

Тигран Гайказьян, к. т. н. | Tigran.Gaykazjyan@ptelectronics.r

# Драйверы для светодиодов

## на базе STMicroelectronics

**В статье представлен краткий обзор компонентов STMicroelectronics, на базе которых можно построить источник питания различного назначения, например драйвер для светодиодного светильника.**

Драйвер для светодиодного светильника должен отвечать требованиям по коэффициенту мощности, КПД и соответствовать стандартам по излучаемым помехам. Разнообразие микросхем компании ST позволяет построить драйвер практически любой мощности, от 3-Вт лампочки для замены традиционных ламп накаливания до мощного драйвера для уличного светильника, мощностью 80–200 Вт и более.

ST предлагает драйверы светодиодов на базе семейства VIPer и ALTAIR с интегрированным управлением и силовым 800-В MOSFET-ключом для низкоэнергетических светильников, DC/DC-преобразователи постоянного тока с управлением по выходному току и микросхемы rfc и pwm, обеспечивающие работу светодиодного светильника с классическим тиристорным диммером для более мощных решений.

### Драйверы на базе микросхем VIPer

Микросхема VIPer (Vertical Intelligent Power Enhanced Regulator) представляет собой контроллер и силовой MOSFET-ключ в одном корпусе (рис. 1). Ключ — это МОП-транзистор с вертикальной структурой канала, что улучшает его коммутационные свойства. В семейство VIPer входит ряд микросхем импульсных блоков питания малой мощности — до 30 Вт. Для построения на их основе блока питания не требуется большого количества пассивных компонентов обвязки.

Транзистор управляется интегрированным в корпус контроллером, способным работать как на фиксированной частоте, так и на меняющейся. Регулировка тока обеспечивается резистором в цепи обратной связи. Для гальванической развязки и передачи сигнала управления выходным напряжением или

током можно применять оптопары. Также микросхемы VIPer способны защитить себя от перегрузок.

Точность регулирования напряжения при использовании микросхем VIPer не превышает 5%, при этом выходное напряжение не зависит от мощности нагрузки. При превышении током пороговой величины напряжение на выходе резко падает до примерно 1 В, при этом снижается ток нагрузки. Гистерезис не позволяет вернуться напряжению на предыдущий уровень, и оно падает до нуля. Так работает защита микросхемы от перегрузки.

Микросхемы VIPer способны работать без принудительного охлаждения, что является важной особенностью для светодиодных светильников, особенно дизайнерских моделей. VIPer способны работать в так называемом режиме джиттеринга рабочей частоты — это означает варьирование частоты в небольшом коридоре, для снижения помех. У семейства VIPer есть выбор по рабочей частоте: микросхемы с обозначением 16 и 26 производятся в исполнении на 60 кГц (индекс L) или 115 кГц (индекс H). Семейства 16 и 26 могут работать в режиме

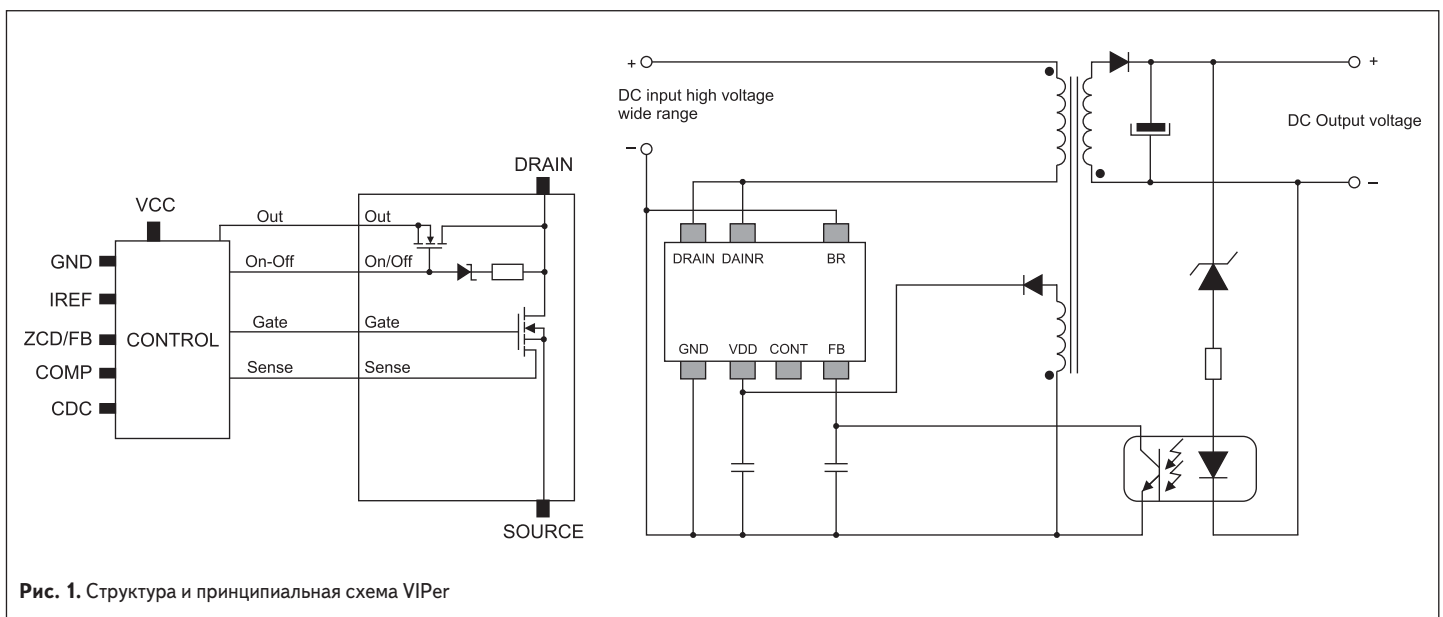


Рис. 1. Структура и принципиальная схема VIPer

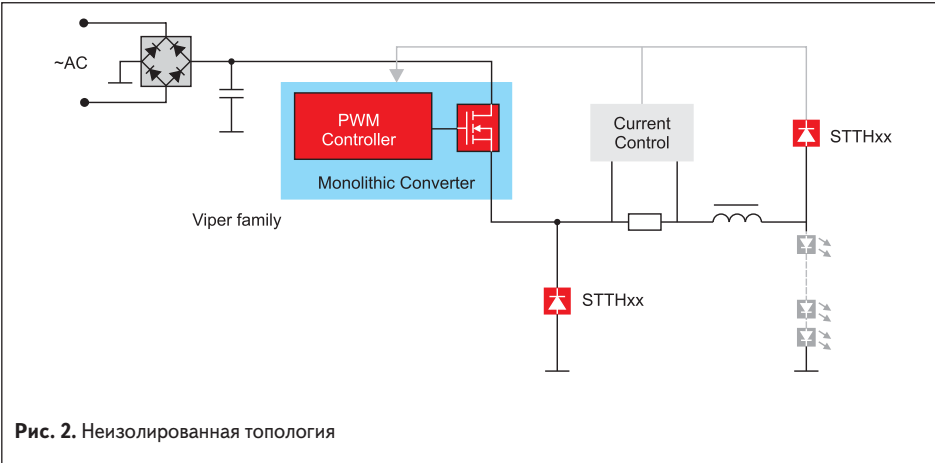


Рис. 2. Неизолированная топология

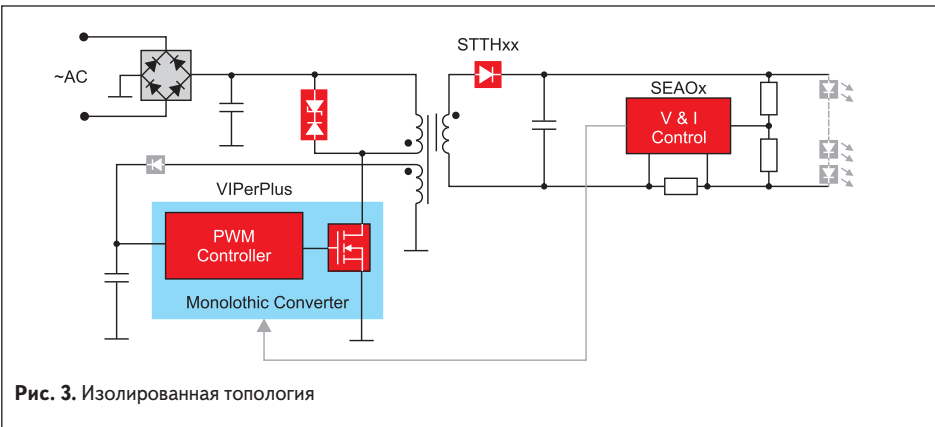


Рис. 3. Изолированная топология

buck-boost, остальные — только в режиме обратноходового преобразователя (flyback). Серия VIPer plus отличается возможностью ограничения максимального тока через сток транзистора.

Сфера применения микросхем VIPer обширна. Это может быть бытовая техника, питание систем управления, вторичные источники питания, драйверы для светодиодов.

В зависимости от применения топология схемы на базе VIPer может быть неизолированная (buck) (рис. 2) или изолированная (flyback)

(рис. 3). Для стабилизации тока на вторичной стороне используется микросхема контроля тока (CC/CV), например SEA05 от ST. Топологию buck, как правило, применяют при создании драйверов для светодиодных лампочек. Преимущества этого исполнения — в простоте схемотехники, низкой стоимости драйвера и малых габаритах.

Исполнение с гальванической развязкой необходимо там, где требуется повышенная безопасность и более высокий КПД схемы.



Рис. 4. Пример использования микросхемы VIPer 22AS

### Пример драйвера на базе VIPer 22AS

Это 3-ваттный драйвер (рис. 4) с выходным током в 350 мА. Драйвер работает от сети с широким диапазоном напряжения — от 90 до 265 В переменного тока. Первичная сторона драйвера состоит из предохранительного резистора, выпрямительного диодного моста и фильтра для уменьшения электромагнитных помех. Понижающий регулятор построен на микросхеме VIPer 22, регулирование выходного тока осуществляется посредством двух транзисторов — Q1 и Q2.

Преимущества использования: отсутствие электролитических конденсаторов в схеме, за счет чего повышается срок службы изделия; коэффициент мощности >0,7; простота схемы; небольшой размер платы драйвера.

Принципиальная схема драйвера представлена на рис. 5.

Драйверы с гальванической развязкой применяют в качестве источника питания для офисных светильников, ламп для нужд ЖКХ и уличного исполнения. Они обладают рядом преимуществ, основные из которых — электрически несвязанная выходная часть источника, высокий коэффициент мощности и возможность получения нескольких вы-

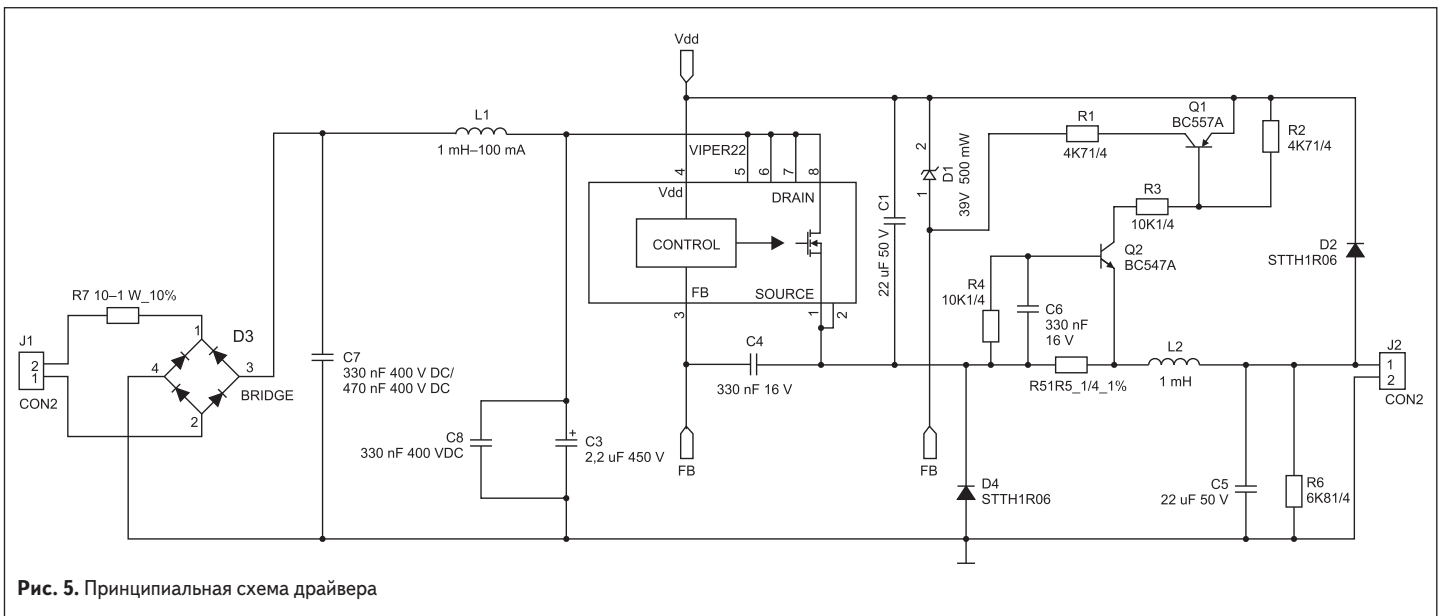


Рис. 5. Принципиальная схема драйвера



Рис. 6. Линейка микросхем HVLED

ходных напряжений. Компания ST предлагает широкий спектр микросхем для построения драйвера с гальванической развязкой.

### Драйверы на базе микросхемы ALTAIR (HVLED)

ALTAIR — новая ИМС, которая сочетает в себе силовой коммутирующий MOSFET-транзистор с максимальным напряжением

на стике 800 В (900 В у ALTAIR04-900) и ШИМ-контроллер, специально спроектированный для управления обратнoходовым преобразователем в квазирезонансном режиме. Диапазон мощностей — до 5 Вт, ожидается расширение линейки устройствами с мощностью до 15 Вт (рис. 6).

На рис. 7 показана структура микросхемы ALTAIR (HVLED) и вариант ее применения. Используются следующие аббревиатуры: ВВПЦ — высоковольтная пусковая цепь; УЗТП — узел защиты от токовой перегрузки. Упрощенно работу устройства можно пояснить следующим образом.

Выпрямленное сетевое напряжение подается на вход первичной обмотки импульсного трансформатора. Высоковольтная пусковая цепь в первый момент после включения обеспечивает питание ИМС, в результате чего открывается силовой транзистор, обратнoходовой преобразователь начинает работу и обеспечивает стабильный ток в светодиодах, подключенных к вторичной обмотке импульсного трансформатора. Источник питания на базе микросхемы ALTAIR способен обеспечить на подключаемой к нему нагрузке режим регулирования как постоянного тока, так и постоянного напряжения. Особенность

микросхемы семейства ALTAIR (HVLED) заключается в том, что управление выходным напряжением и током осуществляется по первичной стороне, с помощью дополнительной обмотки трансформатора. Данная особенность позволяет сэкономить на оптопаре и резисторном датчике тока, что в свою очередь также повышает энергоэффективность (рис. 8).

### Примеры готовых решений драйверов на базе ALTAIR от ST

Драйвер для светодиодной лампочки-ретрофита (рис. 9) построен на базе ИМС ALTAIR (STEVAl-ILL037V1).

Параметры этого преобразователя:

- Диапазон входного напряжения: 90–265 В переменного тока.
- Выходная мощность: 3,2 Вт.
- КПД: 85%.
- Выходное напряжение: 16 В.
- Выходной ток: 200 мА.

Этот драйвер можно применять в качестве источника питания для светодиодной лампочки в цоколе E27 или E27 (рис. 10).

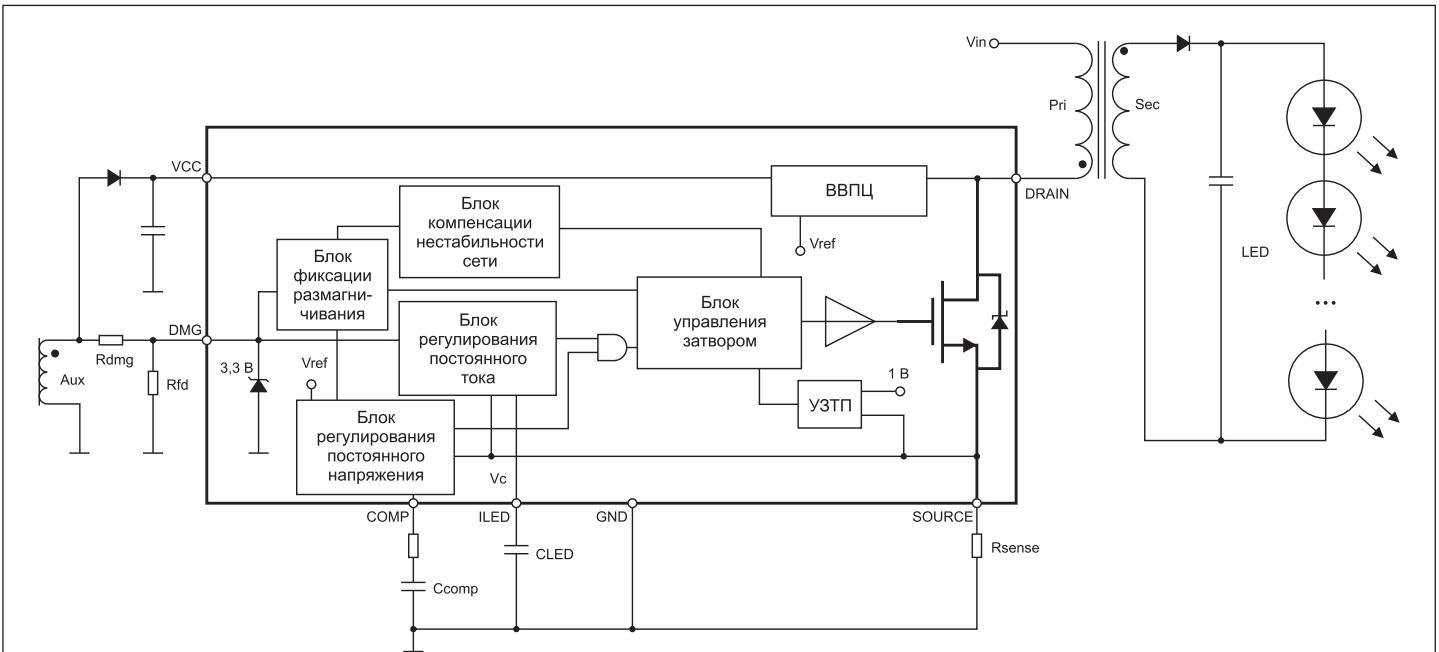


Рис. 7. Структура микросхемы ALTAIR (HVLED) и вариант ее применения

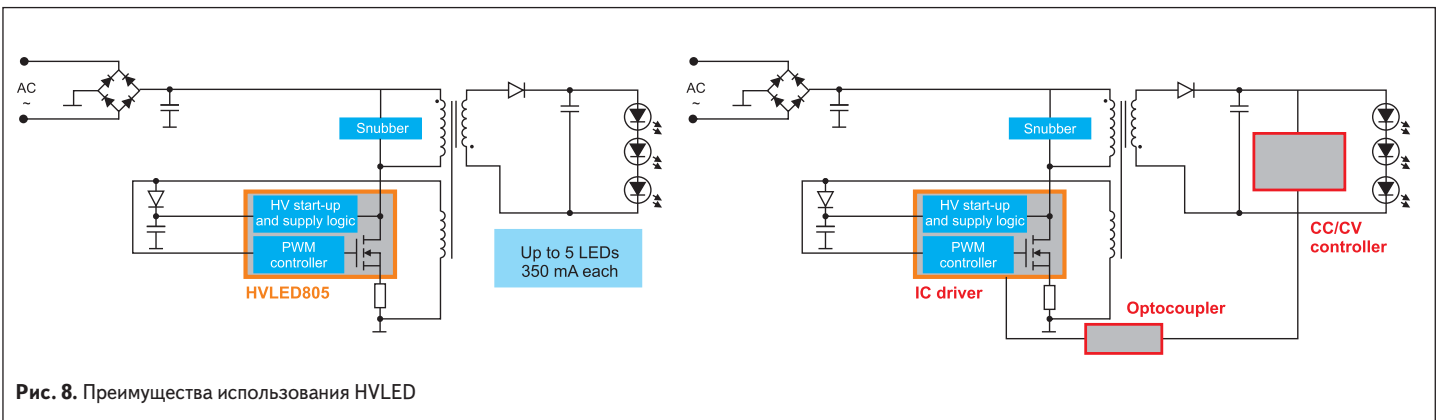


Рис. 8. Преимущества использования HVLED

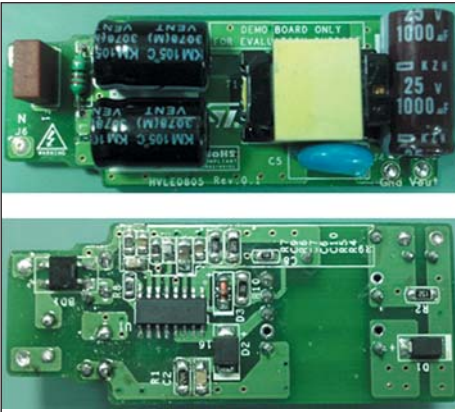


Рис. 9. Драйвер на 3,2 Вт

### Драйверы на базе ШИМ-контроллеров

Перейдем к рассмотрению более мощных решений от ST для офисных и уличных светильников. Как известно, драйверы светодиодов не приспособлены для работы с диммерами ламп накаливания. Эта проблема долгое время создавала трудности при переходе на светодиодное освещение.

Проблема была решена, когда компания ST предложила L6562A — микросхему для источников питания. Ее особенность в том, что драйвером, построенным на ее базе, можно управлять при помощи triac диммера для ламп накаливания. Также следует отметить возможность получения высокого выходного напряжения драйвера, что позволит подключать длинные цепочки светодиодов.

Для таких решений целесообразно использовать ШИМ-микросхемы с корректором коэффициента мощности, например L6562A. Компания ST выпускает широкий спектр микросхем ШИМ, корректоров коэффициента мощности и гибридных микросхем, у которых в одном корпусе интегрирован



Рис. 10. Практическое применение HVLED

ШИМ-контроллер и контроллер ККМ. Это позволяет сэкономить место на печатной плате и упростить схемотехнику.

Преимущества использования ККМ-контроллера — в высоком КПД схемы и коэффициенте мощности около единицы. Как правило, для офисных светильников применяются гальванически изолированные драйверы с высокочастотным трансформатором.

Применение микросхем ККМ обеспечивает защиту от короткого замыкания, пониженного напряжения и придает потребляемому из сети току синусоидальную форму (снижение коэффициента высших гармоник). Контроллер L6562A работает в переходном режиме (ТМ), ток потребления в активном режиме составляет 5 мА, а в режиме покоя — всего 60 мкА. Ток запуска составляет 30 мкА. Каскад управления транзистором обеспечивает выходной ток до 600 мА и входной — 800 мА. Микросхемы L6562A выпускаются в компактных корпусах DIP-8 и SO-8.

Наличие двухуровневой системы защиты от перенапряжения, действующей даже при появлении перегрузки в момент запуска микросхемы, позволяет получить безопасный и защищенный источник питания. Точность выходного напряжения (1%) обеспечивает операционный усилитель с высокоточным источником опорного напряжения.

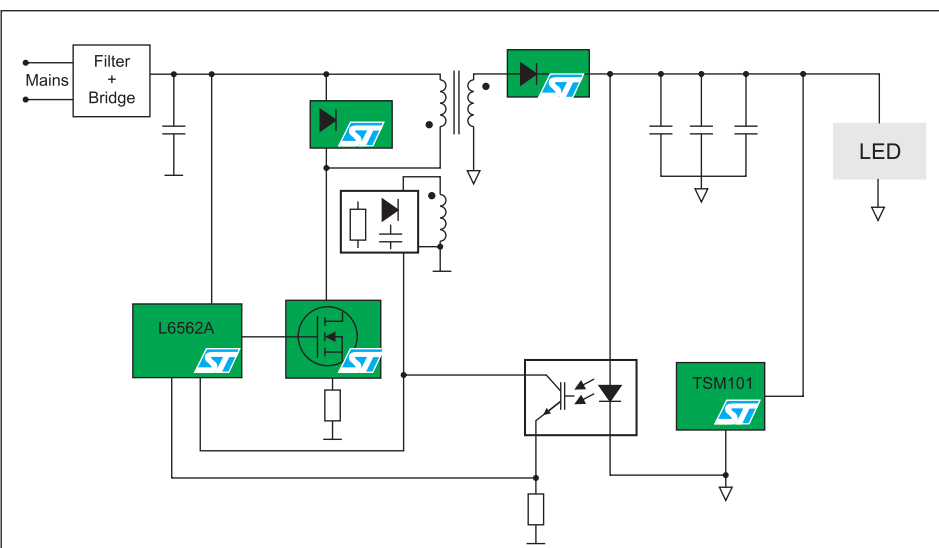


Рис. 11. Типовая схема светодиодного драйвера на базе ККМ-контроллера

Микросхема имеет функцию разрешения работы. Инверсный вход усилителя ошибки позволяет контролировать включение и отключение микросхемы. При напряжении менее 0,2 В микросхема переходит в режим пониженного энергопотребления, а при превышении 0,45 В — в активный режим работы. Основное назначение — управление ККМ, например, следующим за ним ШИМ-контроллером, а также защита от замыкания на «землю» резистора делителя или обрыва цепи делителя. Выходной сигнал усилителя ошибки поступает на его инверсный вход через компенсирующие цепи обратной связи — это обеспечивает стабильность выходного напряжения и низкий уровень гармоник потребляемого из сети тока. Напряжение с измерительного резистора в цепи силового ключа поступает на вход компаратора ШИМ, где сравнивается с опорным синусоидальным сигналом для определения момента выключения ключа. Для снижения влияния помех реализована аппаратная задержка в 200 нс от фронта импульса. По отрицательному фронту происходит замыкание ключа.

Сферы применения L6562A: импульсные источники питания, преобразователи различных типов, драйверы светодиодов, электронный балласт.

Типичная схема драйвера для офисного светильника (рис. 11) включает в себя контроллер, например L6562A, полевой коммутирующий транзистор и контроллер тока и напряжения на вторичной стороне, например SEA05 или TSM101.

На основе этой схемы легко сконструировать светодиодный драйвер офисного или уличного назначения. Так, драйвер на 60 Вт от ST (рис. 12) — обратноходовой преобразователь с высоким коэффициентом мощности. Конфигурация представляет собой изолированную схему с оптопарой и усилителем ошибки на вторичной стороне для контроля тока и напряжения. Высокий КПД (>90%) обеспечивается работой ККМ в переходном режиме, что уменьшает потери ключа на включение, и высоким коэффициентом мощности, что снижает потери на диодном мосте.

Приведем результаты экспериментов, подтверждающие эффективность драйвера и его низкое влияние на входную сеть, что актуально при использовании светильников в офисе.

Параметры эксперимента: напряжение сети — 185–265 В, выходное напряжение — 118,7 В,

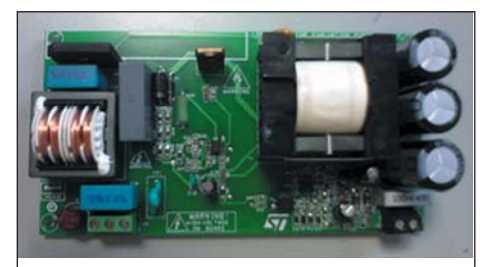


Рис. 12. Плата 60-Вт драйвера

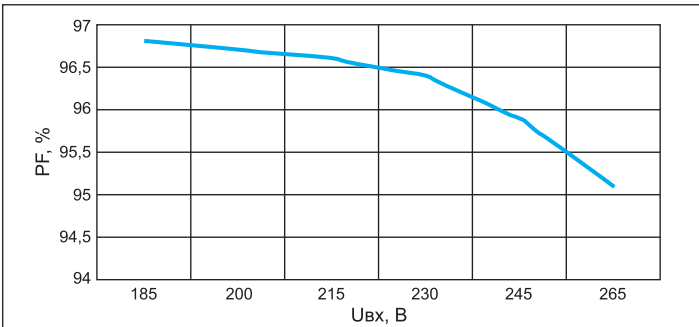


Рис. 13. График зависимости КПД от входного напряжения

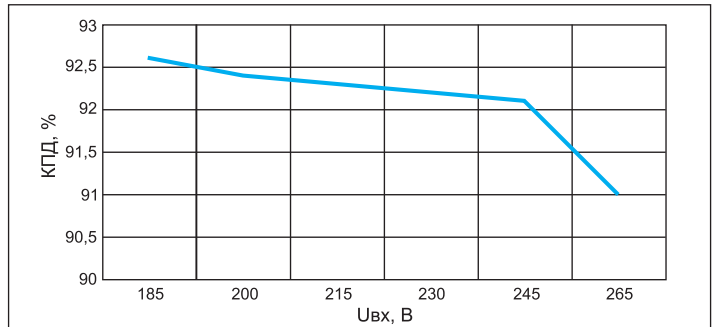


Рис. 14. График коэффициента мощности

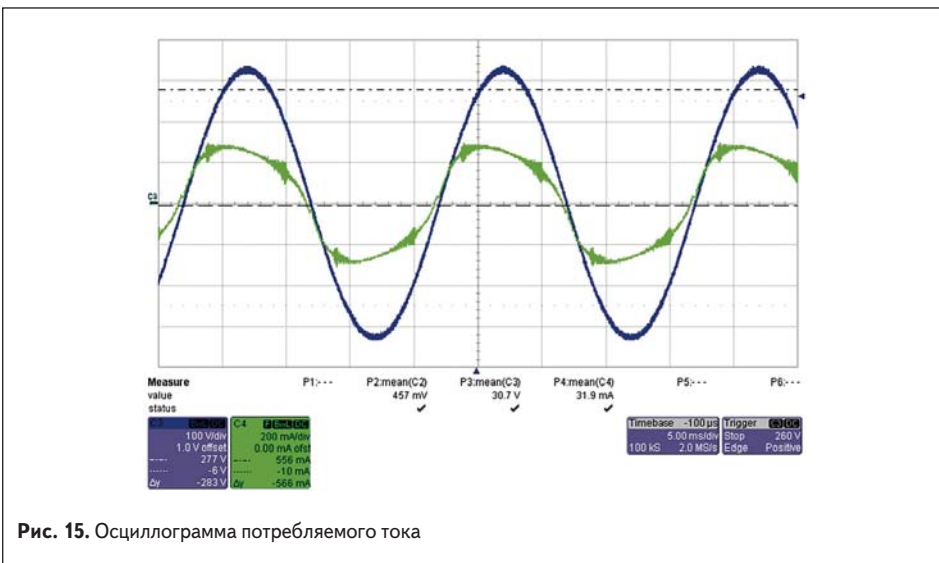


Рис. 15. Осциллограмма потребляемого тока

выходной ток — 358 мА, выходная мощность — 42,5 Вт, температура окружающей среды — 23 °С. График зависимости КПД от входного напряжения представлен на рис. 13.

Судя по графику, диапазон КПД — от 91 до 92,5%, что является отличным результатом.

График зависимости коэффициента мощности от входного напряжения показан на рис. 14.

Коэффициент мощности находится в диапазоне 0,95–0,96. Высокий коэффициент мощности подтверждает осциллограмма (рис. 15) потребляемого из сети тока, где синяя кривая — напряжение, зеленая, соответственно, ток (при входном напряжении 230 В). Форма тока повторяет форму синусоидального напряжения.

Тепловые измерения при 25 °С: температура корпуса силового транзистора с прикрепленным радиатором (требуемое тепловое сопротивление радиатора 11,4 °С/Вт) составила 40 °С, диода в цепи

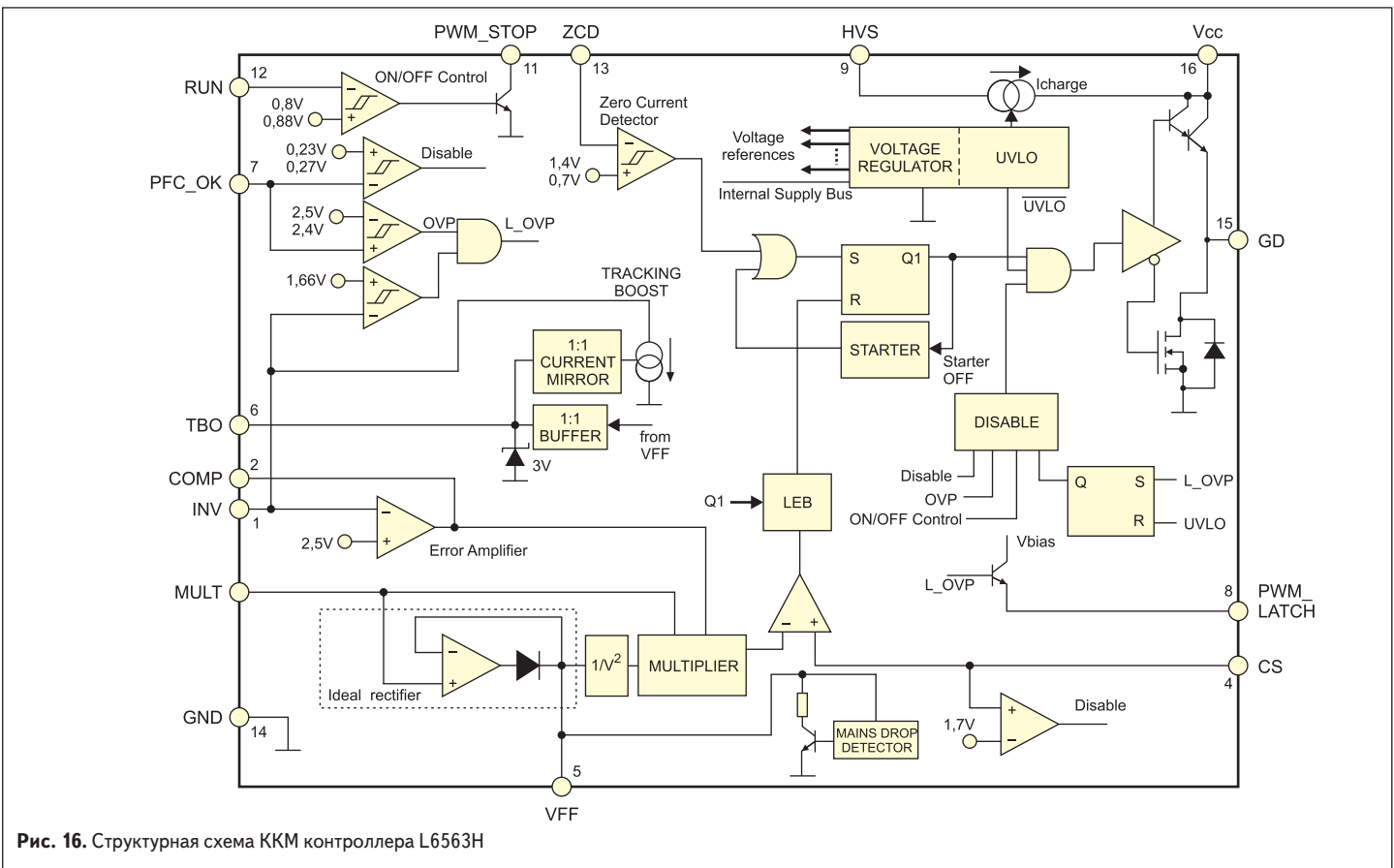


Рис. 16. Структурная схема ККМ контроллера L6563H

снаббера — 35 °С, микросхемы драйвера — 47 °С, а выходного диода — 55 °С.

Контроллеры серии L6563S/H помимо стандартных функций обладают рядом особенностей, таких как работа в режиме tracking boost, 1/V2 коррекция, защита от перенапряжения и разрыва цепи обратной связи, защита от насыщения дросселя. Способность работать в широком диапазоне входного напряжения переменного тока при минимальном уровне нелинейных искажений обеспечивается высоколинейным множителем с коррекцией линейных искажений.

Контроллер L6563H имеет тот же набор функций, что и L6563S, с добавлением высоковольтного источника запуска (700 В). Эта функция востребована в системах с жесткими требованиями по энергосбережению. Плюс возможность работы в режиме отслеживания повышения напряжения (tracking boost operation).

Микросхема L6564 является упрощенной версией микросхемы L6563S в корпусе SSOP-10 и отличается отсутствием защиты от насыщения дросселя.

## Заключение

Компания STMicroelectronics предлагает решения для различных вариантов реализации светодиодного освещения: от лампочки до мощного уличного светильника. Специалисты ST обеспечивают активную техническую поддержку в области разработки схемотехники, поставки образцов и отладочных плат. Используя микросхемы компании ST, вы всегда будете уверены в качественном питании вашего светодиодного светильника. ●