

Станислав Косенко | Александра Лубашева

# Новая микросхема STMicroelectronics

## для светодиодного драйвера

После выпуска компанией STMicroelectronics микросхемы HVLED805 компании и автоматизированного проектирования светодиодной лампы на ее основе с применением 11-Вт светодиодов фирмы Samsung производителям светотехнических компонентов потребовалось совсем немного времени для модернизации своей продукции, в результате чего на мировом рынке широкую известность получила другая микросхема для светодиодного драйвера — HVLED815, а 11-Вт светодиоды в производстве были заменены 13-Вт.

Изменения коснулись важнейших параметров производимых продуктов, поэтому простое обновление описанной конструкции [3] путем прямой замены ранее испытанных светотехнических компонентов на их более совершенные аналоги не может быть использовано. При создании светодиодных ламп на новой элементной базе следует учитывать важнейшие изменения параметров усовершенствованных электронных продуктов.

### HVLED815

Если сравнивать прототип [4] с его более совершенным аналогом [5], в качестве главного отличия необходимо отметить возможность увеличения мощности светодиодов, подключаемых к драйверу, примерно втрое — с 5 до 15 Вт. В связи с возросшей мощностью преобразователя разработчики предусмотрели вариант схемотехнического построения драйвера, в котором потребляемый от сети ток по форме соответствует питающему синусоидальному напряжению, что позволяет увеличить коэффициент мощности в лампе до значений, превышающих 0,9. Для реализации такого схемотехнического решения в новой микросхеме внутреннее подключение истока коммутирующего транзистора, соединенного с внешним резистивным датчиком тока, к цепи мониторинга мгновенного значения этого тока разомкнуто. Подавая контрольный сигнал через внешние резистивно-емкостные цепи, соединенные со вспомогательной обмоткой импульсного трансформатора и сетевым напряжением, форму тока, потребляемого преобразователем, можно приблизить к синусоидальной [5].

В целом же новая микросхема, как и ранее, позволяет конструктору создавать высокоэффективный сетевой светодиодный драйвер на основе квазирезонансного AC/DC-преобразователя со встроенным высоковольтным коммутирующим транзистором. Регулирование постоянного выходного тока и напряжения с допустимым 5%-ным отклонением осуществляется по первичной стороне преобразователя, в связи с чем снимается потребность в датчиках тока и на-

пряжения во вторичной цепи, а также отпадает необходимость введения оптоэлектронного преобразователя между первичными и вторичными цепями преобразователя в целях гальванической развязки светодиодной лампы с первичной сетью 220 В. Встроенные в микросхему дополнительные цепи обеспечивают ее защиту как от короткого замыкания, так и от обрывов в нагрузке. Помимо этого, плавный пуск преобразователя при старте производится непосредственно от высокого выпрямленного сетевого напряжения, а нестабильность сетевого напряжения дополнительно компенсируется при стабилизации выходного напряжения и тока.

По конструктивному исполнению корпус новой микросхемы не отличается от прототипа. Для проектирования светодиодного драйвера на основе микросхемы HVLED815PF целесообразно использовать программу автоматизированного проектирования eDesignSuite [2],

учитывающую необходимые в расчетах технические параметры нового прибора.

### Светодиоды

Новая серия 13-Вт светодиодов Samsung SPHWTHDNA45YHVTJC [6] и SPHCWTHDNA45YHRTMC [7] по своим конструктивным и техническим параметрам (таблица) несколько отличается от прототипа SPHWTHDD805WHW0DD. В таблице для краткости записи часть первых буквенных индексов в наименованиях светодиодов опущена. Даже беглый анализ представленной информации позволяет сделать однозначный вывод: новый светотехнический прибор по своим характеристикам превосходит прототип, при этом его стоимость значительно ниже.

Важно отметить, что новые светодиоды по рабочему напряжению и току существенно отличаются от прототипа, что связано с изменением электрической схемы структурного объединения отдельных кристаллов на общей подложке. Тем не менее допустимая рассеиваемая мощность нового светодиода по сравнению с прототипом заметно возросла.

Для ввода в программу eDesignSuite параметров расчетного режима светодиодов принимаем

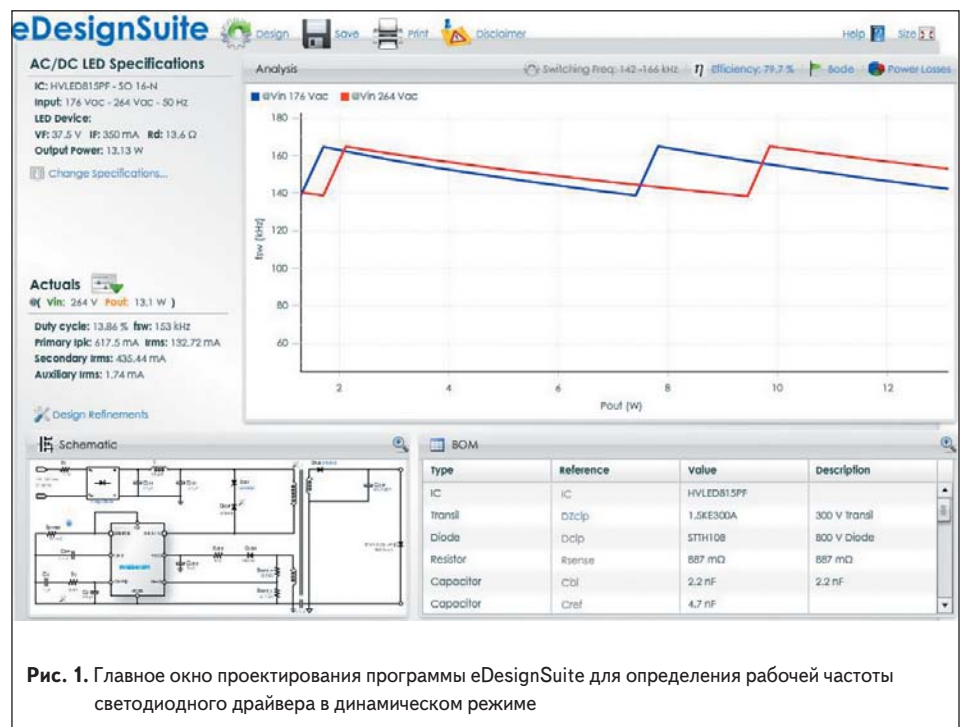


Рис. 1. Главное окно проектирования программы eDesignSuite для определения рабочей частоты светодиодного драйвера в динамическом режиме

Таблица. Основные параметры светодиодов, примененных в опытных образцах светодиодных ламп

Наименование параметра	805WHW0DD	A45YHVTJC	A45YHRTMC
Номинальная мощность, Вт	11	13	13
Номинальный ток, mA	620	350	350
Рабочее напряжение, В	18	36,5	36,5
Цветовая температура, К	2700	3000	5000
Световой поток, лм	980	1050	1150
Коэффициент цветопередачи	80	80	80
Угол излучения, град.	134	115	115

следующие показатели: рабочий ток — 350 mA; рабочее напряжение — 37,5 В.

Напряжение незначительно превышает табличное значение, что необходимо для гарантированного выхода преобразователя на режим стабилизации тока, а не напряжения. Окончательную подгонку рабочего тока под выбранное значение производят подбором сопротивления резисторного датчика тока  $R_{sense}$  при налаживании после первого пуска свето-

диодного драйвера. Рассеиваемая светодиодом мощность составит примерно 13 Вт.

Для определения необходимого в расчетах динамического сопротивления светодиода воспользуемся приведенными в таблице двумя граничными значениями рабочего напряжения и тока, откуда получаем:

$$R_d = \Delta U / \Delta I = (37,74 - 32,45) / (0,45 - 0,06) = 13,6 \text{ Ом.}$$

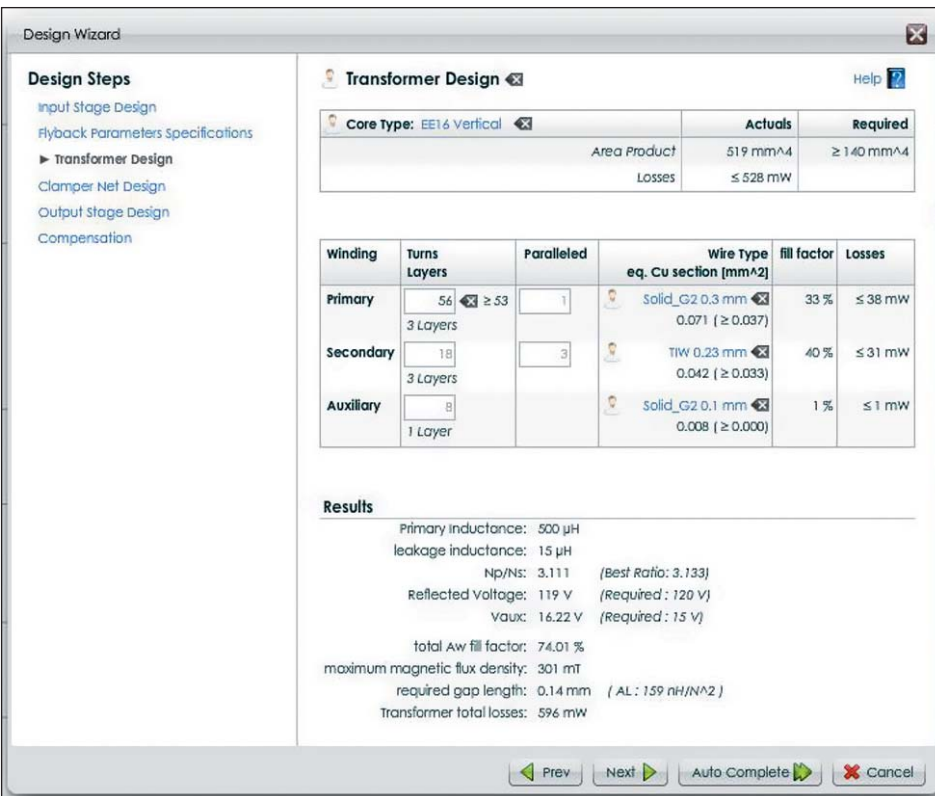


Рис. 2. Рабочее окно проектирования импульсного трансформатора в программе eDesignSuite

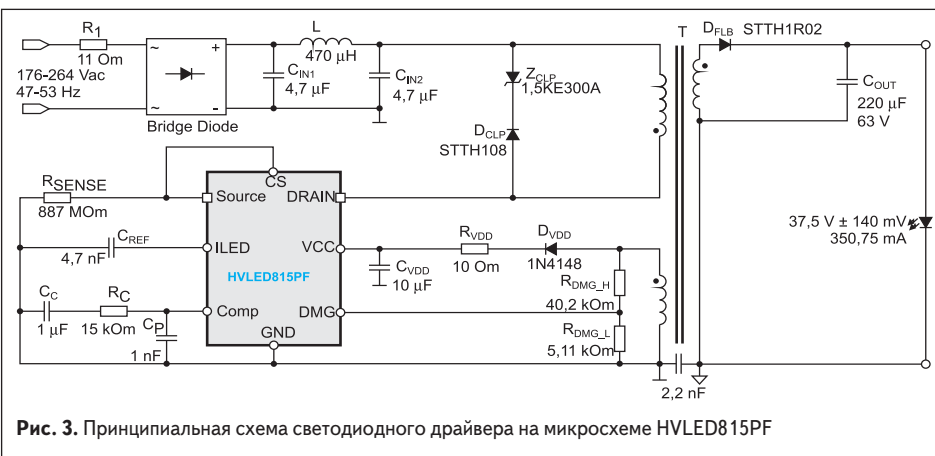


Рис. 3. Принципиальная схема светодиодного драйвера на микросхеме HVLED815PF

## Автоматизированное проектирование принципиальной схемы лампы

Подробное описание процесса автоматизированного проектирования светодиодной лампы приведено в [2]. Поэтому ограничимся лишь необходимыми комментариями обновленных скриншотов. Первый из них (рис. 1) — показанная в главном окне проектирования зависимость рабочей частоты преобразователя от нагрузки и сетевого напряжения.

Как можно видеть, для выбранного варианта исходных данных, отображаемых в левой части рисунка, рабочая частота драйвера соответствует примерно 140–150 кГц. Очевидно, что при такой относительно высокой частоте преобразования предъявляются особые требования к импульсному трансформатору, для изготовления которого предполагалось применение реализуемого фирмой FerroXCube магнитопровода E16/8/5 с зазором 0,17 мм, обеспечивающим требуемый расчетный коэффициент индуктивности 160 нГн/виток<sup>2</sup>. Рабочее окно проектирования трансформатора в программе иллюстрирует рис. 2, а полученную в результате проектирования принципиальную схему драйвера — рис. 3.

Полученные от производителя образцы магнитопроводов были упакованы в заводской таре попарно, и изготовленные на их основе импульсные трансформаторы установлены в опытных образцах драйвера, показанных на рис. 4.

Для изготовления лампы использовалась арматура китайского производителя, представленная на рис. 5, скомпонованная из трех разборных частей — цоколя E27, ребристого корпуса-теплоотвода (внешний диаметр — 67 мм, высота — 75 мм) и поликарбонатного

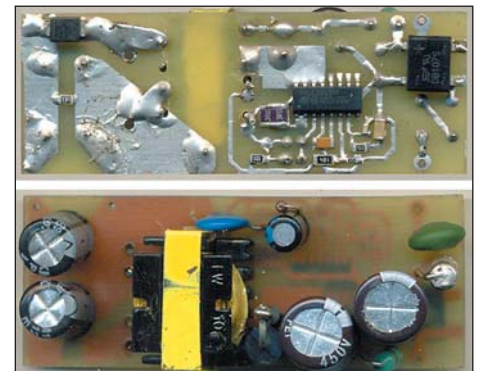


Рис. 4. Внешний вид опытных образцов светодиодного драйвера на микросхеме HVLED815PF



Рис. 5. Внешний вид арматуры опытных образцов лампы



**Рис. 6.** Светоизлучающий узел светодиодной лампы

светорассеивателя. Светодиодный драйвер размещают в цилиндрическом канале внутри теплоотвода. Светоизлучающий узел (рис. 6) на круглой пластине прикручивают к торцу теплоотвода тремя винтами-саморезами. Светодиод прижимают к пластине двумя винтами с применением теплопроводной пасты КПТ-8.

При первом включении лампы через несколько минут функционирования совершенно неожиданно возник отказ в работе драйвера. При повторном включении лампы отказ повторялся, что свидетельствовало, с одной стороны, о высокой эффективности системы защиты в микросхеме, а с другой — о явной ошибке проектирования, поскольку опытный образец был изготовлен в двух экземплярах и отказ был однотипным.

Дополнительные исследования показали, что, в соответствии со справочными данными, производитель нормирует коэффициент индуктивности магнитопровода, состоящего из двух половин, одна из которых содержит нормированный зазор на центральном керне, а вторая выполнена без зазора. Однако в поступивших от производителя образцах зазор был выполнен на обеих половинах, в связи с чем индуктивность первичной обмотки трансформатора оказалась существенно ниже требуемой. После замены трансформатора, изготовленного по требуемым расчетным данным, опытные образцы ламп функционируют безукоризненно.

Исследование изготовленных опытных образцов двух светодиодных ламп с различными цветовыми параметрами (теплая белая 3000 К и холодная белая 5000 К, табл. 1) показало, что диаграммы напряжения и тока по своей форме соответствовали расчетным данным и, в основном, повторяли аналогичные характеристики, представленные на рис. 4 и рис. 5 [3]. Это подтверждает высокую эффективность преобразования драйвером входного сетевого напряжения в выходной стабилизированный ток, поскольку коммутация в высоковольтном преобразователе происходит на временных интервалах, когда ток в обмотках импульсного трансформатора отсутствует, а напряжение на стоке коммутирующего транзистора минимально [1].

Измеренная в рабочем режиме температура теплоотвода светодиодов составила +60 °С, что существенно ниже предельно допустимой (+150 °С). Такой щадящий энергетический режим светодиодов позволяет надеяться на долговечность приборов не менее 50 000 ч, что при ежедневном восьмичасовом использовании может составить не менее 17 лет безотказной эксплуатации.

Конечно, такое утверждение справедливо лишь как при высокой надежности используемых светодиодов и драйверов в инновационных светодиодных лампах, каковыми являются представленные в статье продукты, так и при выверенности схемотехнических решений, применяемых инженером-конструктором на стадии разработки новых изделий. ●

## Литература

1. Косенко С., Емельянов Ю. «Альтаир» — новая звезда в созвездии LED-драйверов STMicroelectronics // Вестник электроники. 2011. № 4.
2. Косенко С., Емельянов Ю. Автоматизированное проектирование светодиодного драйвера на микросхемах серии Altair // Вестник электроники. 2012. № 1.
3. Косенко С., Гайказьян Т. Практическая реализация светодиодного драйвера на микросхемах серии Altair. Проектируем LED-драйвер с помощью микросхем компании STMicroelectronics // Вестник электроники. 2012. № 2.
4. Off-line LED driver with primary-sensing HVLED805. [www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00287280.pdf?s\\_searchtype=keyword](http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00287280.pdf?s_searchtype=keyword)
5. HVLED815PF. Offline LED driver with primary-sensing and high power factor up to 15 W. [www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/DM00059231.pdf](http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/DM00059231.pdf)
6. [www.e-neon.ru/user\\_img/catalog\\_datasheets/hd36j\\_sphcwthdna45yhrtmc\\_rev002.pdf](http://www.e-neon.ru/user_img/catalog_datasheets/hd36j_sphcwthdna45yhrtmc_rev002.pdf)
7. [www.e-neon.ru/user\\_img/catalog\\_datasheets/hd36j\\_sphwvthdna45yhvtjc\\_rev002.pdf](http://www.e-neon.ru/user_img/catalog_datasheets/hd36j_sphwvthdna45yhvtjc_rev002.pdf)