

# Управляй яркостью эффективно

**Говоря об энергосберегающих и природоохранных мероприятиях применительно к освещению, подразумевают, как правило, замену ламп накаливания на компактные люминесцентные или светодиодные лампы. Но более эффективное энергосбережение достигается управлением яркостью света. В статье описаны методы управления яркостью свечения компактных флуоресцентных ламп и светодиодов при помощи ИС IRS2530D компании International Rectifier.**

**Виталий Шевченко**

svl@rainbow.com.ua

Энергосберегающие компактные лампы, которые доступны на рынке сегодня, не могут изменять яркость свечения. Это связано с особенностью их управления, так как простым выпрямлением входного синусоидального напряжения с помощью диодного моста, а потом уменьшением величины постоянного напряжения, как и традиционным «вырезанием» синусоиды, изменения яркости свечения люминесцентной лампы не добьешься. Современному рынку осветительных установок уже недостаточно устройств, которые включают и выключают лампу: для максимального энергосбережения современные осветительные приборы должны позволять изменять их яркость. При этом не стоит забывать, что такие устройства должны быть недорогими и иметь возможность плавного регулирования изменения потребляемой мощности, что обеспечит в итоге эффективное управление яркостью.

Компания International Rectifier не так давно выпустила ИС для управления флуоресцентными лампами — IRS2530D, которая позволяет добавить функцию управления яркостью свечения в схему ЭПРА [1]. ИС нового поколения выполнена с учетом работы устройств в высоковольтных приложениях с обратной связью для управления током лампы и включает в себя драйвер верхнего и нижнего ключа. Схемы с такой ИС обеспечивают все режимы, необходимые для нормального функционирования лампы (подогрев, поджиг, поддержание свечения), и при этом добавляется опция управления яркостью свечения. Схема управления, использующая данную ИС, контролирует не только ток, подаваемый в лампу, но и напряжение в транзисторном полумосте. При сравнении с интегральными схемами раннего поколения, которые могли только включать и выключать лампу, ИС IRS2530D при управлении яркостью свечения лампы учитывает текущее значение амплитуды сетевого напряжения в полупериоде,

что позволяет получить ЭПРА с высокой степенью интеграции.

Устройства с IRS2530D используют меньшее количество компонентов и, как результат, имеют меньшую стоимость. Совмещение сигнала аналогового входа управления изменения яркостью с сигналом обратной связи по току на одном выводе обеспечивает надежное управление яркостью свечения. Собрать схему с ИС (DIP-8, SOIC-8) не составит труда как для начинающего разработчика, так и при многосерийном производстве. ЭПРА, построенные с использованием ИС IRS2530D, могут управляться аналоговым и цифровым методом. С минимальной модификацией внешних выводных компонентов схема с ИС может также использоваться для управления яркостью свечения светодиодов. Использование одной ИС в разных приложениях приведет к появлению в спецификациях одинаковой номенклатуры, а при оптовых закупках, как правило, происходит экономия в цене.

Как известно, в схему устройства, управляющего яркостью свечения люминесцентной лампы, должен входить транзисторный полумост, при этом используется ШИМ-метод управления с включением в каждом полупериоде на определенную скважность верхнего или нижнего транзистора, что в итоге соответствует определенному уровню яркости свечения. В схемах, где не нужно управлять яркостью лампы, используется постоянная частота переключения транзисторов, заданная под параметры лампы, а ОС в таких схемах обеспечивает поддержание горения в лампе. Такие устройства хорошо работают в режиме включения/выключения нагрузки, примером тому могут служить системы освещения с общим выключателем. Если в ЭПРА нет узла корректора коэффициента мощности, то транзисторный полумост будет использовать постоянное напряжение конденсатора, стоящего сразу после выпрямительного моста. На графике ток нагрузки в такой схеме

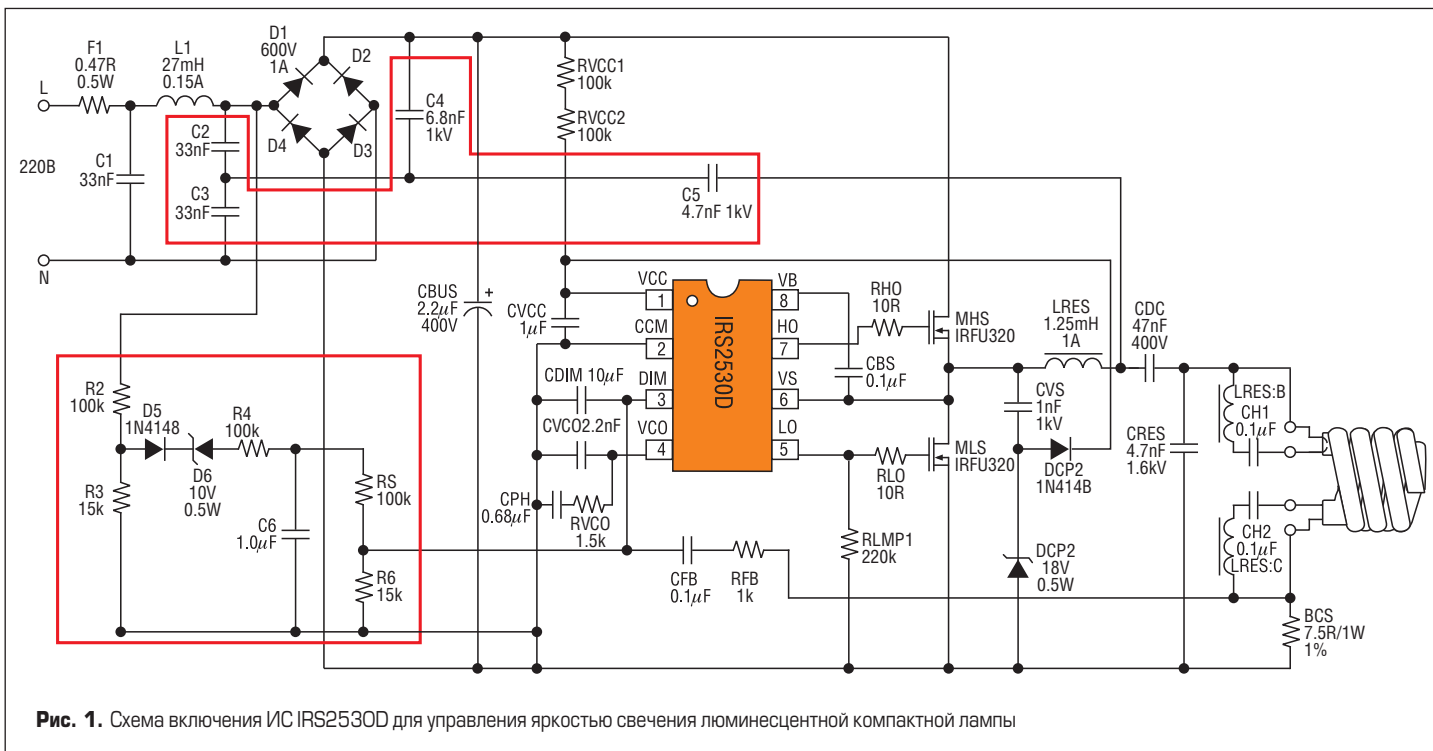


Рис. 1. Схема включения ИС IRS2530D для управления яркостью свечения люминесцентной компактной лампы

будет включать пульсации выпрямленного конденсатором напряжения с учетом времени между периодами. Эти пульсации на нагрузке при управлении яркостью свечения люминесцентной лампы приводят к появлению срыва в горении или постоянному мерцанию. Для исключения такой работы лампы в схеме с IRS2530D используется контроль времени изменения знака входного синусоидального напряжения, что дает схеме управления время на подстройку скважности сигналов управления транзисторами полумоста в зависимости от состояния фазы.

На рис. 1 представлен ЭПРА, схема которого учитывает перемещение знака входного напряжения, используя ИС IRS2530D для управления одной компактной люминесцентной лампой 15 Вт от сети 220 В. Конденсаторы C2, C3, C4 и C5 образуют цепь контроля перемещения фазы через ноль, что позволяет схеме обеспечить подстройку частоты переключения ключей во время этих переходов. Таким образом, в схеме учитываются текущее значение угла фазы и изменение значения постоянного напряжения на полумосте, что в конечном итоге влияет на точность поддержания тока в лампе. Выпрямленное напряжение входным диодным мостом схемы учитывается при формировании необходимого выходного напряжения на ЭПРА, при этом совмещается средняя точка конденсаторов и нуля схемы, что исключает из схемы датчик опорного напряжения, а все измерения идут относительно нуля схемы. Через делители R2 и R3 преобразованное значение амплитуды сетевого напряжения подается на диоды D5 и D6, а также в схему. При этом сигнал положительной полуволны оказывается на аноде D6, а отрицательной — на D5. Фильтры C6 и R4 преобразуют этот сигнал в постоянное напряжение. Уровень постоянного напряжения, преобразованный делителями R5 и R6,

используется для задания напряжения, соответствующего требуемой яркости свечения лампы. Обратная связь по току в лампе, измеренная шунтом RCS, суммируется с напряжением задания уровня ее яркости. Суммарный сигнал подается на вход DIM компаратора ИС, причем, благодаря сдвигу сигнала тока вверх на величину напряжения задания яркости, минимальное значение этого сигнала примерно равно нулю, поэтому в ИС сравнение происходит с потенциалом земли. Обратная связь схемы управления позволяет контролировать амплитуду напряжения и подаваемый ток в лампу путем изменения частоты переключения и скважности импульсов в транзисторах полумоста схемы ЭПРА. Как результат, такая схема управления в ЭПРА обеспечивает

поддержание постоянного тока, подаваемого в лампу, и не зависит от значения полуволны (ноль или пик) входного переменного напряжения во всем диапазоне управления яркостью свечения лампы.

Простота управления яркостью свечения лампы, обеспечиваемая ИС IRS2530D, позволяет использовать аналоговые и цифровые методы управления заданием требуемого уровня яркости для лампы. На рис. 2 представлены возможные варианты задания яркости свечения для IRS2530D. Перед разработчиком, занятым проектированием систем управления освещением, обязательно встанет проблема выбора способа подачи сигнала, управляющего яркостью свечения лампы, в схему ЭПРА.

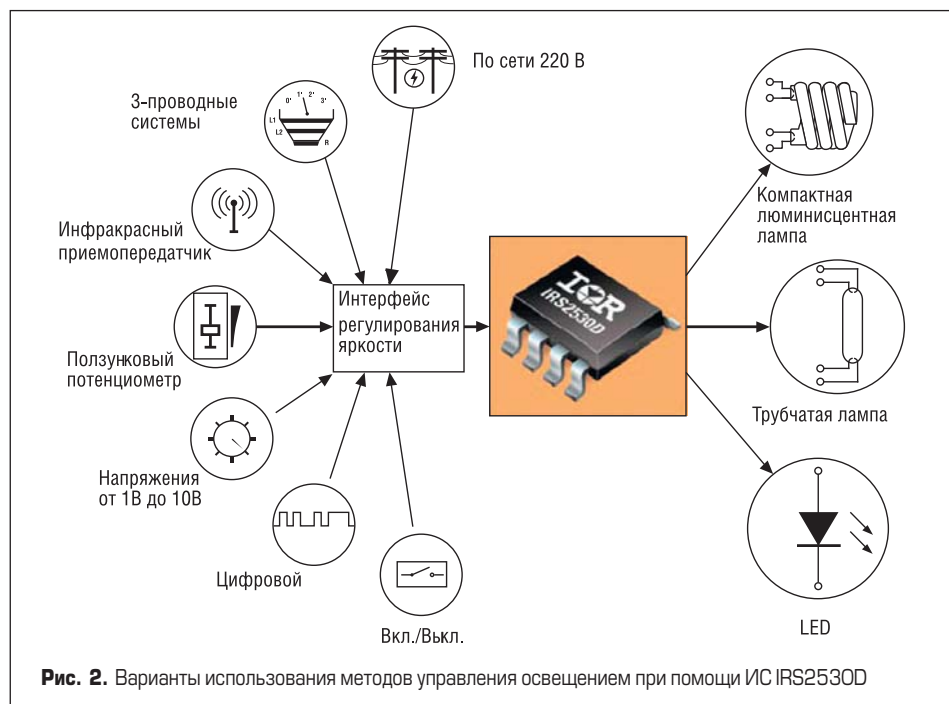


Рис. 2. Варианты использования методов управления освещением при помощи ИС IRS2530D

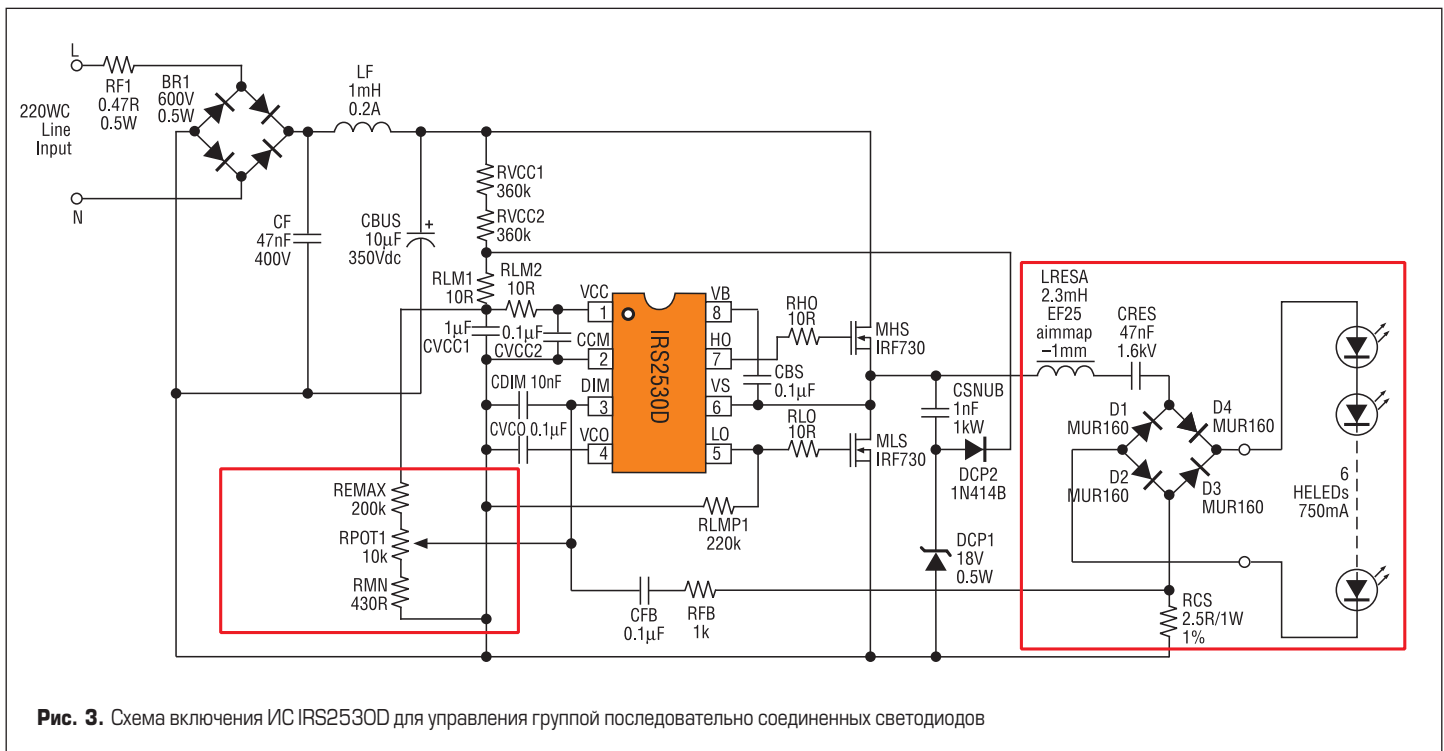


Рис. 3. Схема включения ИС IRS2530D для управления группой последовательно соединенных светодиодов

Аналоговый способ подачи напряжения, управляющего яркостью свечения, подразумевает использование значения напряжения в диапазоне 1–10 В, которое соответствует процентному значению яркости лампы. В таком ЭПРА необходимо использовать трехпроводную схему для подключения в сеть, а также датчиков для контроля уровня яркости, таких как фоторезистивные, инфракрасные или датчики движения. Для формирования напряжения, управляющего яркостью свечения, применяется отдельный от используемого в ЭПРА преобразователь уровня. Очень часто для изменения значения напряжения яркости свечения используют переменный резистор, встроенный в настенный регулятор/выключатель, который решает проблему преобразования напряжения и распределения потерь при делении напряжения. Способы передачи напряжения, управляющего яркостью свечения, должны учитывать проблему защиты от помех, что в значительной мере может влиять на точность задания уровня яркости для ЭПРА.

Цифровой способ задания уровня яркости свечения предполагает не такую сложную схему для передачи сигнала управления и обеспечивает точную передачу его значения по двухпроводной шине данных. Для реализации дизайнерских решений по созданию светового фона в помещении недостаточно иметь возможность включить группу ЭПРА с минимальным или с максимальным уровнем яркости. Для этого используют адреснозависимые ЭПРА со встроенным цифроадресным интерфейсом яркости (DALI). ЭПРА с таким интерфейсом подразумевает использование совместно со схемой IRS2530D микроконтроллера, содержащего встроенный протокол обмена данными. Этот микроконтроллер обеспечивает возможность задания уровня яркости ЭПРА в используемой группе.

Компания International Rectifier предлагает использовать возможности ИС IRS2530D при создании источников тока для управления яркостью свечения светодиодов резонансным способом, как и в случае с люминесцентной лампой. Схема включения ИС IRS2530D при управлении светодиодами приведена на рис. 3. Из вышесказанного понятно, что принцип управления люминесцентной лампой отличается от способа управления светодиодами. Это отличие состоит в том, что для светодиодов необходимо поддержание постоянного тока в цепи и нет необходимости включения режимов «подогрева» и «поджига». Для реализации этих функций с ИС IRS2530D необходимо изменить только схему выходного узла. Замена узла поджига и подогрева диодным мостом обеспечивает выпрямление выходного напряжения полумоста с учетом того, что в средней точке его значение выходного напряжения меняет знак при каждом переключении. Поддержание постоянного тока на выходе обеспечивается путем измерения тока в цепи светодиодов и в цепи нагрузки с помощью шунта. На вход DIM ИС IRS2530D, как и в предыду-

щем случае, подается сумма значений напряжения, измеренного на шунте, и напряжения заданной яркости. Контур управления яркостью свечения светодиодов с использованием ИС IRS2530D регулирует амплитуду напряжения путем изменения частоты переключения ключей в полумосте, что позволяет обеспечить постоянный ток в цепи светодиодов согласно техническим требованиям производителя. Когда напряжение яркости свечения светодиодов уменьшается, резонансный контур увеличивает частоту, что приводит к изменению тока в цепи. Таким образом, схема контроля тока в цепи светодиодов может обеспечивать постоянное значение тока во всем диапазоне регулирования яркости свечения, в том числе и с учетом изменения температуры. Изменение параметров элементов схемы обеспечит для ИС IRS2530D управление током требуемого количества светодиодов. Когда идет пересчет схемы управления светодиодами, в первую очередь учитываются значения шунта и частоты переключения ключей в полумосте.

Описываемая в данной статье IRS2530D может использоваться не только для управления



Рис. 4. Демонстрационный набор IRPLDIM4E



Рис. 5. Демонстрационный набор IRPLDIM5E

компактными люминесцентными лампами или светодиодами, но и для управления люминесцентными трубчатыми лампами. Если возникнет необходимость использования в схеме нескольких ламп, то ИС обеспечит изменение яркости свечения во всем диапазоне согласно техническим характеристикам на используемые лампы.

Для ускорения освоения работы с ИС IRS2530D компания International Rectifier предлагает демонстрационные наборы. Демонстрационный набор IRPLDIM4E представляет собой миниатюрный электронный балласт для ламп мощностью 26 Вт и позволяет работать от сети 220 В. Схема демонстрационного набора обеспечивает все необходимые функции для подогрева, поджига и диммирования лампы. Набор включает в себя пассивный LC-фильтр радиопомех и выпрямитель переменного напряжения. Внешний вид IRPLDIM4E показан на рис. 4. Данный демонстрационный набор обеспечивает: замкнутый цикл контроля димминга; программирование времени подогрева; автоматический подбор частоты для обеспечения режимов «подогрев» и «поджиг» лампы. Также он включает в себя защиту включения балласта при отсутствии или повреждении лампы, падении напряжения сети менее 85 В. В случае замены лампы балласт обеспечивает автоматический перезапуск. Для выбора пользователем необходимого уровня димминга на плате имеется переменное сопротивление.

В демонстрационный набор IRPLDIM5E входит диммируемый ЭПРА люминесцентной лампы на IRS2530D с микроконтроллерной системой внешнего управления. Встроенный микроконтроллер обеспечивает четыре уровня яркости. Выбор одного из уровней происходит при циклическом включении и выключении демонстрационного набора. Программа микроконтроллера позволяет не только выбирать необходимый уровень яркости свечения лампы, но и запоминать его при выключении балласта. Внешний вид демонстрационного набора IRPLDIM5E показан на рис. 5. Для ускорения расчетов балластов компания International Rectifier предоставляет программу Ballast Designer, которая обеспечивает не только расчет всех элементов схемы балласта, но и производит моделирование основных процессов, протекающих в его работе. Программу Ballast Designer можно скачать бесплатно с сайта производителя.

*Материал впервые напечатан  
в журнале «CHIP NEWS Украина» 2011'1.  
Публикуется с разрешения редакции*

### Литература

1. Стратиенко А., Шевченко В. Интегральные схемы компании International Rectifier для управления яркостью люминесцентной лампы // Chip News Украина. 2009. № 1.