

Д.Г. Гадашев, А.Ю. Дракин, А.Н. Школин  
(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

## **РАЗРАБОТКА ДРАЙВЕРА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО LED СВЕТИЛЬНИКА**

### **DEVELOPMENT OF AN ENERGY EFFICIENT LED LAMP DRIVER**

*Выполнен обзор наиболее распространенного в практике схемотехнического решения преобразователей светодиодных источников света. Обоснован подход к созданию высокоэффективного светодиодного источника света со сниженным коэффициентом пульсаций светового потока. Выполнено моделирование силовой и управляющей части преобразователя с предложенной альтернативной схемотехникой.*

*The review of the most common circuit design of led light source converters in practice is performed. An approach to creating a highly efficient led light source with a reduced coefficient of light flux pulsation is justified. Modeling of the power and control parts of the Converter with the proposed alternative circuitry is performed.*

*Ключевые слова: светодиод, драйвер светодиодного модуля, коммутация, энергоэффективность, преобразователь электрической энергии, пульсации светового потока.*

*Keywords: led, led module driver, switching, energy efficiency, electric energy Converter, light flux ripple.*

Необходимость поиска методов более энергоэффективного освещения привела к широкой разработке и внедрению электронных преобразователей светодиодных модулей с АС-драйвером. Использование таких решений целесообразно для множества применений, где основной источник питания - однофазная сеть переменного тока 50/60Гц. Использование светодиодного осветительного оборудования объясняется рядом преимуществ: относительно малым энергопотреблением, долгим сроком службы, компактностью, высокой светоотдачей, возможностью выбора световой температуры и др.

Помимо перечисленных преимуществ, в светодиодных модулях присутствуют недостатки. Одним из существенных является необходимость в обеспечении стабильности параметров питающего напряжения.[1] Этот недостаток преодолевается использованием преобразователя, который выполняет функцию стабилизации питающего напряжения в светодиодных светильниках, а также стабилизацию тока независимо от выходного напряжения. На рис. 1 представлена типовое схемотехническое решение на базе микросхемы SM2082D. При помощи резистора R2 задается величина тока, протекающего через светодиоды. Конденсатор С1 сглаживает пульсации питающего напряжения, что снижает коэффициент пульсаций светодиодов.

© Гадашев Д.Г., Дракин А.Ю., Школин А.Н., 2020.

САПР и моделирование в современной электронике. С. 221 – 224.

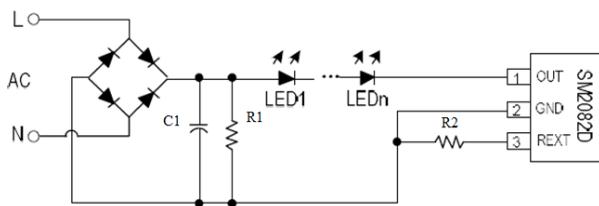


Рис. 1. Типовое схематехническое решение светодиодного модуля на базе микросхемы SM2082D

Как и любое электронное устройство, драйвер имеет определённый срок службы. Использование в качестве накопителей энергии в электрической цепи драйвера электролитических конденсаторов увеличивает массогабаритные показатели и существенно снижает ресурс светодиодного модуля в целом. Это обусловлено частичной или полной потерей ёмкости электролитических конденсаторов в процессе эксплуатации при жестких условиях (высокая температура), что ведёт впоследствии к некорректной работе драйвера, увеличению коэффициента пульсаций светового потока, деградации полупроводниковых кристаллов и выходу из строя светодиодного модуля. Это явление хорошо наблюдается при объединении драйвера, теплоотвода и светодиода в одном корпусе, так как данные реактивные элементы под влиянием повышенной температуры теряют ёмкость гораздо быстрее. [2]

Целью настоящей работы является попытка разрешения данной проблемы путем оценки возможности применения принципа коммутации светодиодов в соответствии с мгновенным напряжением питающей однофазной цепи переменного тока, а также в использовании альтернативной схемотехники.

Для применения данного принципа выходное напряжение с двухполупериодного выпрямителя условно делится на 3 сектора (рис.2), где 1 сектор – это участок с напряжением от нуля Вольт до 103,7 Вольт, 2 сектор – участок с напряжением от 103,7 Вольт до 207,3 Вольт, а 3 сектор – участок с напряжением от 207,3 до 311 Вольт.

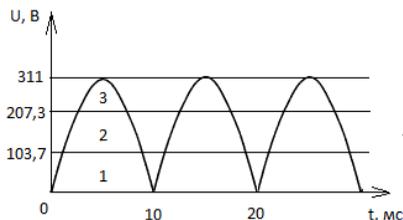


Рис. 2. Развитие по секторам коммутаций светодиодов

На каждом из трёх секторов производится различная коммутация светодиодов. В первом секторе все светодиоды коммутируются параллельно, во втором последовательно-параллельно, а в третьем все последовательно. Это

применяется для обеспечения равномерного светового потока при любом мгновенном напряжении в источнике питания. Указанный алгоритм реализуется при помощи двухполупериодного выпрямителя, девяти управляемых ключей и четырёх светодиодов (рис.3).

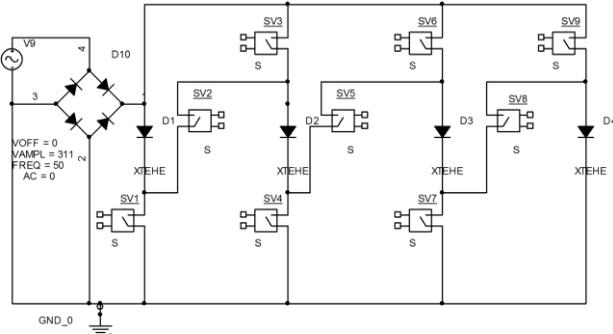


Рис.3. Силовая часть модели

В процессе разработки модели (рис.4) на данном этапе приближения для наглядности было решено осуществлять коммутацию 4 резисторов.

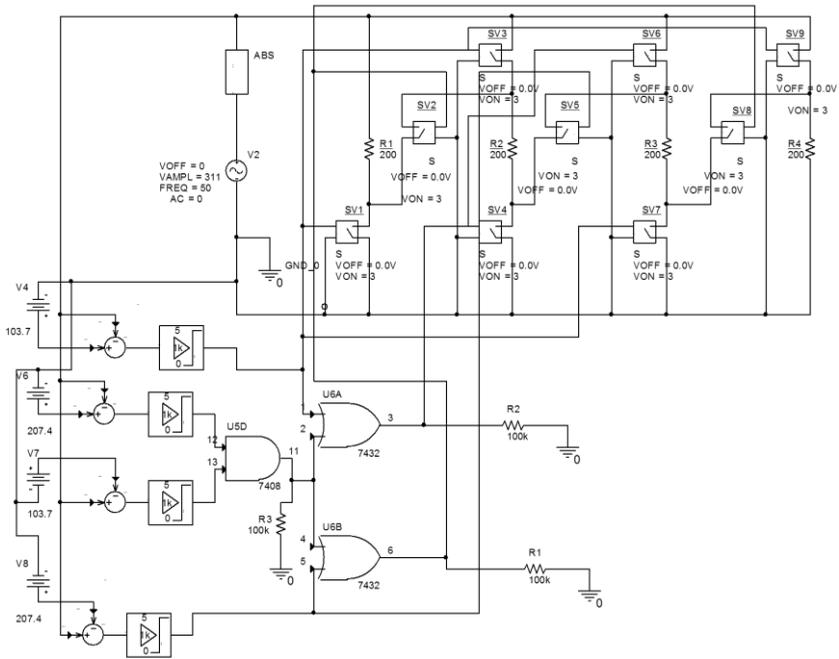


Рис.4 Модель коммутации светодиодов в соответствии с мгновенным напряжением питающей однофазной цепи переменного тока

Была составлена таблица коммутаций ключей в конкретных секторах,

составлены логические уравнения на основе которых реализована система управления ключами. В таблице 1 приведен порядок коммутации ключей в зависимости от сектора мгновенного напряжения сети.

Таблица 1. Коммутации управляемых ключей в трёх секторах.

Сектор мгновенного напряжения сети	Коммутируемые (замыкающиеся) ключи
1	1, 3, 4, 6, 7, 9
2	2, 4, 6, 8
3	2, 5, 8

В процессе моделирования были получены временные зависимости напряжения (рис.5) и тока (рис.6) в светодиодах.

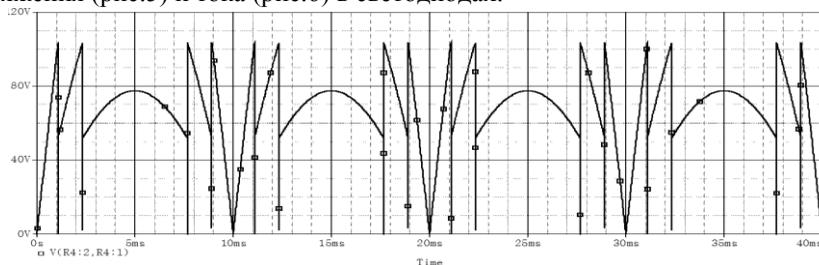


Рис.4 Зависимость напряжения на коммутируемом элементе от времени

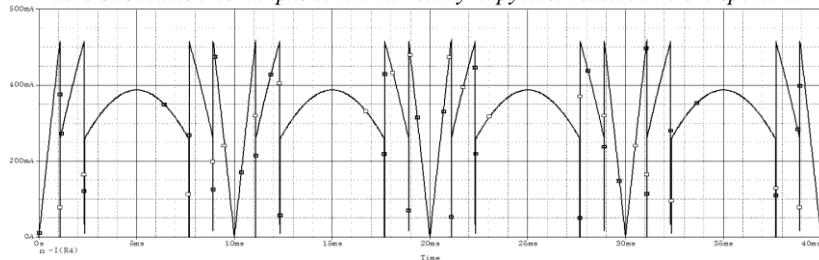


Рис.4 Временная зависимость силы тока в коммутируемом элементе

По временным зависимостям можно сделать выводы об адекватности модели в целом. В дальнейшем предполагается усовершенствование представленной модели.

### Выводы

После выполнения моделирования можно утверждать, что с небольшими усовершенствованиями приведенное схемотехническое решение может использоваться в высокоэффективных светодиодных источниках света.

### Список литературы

1. Бандура, Г. Высокоэффективный источник питания мощностью 150 Вт с корректором коэффициента мощности для уличного светодиодного осветителя/ Г. Бандура // Полупроводниковая светотехника. – 2009. – №2.
2. Седых, С.В. Методы снижения пульсаций светового потока в светодиодных источниках света / С.В. Седых, Д.Г. Гадашев, А.Ю. Дракин // САПР и моделирование в современной электронике: сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: БГТУ, тип. «Карат», 2019. – С. 290-293.

Материал поступил в редколлегию 19.10.20.