

УДК 628.9.03:537.533.79:621.311.62.049.77.002

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ДРАЙВЕР ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

А.В. Иванов*, Ю.К. Разорина, С.М. Семёнов, А.В. Фёдоров*

Томский политехнический университет

*НИИ светодиодных технологий, г. Томск

E-mail: epeo@enin.tpu.ru

Разработан драйвер для питания светодиодных источников оптического излучения. Описана его структурная и функциональная схемы. Приведены технические параметры и показатели драйвера с расчётной мощностью 150 Вт.

Ключевые слова:*Светодиод, источник питания, источник света, драйвер.***Key words:***LED, power source, source of the light, driver.*

Энергоэффективность и энергосбережение являются одним из приоритетных направлений развития российской экономики. Сбережение энергии представляет собой комплекс различных задач. Одной из них является снижение затрат электрической энергии на освещение. Согласно данным международного энергетического агентства, на освещение приходится до 16...19 % мирового расхода электроэнергии [1].

К энергоэффективным источникам света относят газоразрядные лампы и светодиодные светильники. Газоразрядные светильники имеют существенные недостатки, такие как сравнительно небольшой срок службы и необходимость последующей утилизации. Переход к освещению на основе полупроводниковых источников света предпочтителен, поскольку светодиодные светильники имеют срок службы до 100 тыс. ч и не содержат узлов, подлежащих периодической замене.

Существует два основных типа светодиодов: индикаторные и осветительные. Чтобы обеспечить нужный для потребителя уровень освещенности используют надежные мощные светодиоды со световой отдачей более 100 лм/Вт [2].

Для нормальной работы светодиодного светильника необходим качественный источник питания. Его иногда называют драйвером светодиодов или просто драйвером. Делается это с целью выделения источников питания, предназначенных именно для светодиодного освещения. Драйвер является важнейшей частью полупроводникового светильника и во многом определяет функциональные, светотехнические показатели и надежность осветительного устройства.

Особенностями светодиодов являются: зависимость светотехнических характеристик от протекающего тока и низкого напряжения питания. Так как вольтамперная характеристика светодиодов нелинейна, то при превышении порогового значения напряжения ток через светодиод начинает экспоненциально расти. Драйвер для светодиода должен обеспечивать на выходе стабильное напряжение и выходной ток. В источниках питания светодиодов, работающих от сети 220 В 50 Гц, приходит-

ся гасить излишек напряжения, например, за счет реактивного сопротивления конденсатора, включенного последовательно с цепочкой светодиодов. Недостатком данной схемы является то, что при изменении напряжения в сети будет меняться яркость светодиодов. Кроме того в момент включения через светодиоды кратковременно протекает ток, многократно превышающий максимально допустимый, что может привести к выходу их из строя.

Стабилизацию можно обеспечить с помощью линейного стабилизатора. Этот вид стабилизаторов, преимущественно, используется в стационарном оборудовании, в котором выделение тепла и низкий КПД не имеют большого значения, а желательны низкая стоимость и короткие сроки разработки [3]. Из соображений безопасности перед линейными стабилизаторами должен быть размещён каскад источника питания, обеспечивающий гальваническую развязку от сети переменного тока. Недостатками таких стабилизаторов являются низкий КПД; большие потери; сильный нагрев при регулировании больших токов, ограниченный диапазон тока нагрузки.

Для преобразования напряжения одного уровня в напряжение другого часто применяют импульсные преобразователи напряжения с использованием индуктивных накопителей энергии. Такие преобразователи отличаются высоким КПД, иногда достигающим 95 % [4].

Наиболее рациональным способом питания светодиодов является импульсный стабилизатор, работающий на высокой частоте [5].

Структура источника питания с использованием индуктивного накопителя энергии представлена на рис. 1.

На входе источника питания установлен помехоподавляющий фильтр (ППФ), предназначенный для подавления электромагнитных помех со стороны самого источника питания. Входной низкочастотный выпрямитель (В1) преобразует напряжение промышленной частоты 50 Гц в постоянное. Входной фильтр (Ф1) служит для сглаживания пульсаций напряжения на выходе выпрямителя.

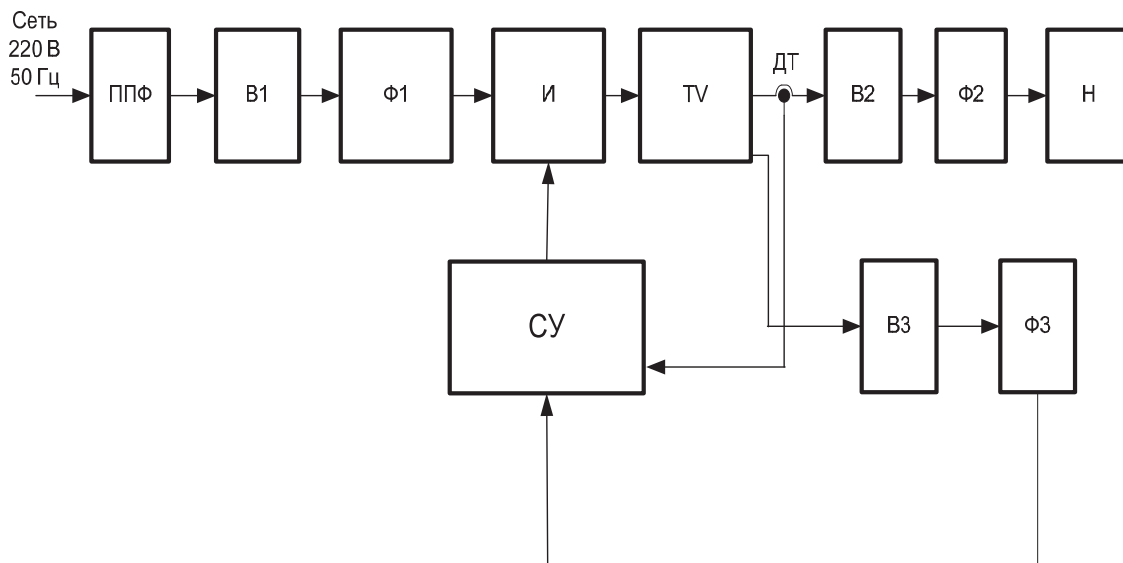


Рис. 1. Структурная схема источника питания светильника

Далее высокочастотный инвертор (И) преобразует постоянное выпрямленное напряжение в переменное высокочастотное. Выход инвертора выполнен на основе высокочастотного трансформатора (TV), который понижает напряжение инвертора до необходимой величины. Управление инвертором осуществляет система управления (СУ), с использованием принципа широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с обратной связью по току. В качестве датчика тока (ДТ) используется трансформатор тока. Выходной выпрямитель (В2) работает на высокой частоте и служит для преобразования переменного напряжения на выходе инвертора в постоянное, необходимое для питания светодиодов. Ёмкостной фильтр (Ф2) снижает пульсации выходного напряжения на нагрузке (Н) до заданного уровня. Выпрямитель (В3) и фильтр (Ф3) предназначены для питания системы управления [6].

Основным узлом драйвера является силовой инвертор, который может быть выполнен по различным схемам. Наилучшими энергетическими характеристиками обладают двухтактные инверторы. Однако такой вариант требует сложной системы управления и большого количества элементов, поэтому его применение в данном случае нецелесообразно. В предлагаемом устройстве инвертор реализован по более простой схеме однотактного обратногоходового двухключевого инвертора (в отечественной литературе часто можно встретить название «косой мост»), рис. 2.

Такое схемное решение обладает рядом преимуществ и достоинств, которые хорошо подходят для реализации источника питания светодиодного светильника. Это защита от короткого замыкания; универсальность схемы по мощности (от 50 до 500 Вт); малое число силовых ключей; напряжение на стоках силовых транзисторов не превышает напряжения питания инвертора, что даёт возможность использовать дешёвые низковольтные тран-

зисторы с малым сопротивлением и обеспечивает высокий КПД.

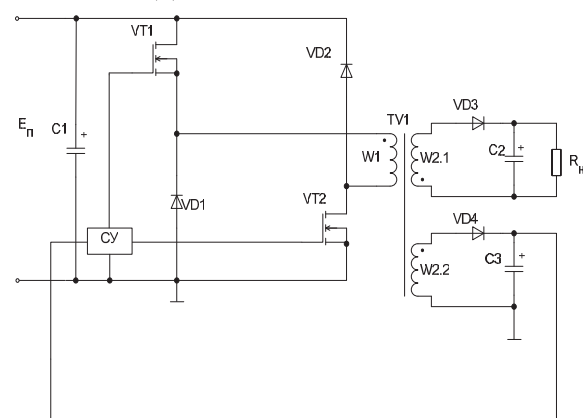


Рис. 2. Однотактный двухключевой инвертор

Инвертор работает следующим образом. Когда транзисторы VT1, VT2 открыты, то диод VD3 закрыт, а энергия первичного источника запасается в индуктивностях намагничивания и рассеяния трансформатора TV1. Магнитопровод трансформатора намагничивается в прямом направлении. Когда транзисторы VT1, VT2 закрыты, то диод VD3 открыт и накопленная энергия через него поступает в конденсатор фильтра C2 и нагрузку Rн. Энергия, запасенная в индуктивностях намагничивания и рассеяния трансформатора, возвращается в источник питания Eн через открывающиеся диоды VD1 и VD2, благодаря чему происходит размагничивание магнитопровода в обратном направлении за счет приложения обратного напряжения к обмотке W1. Вторичная обмотка W2.2, совместно с диодом VD4 и конденсатором C3, служит для питания системы управления (СУ). Потребление электроэнергии системой управления невелико и не оказывает существенного влияния на работу инвертора.

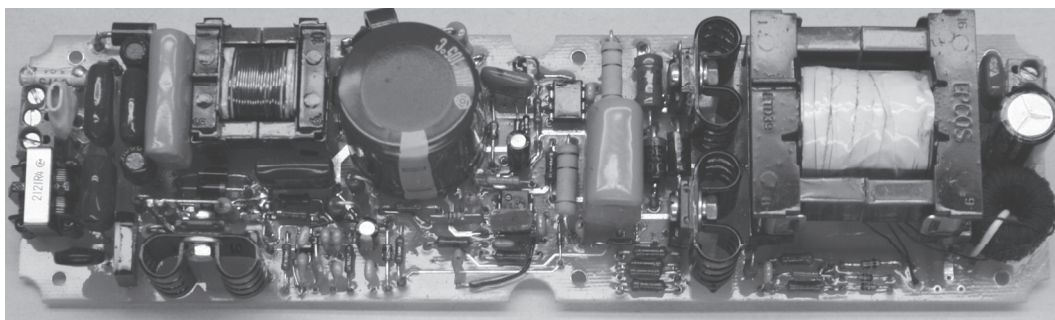


Рис. 3. Опытный образец драйвера

Для управления обратноточными преобразователями разработано и серийно выпускается множество микросхем управляющих контроллеров. Системы управления, построенные на их основе, отличаются простотой и надёжностью. В предлагаемом устройстве для управления использован контроллер фирмы Texas Instruments серии UC38xx, как наиболее доступный и помехоустойчивый.

Для драйвера мощностью 150 Вт использован сердечник производства компании Epcos типоразмера ETD39, изготовленный из материала N87.

Изготовлен опытный образец драйвера с расчетной мощностью 150 Вт и массогабаритными показателями: масса – 295 г, длина – 220 мм, ширина – 60 мм, высота 35 мм, рис. 3.

Проведены испытания опытного образца драйвера. Показано, что драйвер обладает следующими параметрами: выходная мощность от 115 до 195 Вт, выходной ток – 1,05 А; выходное напряжение от 108 до 190 В; КПД – 0,86; коэффициент мощности – 0,98 (при использовании корректора коэффициента мощности); напряжение питания от сети переменного тока 140...245 В; диапазон рабочих

температур – ($-40...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$); точность стабилизации тока не хуже $\pm 2\%$ при изменении сопротивления нагрузки в диапазоне 100...180 Ом и не хуже $\pm 1\%$ при изменении напряжения питания в вышеуказанном диапазоне. Драйвер планируется устанавливать в светильниках уличного освещения и создания по данной схеме гаммы драйверов с различной мощностью.

Выводы

Предложен драйвер для светодиодных светильников, обладающий расширенным диапазоном мощности, необходимым для стабилизации тока через светодиоды в широком диапазоне температур.

Однотактный двухключевой инвертор, используемый в основе устройства, в отличие от преобразователей с последовательным ключом, обеспечивает гальваническую развязку нагрузки от питающей сети, а также меньшие потери.

При использовании данного драйвера в различных осветительных устройствах, существенно повышаются показатели энергосбережения, и уменьшается экологический ущерб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров А., Денисов И., Козырева И., Федченко Ю., Яковлев А. К вопросу энергоэффективности и энергосбережения в освещении // Полупроводниковая светотехника. – 2011. – № 4. – С. 5–9.
2. Шуберт Ф.Е. Светодиоды. – М.: Физматлит, 2008. – 496 с.
3. Браун М. Источники питания. Расчёт и конструирование. – М.: МК-Пресс, 2007. – 288 с.
4. Шустов М.А. Практическая схемотехника. Преобразователи напряжения. – М.: Издат. дом «Додека XXI», «Альтекс», 2007. – 192 с.
5. Семенов Б.Ю. Силовая электроника от простого к сложному. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 416 с.
6. Иванов А.В., Фёдоров А.В., Семёнов С.М. Энергосберегающие светильники на основе высокоярких светодиодов // Энергообеспечение и энергосбережение – региональный аспект: Матер. докл. XII Всеросс. совещ. – 9–11.11.2011, г. Томск. – Томск, 2011. – С. 74–77.

Поступила 16.11.2011 г.