

Александр Донцов

Светодиодные драйверы

от Texas Instruments

Курс на энергосбережение закономерно повлек за собой бурное развитие рынка светодиодного освещения и стимулировал замену традиционных видов источников света светодиодными. Характеристики современных светодиодов постоянно улучшаются. Но, однако, светодиод очень чувствителен к качеству питающего напряжения. Чтобы максимально использовать все возможности светодиодов, необходимо грамотно организовать систему питания. В противном случае возможно значительное уменьшение срока службы светодиода или выход его из строя. Кроме того, в результате все более широкого внедрения энергосберегающих технологий возрастает необходимость в обеспечении высокого КПД схемы питания. Таким образом, очевидно, что создание оптимальной системы питания светодиодов — важная инженерная задача, при решении которой нужно учитывать многие факторы, например коррекцию коэффициента мощности (ККМ).

ККМ, в частности, важна потому, что связана с величиной электрической мощности, потребляемой осветительным устройством. Высокое значение ККМ положительным образом влияет на уровень гармонических искажений в светодиодных установках.

Помимо ККМ, нужно учитывать и задачу диммирования: необходимость в уменьшении интенсивности освещения возникает довольно часто. Это и снижение доли естественного освещения в конце рабочего дня, и изменение световой картины помещения, и, наконец, перевод освещения в «дежурный режим» с целью сокращения расходов.

Мощность и рабочий ток светодиодов в зависимости от модели составляет от нескольких миллиампер до ампера и более. Вместе с тем потребляемая мощность светодиодной нагрузки накладывает соответствующие требования на их системы энергообеспечения. Использование специализированных светодиодных драйверов является необходимым условием стабилизации номинального рабочего тока и контроля мощных светодиодных цепей. В этой статье обсуждаются драйверы для светодиодных светильников компании Texas Instruments [1].

Texas Instruments предлагает широкий спектр драйверов светодиодов для использования в осветительных приборах различного назначе-

ния в таких сферах, как внутреннее и внешнее освещение, освещение автомагистралей, мониторы, малогабаритные приборы и т. д. В статье представлены некоторые образцы AC/DC светодиодных драйверов от Texas Instruments.

Основные функции и особенности драйверов от Texas Instruments:

- Поддержка всех основных входных напряжений, конечно, в зависимости от модели (100, 120, 230, 240, 277 В).
- Обеспечение точного значения тока на светодиоде.
- Оптимальное соотношение цена-качество.
- Эффективное преобразование энергии и низкое паразитное электромагнитное излучение.
- Защита от превышения/занижения напряжения и блокировка при перегреве.

Все представленные микросхемы имеют свои особенности. К примеру, драйвер LM3448 отличается от моделей LM3447 и LM3445 наличием МОП-ключа, имеющего вертикальную структуру. За счет этого сокращается количество внешних элементов, что приводит к упрощению процессов разработки.

Что касается драйверов линейки TPS производства TI, то в нее входят off-line контроллеры управления, оснащенные функцией коррекции коэффициента мощности. При этом измерение параметров осуществляется в первичной сети.

Драйверы UCC28810 обеспечивают управление обратноточными преобразователями. К тому же их можно совместно использовать как с понижающими, так и с повышающими преобразователями. Преобразователи в таких схемах работают в режиме критической проводимости. Схема ШИМ в этом случае работает в режиме автоколебания.

Большое разнообразие драйверов светодиодов, которые предлагает компания Texas Instruments, обеспечивает оптимальное решение для любых видов портативной техники и осветительных систем. Это достигается за счет удачного сочетания параметров таких устройств и приемлемой цены [1].

Рассмотрим подробнее некоторые микросхемы.

LM3447 является контроллером квазирезонансного обратноточного преобразователя. Силовой транзистор включается при минимальном

напряжении на стоке, это обеспечивает снижение потерь и уменьшение электромагнитных помех. Особенностью контроллера является управление мощностью в первичной обмотке, что позволяет обойтись без изолированной обратной связи. При этом LM3447 обеспечивает высокий (>0,9) коэффициент мощности, а также плавное управление яркостью светодиодов при помощи обычного тиристорного регулятора. Эта микросхема удачно дополняет вышедшие ранее модели LM3445 и TPS92310.

LM3445 представляет собой драйвер светодиодов с управлением по постоянному току и возможностью тиристорного регулирования, TPS92310 — контроллер с управлением мощностью в первичной обмотке.

Также нужно отметить LM3448. Драйвер LM3448 представляет собой адаптивный понижающий преобразователь, работающий совместно с симисторными диммерами. Микросхема LM3448 рассчитана на работу в системах мощностью от 2 до 8 Вт с полным диапазоном регулировки яркости. Она совместима с внешними цепями корректировки коэффициента мощности.

В линейку LMXXX входит и LM3445, интегральный драйвер управления мощными светодиодами, используемыми в устройствах промышленного и бытового освещения. Основным отличием этой микросхемы от подобных является возможность управления яркостью светодиодов при помощи внешнего тиристорного регулирования. Эта дополнительная функция позволяет расширить сферу применения светодиодных светильников и эффективно использовать их без дополнительной доработки вместо ламп накаливания в сетях, где уже смонтированы «плавные регуляторы света» (тиристорные регуляторы).

В связи с широким распространением светодиодных источников света возникла проблема регулирования яркости свечения этих светильников. Дело в том, что изменение напряжения или тока не является оптимальным способом осуществления подобной регулировки. Для этого созданы специализированные модули, например TPS92070. Этот усовершенствованный ШИМ-контроллер — оптимальное решение для использования в маломощных приложениях светодиодного освещения. Интегрированная интерфейсная схема с возможностью регулирования (диммирования) TPS92070 характеризуется

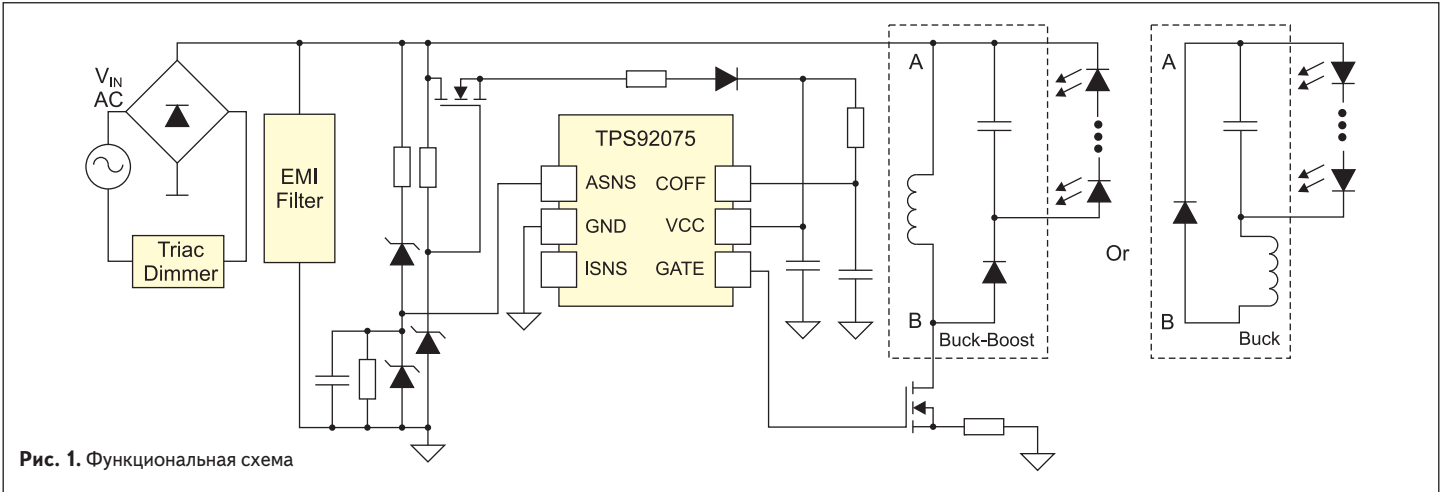


Рис. 1. Функциональная схема

триггерной схемой управления яркостью и малыми потерями. Контроллер TPS92070 обеспечивает ток светодиода без эффекта фотометрических пульсаций. Постоянный ток также увеличивает эффективность работы светодиодов. Благодаря TPS92070 можно получить экспоненциально управляемый световой поток с помощью позиционирования внешнего диммера. Высокий коэффициент мощности достигается за счет схемы заполнения провалов в форме тока. Как только обнаруживается фаза диммера, TPS92070 устанавливает выходной сигнал для отключения схемы корректора мощности, что дает возможность оптимизировать работу драйвера. Ток светодиода измеряется прецизионным усилителем ошибки, позволяющим реализовать глубокое диммирование.

Использование регулятора позволит:

- заменить лампы накаливания с диммерами;
- плавно изменять яркость в светодиодных светильниках в потолочном освещении и источниках для подсветки стен.

В статье представлен далеко не весь обзор линейки светодиодных драйверов от Texas Instruments, более подробная информация рас-

положена на официальном сайте компании [1]. Высокая надежность, присущая всем продуктам компании, обеспечивает длительный срок службы проектируемых устройств. Высокая частота преобразования в сочетании с малыми габаритами микросхем и минимальным количеством внешних компонентов дает возможность создавать компактные устройства. Кроме того, следует отметить, что ни один производитель не предлагает такого разнообразия микросхем данного назначения, как Texas Instruments.

Следующая микросхема — TPS92075 — предназначена для использования в AC/DC LED-лампах и потолочных светильниках с фазово-модулированным управлением яркостью свечения (рис. 1). Размещенный в весьма малогабаритном 8- или 6-выводном корпусе SOIC/TSOT, этот прибор корректирует фактор мощности до значения свыше 0,9, обеспечивая равномерное — без мерцания — изменение яркости при использовании с обычными регуляторами яркости свечения. В состав микросхемы входит цепь декодирования фазово-модулированного сигнала симисторного диммера. Специальный управляющий алгоритм позволяет оптимизировать совместную работу драйвера с симисторным диммером, свести к минимуму наводимые помехи и повысить коэффициент мощности изделия. Микросхема предназначена для работы с внешним силовым ключом. TPS92075

является гибридным контроллером коэффициента мощности со встроенной фазой диммирования декодером [2, 3].

Микросхема выпускается в стандартном корпусе SOIC-8, а также в сверхминиатюрном корпусе TSOT-6 размером менее 2×3 мм (рис. 2, таблица).

Характеристики и преимущества новой микросхемы:

- Цифровой встроенный декодер фазы.
 - Быстрый запуск.
 - Защита от перенапряжения и короткого замыкания, термозащита.
 - Блокировка при недостаточном напряжении.
 - Высокая производительность.
 - Балансирование симметрии фазы.
 - Цифровая 50/60 Гц синхронизация.
 - Работа в понижающем или понижающем/повышающем режиме, что позволяет использовать микросхему в 120-VAC или 230-VAC LED-лампах и светильниках.
 - Миниатюрные размеры (самые малые в своем классе).
 - Коррекция фактора мощности свыше 0,9 соответствует нормативным требованиям к осветительным приборам.
 - Изменение яркости свечения: без мерцания, совместимое с TRIAC и обрезкающими задний фронт регуляторами яркости свечения.
- ИС TPS92075 можно использовать в электросетях на 110 и 220 В. Эта микросхема поддерживает

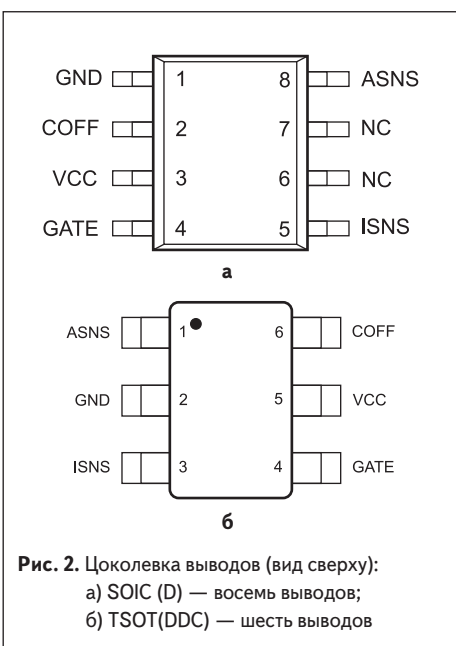


Рис. 2. Цоколевка выводов (вид сверху):
а) SOIC (D) — восемь выводов;
б) TSOT(DDC) — шесть выводов

Таблица. Описание выводов TPS92075

Название вывода	SIOC (D)	TSOT(DDC)	Описание
	Номер вывода		
ASNS	8	1	Через этот контакт поступает фаза TRIAC, которая затем подается в цифровой декодер. Пороги: 1 В — рост, падение — 0,5 от номинала.
COFF	2	6	Используется для установки преобразователя постоянной таймера выключения. Настройка времени отсечки ключа.
GATE	4	4	Power MOSFET. Этот выход обеспечивает управление затвором для выключения электропитания MOSFET.
GND	1	2	Вывод для заземления.
ISNS	5	3	Используется для отслеживания протекающего через нагрузку тока.
VCC	3	5	Контакт входного напряжения. Этот контакт используется для питания внутренних цепей контроля и драйвера. Пониженное напряжение (VCC блокировка) с широким диапазоном: 10 В — растет, для обеспечения работы в пусковом режиме падает на 6 В. При этом используется сочетание индуктивности с резистивным пуском.

понижающие или понижающе-повышающие топологии. Коэффициент мощности драйверов на основе TPS92075 — выше 0,9.

Применение

Схема подключения микросхемы TPS92075 приведена на рис. 3.

TPS92075 контролирует индукционный ток следующим образом: (A) — узел пикового тока катушки, (B) — цикл переключения таймера.

Принцип работы, переключения режимов в этом гистерезисном контроллере заключается в следующем: MOSFET-транзистор Q2 задает режимы катушки индуктивности. В Q2 ток поступает через резистор R7, который в свою очередь сравнивает напряжение с опорным напряжением, установленным на выводе ISNS микросхемы. Когда напряжение на R7 равно контролируемому опорному напряжению и ток на катушке индуктивности достиг своего пикового значения, Q2 переходит в режим выключения. После того как Q2 выключен, таймер задает постоянную времени выключения. Напряжение начинает расти на конденсаторе C8. Следующий цикл начинается, когда напряжение на C8 достигает 1,2 В. На этом заканчивается фиксированный цикл выключения и сбрасывается напряжение на C8. Конденсатор C3 устраняет большинство пульсаций тока на светодиодах.

В TPS92075 использована запатентованная технология управления для преобразования режима работы прибора (рис. 4).

Основные операции:

- запуск;
- режим отключенного диммирования;
- диммирование;
- отключение ASNS-сигнала.

За исключением запуска контроллер может вестись любое из перечисленных состояний.

Два основных режима управления преобразователем:

- DC mode.
- Ramp mode.

Диммирование осуществляется с помощью симисторного регулятора мощности (TRIAC-диммера), данный способ управления отличается низкой стоимостью реализации и удобством интеграции.

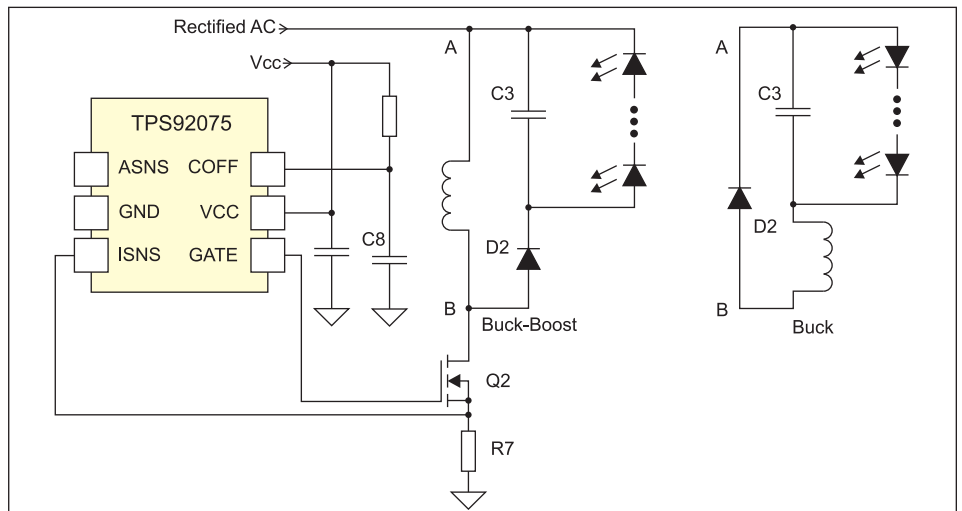


Рис. 3. Простая схема подключения TPS92075

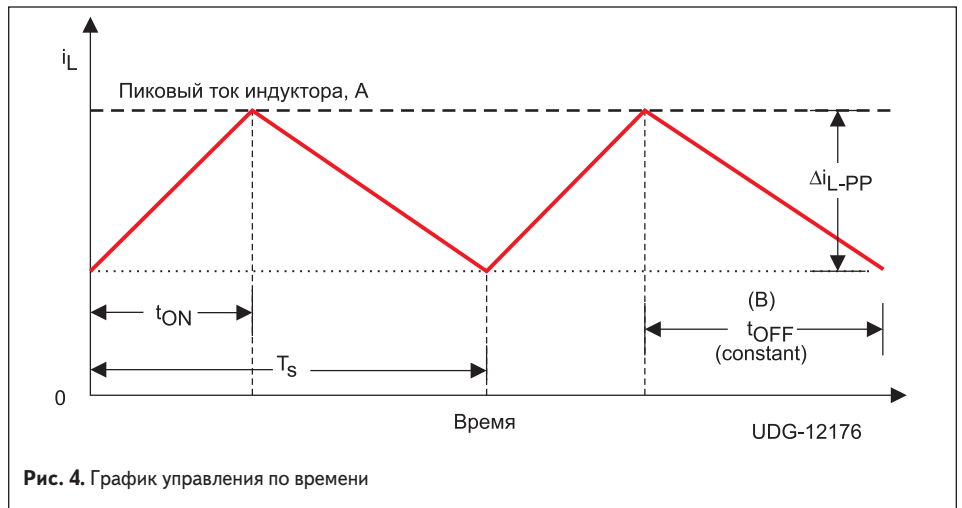


Рис. 4. График управления по времени

Электромагнитный фильтр

Для TPS92075 требуется минимальная фильтрация электромагнитных помех. Приложения TPS92075 были протестированы с фильтром переменного или постоянного тока и получили положительные результаты. Также рекомендуется использовать RC-демпфер для гашения резонансов фильтра и оптимизации TRIAC. Конструкция фильтра EMI создана с учетом оптимизации

нескольких факторов и конструктивных соображений, которые подробно изложены в документации [4].

На рис. 5 представлен график зависимости эффективности TPS92075 от различных нагрузок.

Типовые схемы реализации

Типовые схемы реализации приведены на рис. 7–9.

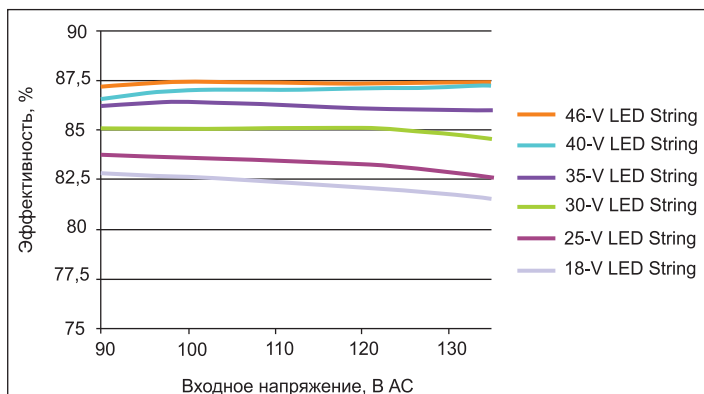


Рис. 5. Эффективность TPS92075 при различных выходных нагрузках

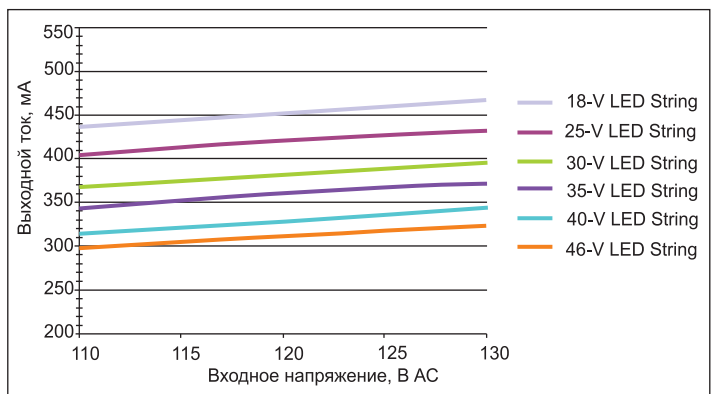


Рис. 6. Зависимость выходного тока от нагрузки

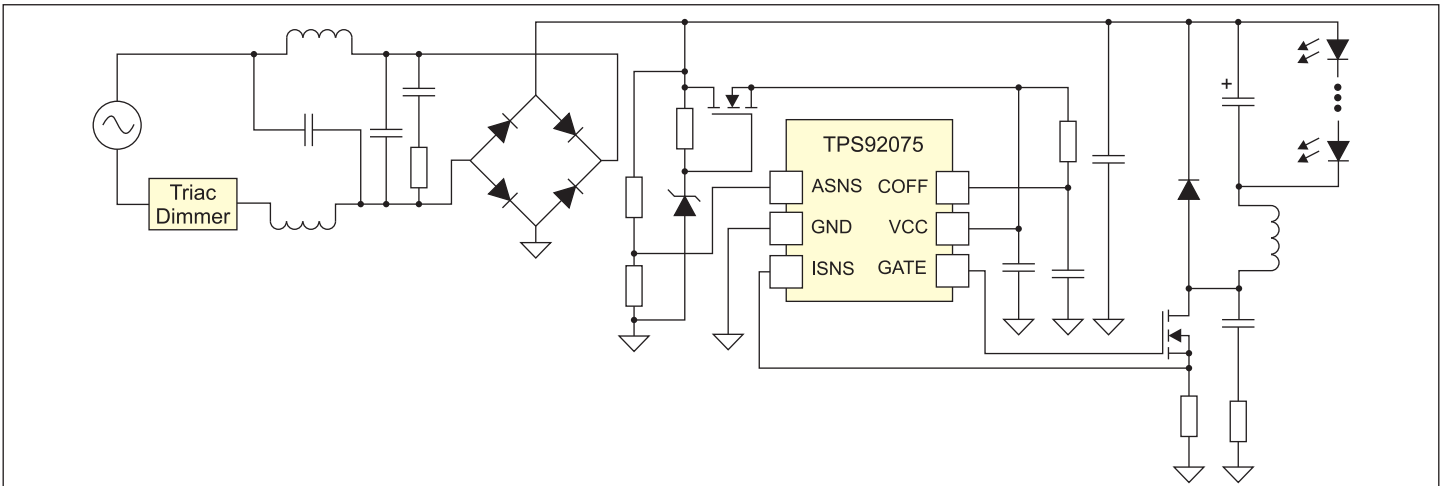


Рис. 7. Типовая реализация драйвера с питанием от сети переменного тока. AC-фильтр

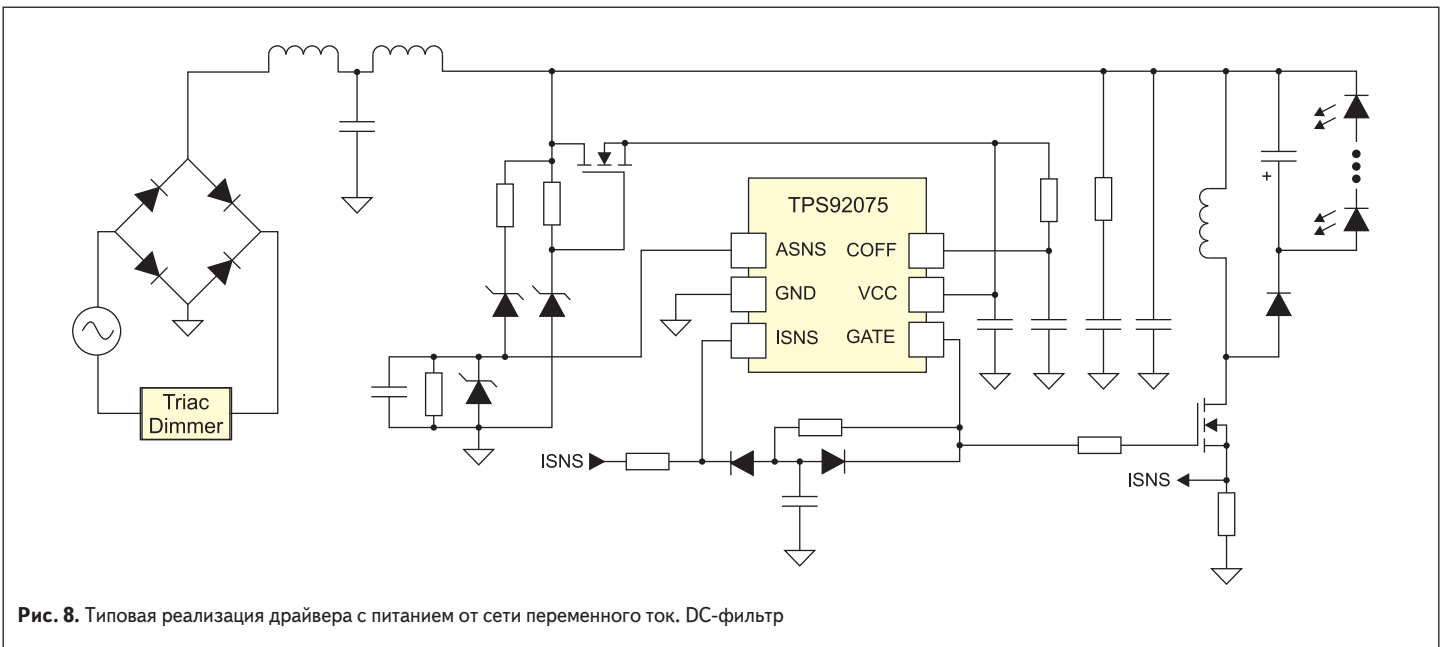


Рис. 8. Типовая реализация драйвера с питанием от сети переменного ток. DC-фильтр

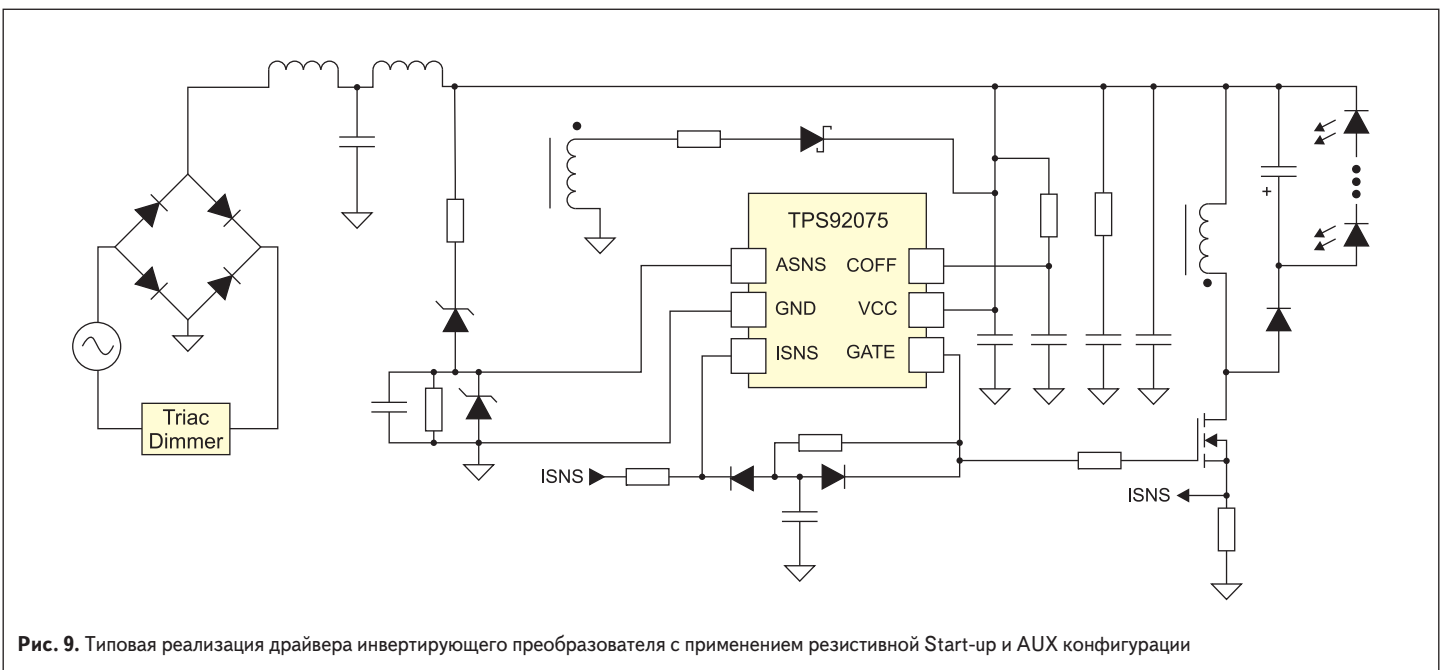


Рис. 9. Типовая реализация драйвера инвертирующего преобразователя с применением резистивной Start-up и AUX конфигурации

Средства разработки

Для удобства отладки Texas Instruments выпускает специальные платы со всем необходимым для разработки и тестирования прототипа устройства [5] (рис. 10).

Для расчетов предлагается калькулятор параметров, выполненный в виде Excel-программы, с удобным пользовательским интерфейсом. Эта программа позволяет рассчитать основные параметры разрабатываемого устройства, выполнить необходимые расчеты, указав нужные характеристики прибора.

Заключение

В статье приведен краткий анализ передовой линейки светодиодных драйверов компании Texas Instruments. Эти микросхемы найдут свое применение в различных светодиодных осветительных системах, упростят и облегчат процесс разработки, а также модернизацию уже существующих решений.

Литература

1. www.ti.com/ww/en/lighting/bulb/index.shtm?DCMP=hpa_pmp_tps92xen&HQS=ledretrofit-pr
2. www.ti.com/product/tps92075

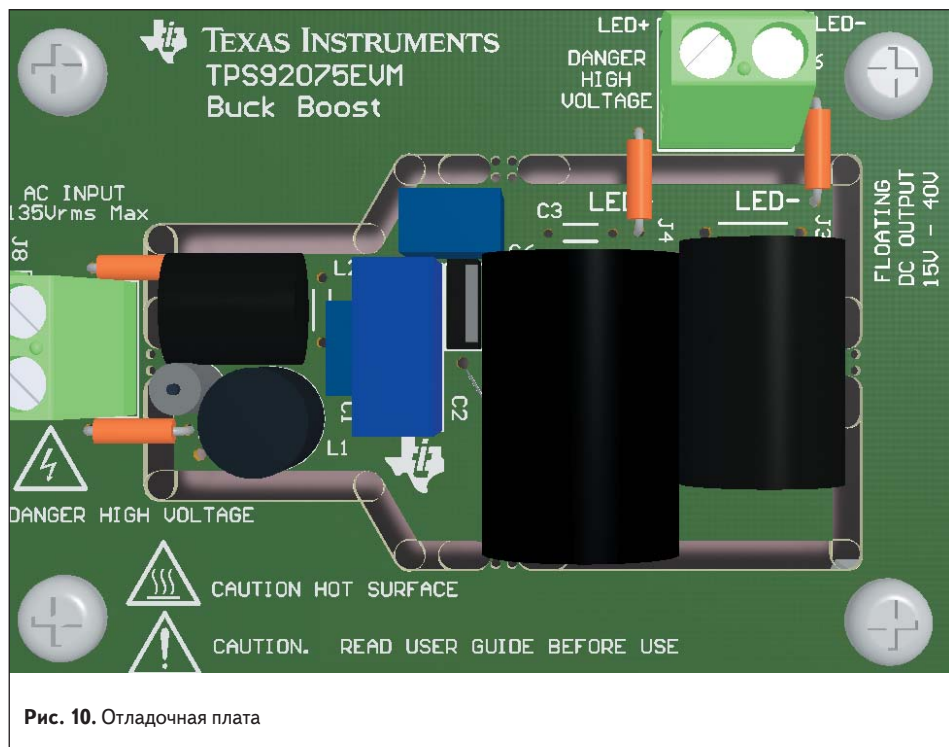


Рис. 10. Отладочная плата

3. www.ti.com/lit/gpn/tps92075
4. www.ti.com/lit/ug/slvu813a/slvu813a.pdf

5. www.ti.com/tool/pmp6009
6. www.ti.com/tool/tps92075design-calc