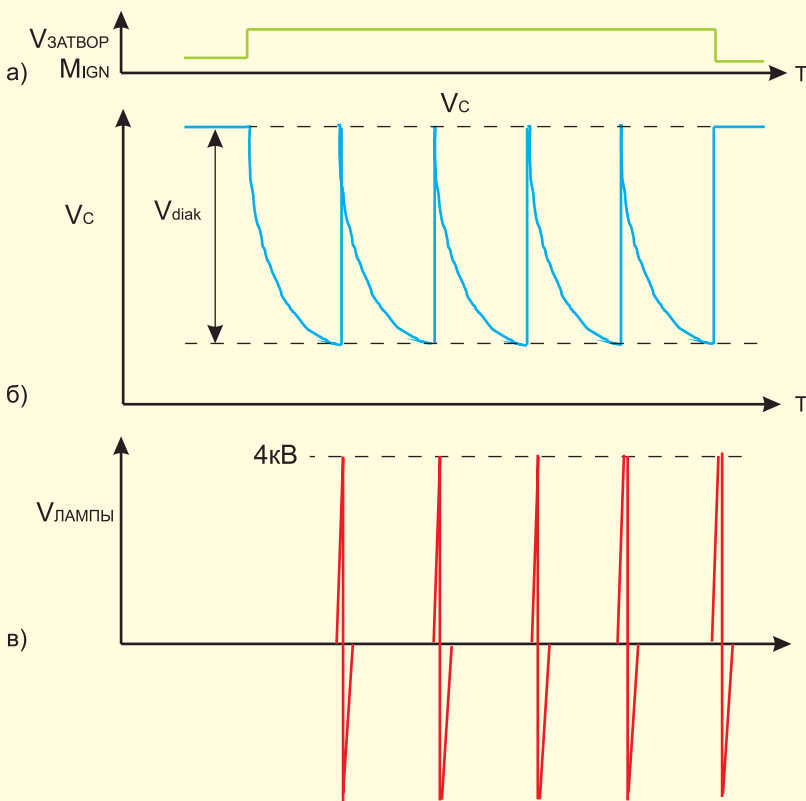


Рисунок 4 Диаграммы поджига лампы: а) — напряжение управления затвором транзистора MIGN; б) — напряжение на диаке в) — напряжение на лампе

поджиге и управлении лампой. После поджига лампы ее сопротивление уменьшается, соответственно возрастает ток потребления. Обратногоходовой контроллер уменьшает ток до уровня, который не позволяет погаснуть лампе, при этом система управления следит за степенью насыщения катушки индуктивности. Во время запуска лампы блок управления поддерживает постоянную мощность на ней. Ток протекает через индуктор, когда ключ M2 замкнут, и имеет линейно нарастающую характеристику. Когда время включенного состояния ключа заканчивается, ток, поддерживаемый индуктивностью, течет через диод, заряжая конденсатор. После приближения значения тока к нулю, ключ включается и цикл повторяется вновь. Система управления, измеряя мощность на нагрузке, управляет временем включения и выключения транзистора. Для управления транзистором можно воспользоваться драйвером верхнего ключа — IRS2117PBF, преобразующего уровень ШИМ сигнала в уровень управления транзистором.

Выход устройства представляет собой мостовую схему из транзисторов и схему поджига, состоящую из транзистора, динистора и конденсатора. Мостовая схема позволяет подавать на лампу низкочастотное переменное напряжение прямоугольной формы. Верхние ключи мостового преобразователя соединены с выходом обратногоходового преобразователя, а с середины полумостов можно получать 180-ти градусное вращение фазы, необходимое для переменного напряжения. Схема поджига состоит из диака (DIGN), трансформатора (TIGN), конденсатора (CIGN), резистора (RIGN) и транзистора (MIGN). Когда напряжение на диаке достигает порогового значения (см. диаграммы на рис. 4), он включается и пульсирующий ток течет через первичную обмотку поджигающего трансформатора (TIGN), заряжая конденсатор (CIGN).

Данная последовательность элементов позволяет получить импульсы высокого напряжения на вторичной обмотке трансформатора, что позволяет зажечь лампу. Конденсатор CIGN заряжается через диак и разряжается через резистор RIGN, таким образом генерируется пульсирующее поджигающее напряжение на лампе (см рис. 4). Процесс пульсаций прекращается после поджига лампы устройством контроля поджига путем закрытия ключа MIGN off.

В качестве управляющего контроллера ключами мостового инвертора компания International Rectifier выпускает

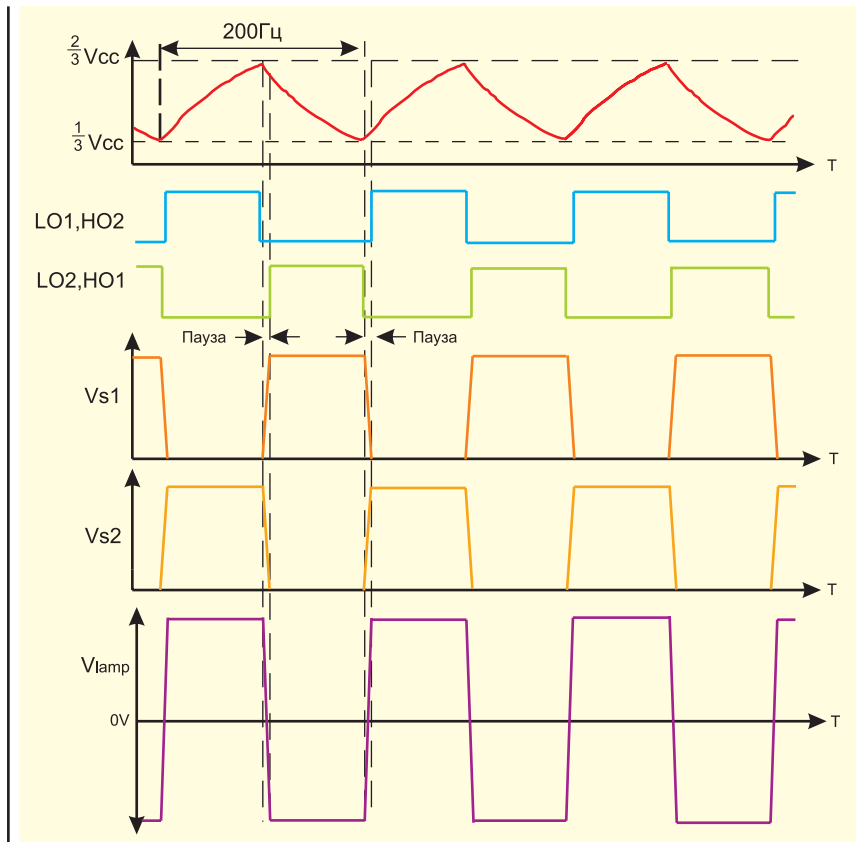


Рисунок 5 Диаграмма работы ИС IRS2453D управляющая лампой через мост из четырех транзисторов

ИС IRS2453D. ИС включает в себя мостовой генератор и драйверы верхних и нижних ключей. Также ИС включает в себя вход удаленного включения/выключения и интегрированные быстрые диоды для бутстрепного источника питания верхних драйверов. Временные диаграммы, показывающие напряжение управления на входе СТ, выходы управления драйверов, вид напряжения в средних точках полумостов и напряжение на лампе представлены на рис. 5.

В ИС встроен блок задержки на переключение ключей с установленным значением времени задержки 1.5 мксек. Эта задержка позволяет исключить появление сквозных токов в полумосте мостового инвертора и произвести переключение транзисторов при прохождении напряжения через ноль.

Для обнаружения ошибок управления, перегрузок схемы и лампы пускорегулирующее устройство должно содержать схему защиты, которая отключает или перезапускает устройство. Схема защиты должна реагировать на не поджиг лампы, короткое замыкание, старение лампы, повреждение колбы лампы, пропадание напряжения питания. Сигналы напряжения и тока могут использоваться не только системой управления

для вычисления мощности и алгоритма управления, но и системой защиты для контроля предельных параметров. В схеме должен функционировать таймер, который прекратит работу устройства в том случае, если за определенный период времени устройство управления не в состоянии поджечь лампу или провести подогрев. Окончание срока службы лампы можно определить, если контролировать напряжение падения или потребляемую мощность. Независимо от способа измерения ошибок работы устройства основная задача узла защиты — обеспечение надежного функционирования устройства.

В настоящее время компания International Rectifier ведет разработку новых ИС для управления лампами высокого давления, в течение года они будут запущены в производство.

Более детальную информацию Вы можете получить, обратившись к официальному дистрибьютору компании International Rectifier на территории Украины — компании Rainbow Technologies (ООО «РТЕК»):

**тел./факс: (044) 520-04-77
520-04-78, 520-04-79.**