

Михаил Червинский (КОМПЭЛ)

КОНТРОЛЛЕРЫ TEXAS INSTRUMENTS ДЛЯ ПИТАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ: ИНТЕЛЛЕКТ ПЛЮС ЭФФЕКТИВНОСТЬ



Статья посвящена повышению эффективности и срока службы **полупроводниковых световых приборов** за счет применения современных аналоговых и цифровых микросхем **Texas Instruments**. Рассматривается интеллектуальное и экономичное решение на базе **контроллера TPS92010**.



Когда-то светоизлучающие диоды (СИД) были просто индикаторами в электронной технике. Мощность кристаллов была низкой, электрический ток был в несколько раз меньше, задача отведения тепла в принципе не была проблемой.

Стремительный рост технологий и рынка привел к появлению отдельного класса мощных осветительных светодиодов, принципиально отличающихся от традиционных индикаторных. Рабочие токи современных светодиодов лежат в диапазоне от сотен миллиампер до нескольких Ампер. Мощность возросла с милливатт до более чем 10 Вт, а задача отведения тепла стала одной из ключевых для конструкторов, и успешное ее решение определяет, насколько эффективным и долговечным будет осветительный прибор.

Современный мощный светодиод — прибор, в котором искомый световой поток определяется рядом взаимосвязанных параметров — температура, падение напряжения на кристалле, ток.

На рисунке 1 условно проиллюстрирована эта взаимосвязь. Можно сказать, что целевой для большинства разработок световой поток зависит от «всего», поэтому необходимо большое внимание уделять всем компонентам светодиодного светильника, в особенности — драйверу.

В простейшем случае драйвер преобразует электрическую энергию первичной сети питания в постоянный ток и напряжение, требуемое светодиодам. Тут можно провести аналогию с широко распространенными балластами люминесцентных ламп, где электроника обеспечивает необходимые электрические условия запуска и работы источника света.

С другой стороны, неизбежность применения электронного драйвера при разработке светодиодного светильни-

ка открывает доступ к более широкому функционалу, о котором даже не задумывались десять лет назад. Сочетание высокоэффективных источников света и передовых достижений современной электроники в традиционном светильнике позволяет по новому взглянуть на индустрию освещения в целом, освоить новые сферы применения.

Интеллектуальный драйвер может реализовать достаточно сложные алгоритмы управления, направленные как на обеспечение оптимального режима работы светодиодов, так и на реализацию инновационных возможностей, например — дистанционного управления и мониторинга состояния светильников. Традиционная обратная связь по току, обеспечивающая стабильную яркость светодиода, может быть дополнена функциями компенсации различных внутренних и/или внешних воздействий: изменения температуры, неизбежной деградации светового потока со временем. Для энергосберегающих приложений крайне интересными представляются функции регулировки яркости (диммирования) в ручном или автоматическом режиме — например плавный переход в «дежурный» режим при отсутствии человека в помещении или отключение светильника в дневное время.

Совершенствование светодиодной технологии происходит очень интенсивно. Эта же тенденция наблюдается и в области драйверов, как неотъемлемой составляющей любого светильника.

Обзор применений

На зарубежном рынке освещения сложилась определенная классификация светодиодных светильников по применениям: коммерческое (*Commercial*), частный сектор (*Residential*), уличное и инфраструктурное (*Infrastructure*). Для каждого из которых можно выделить ряд уникальных характеристик, в

первую очередь — диапазон мощностей светильников. На рисунке 2 представлена схема, иллюстрирующая эту классификацию.

Данная сегментация сфер применения светодиодов в освещении по диапазону используемых мощностей и специфике приложений используется компанией **Texas Instruments (TI)** для классификации своих решений в области питания светодиодов.

Эта классификация не включает в себя некоторые специальные применения — такие, как медицинская техника, портативные устройства и транспортная светотехника, которые требуют отдельного рассмотрения.

Отметим для каждого сегмента характерные особенности, которые нужно учитывать при разработке драйвера — так, например, в приложениях внутреннего освещения в частном секторе чаще всего речь идет о компактных светильниках с небольшими мощностями (до 25 Вт) и световым потоком до 3000 лм. Сегмент коммерческого освещения характеризуется диапазоном мощно-

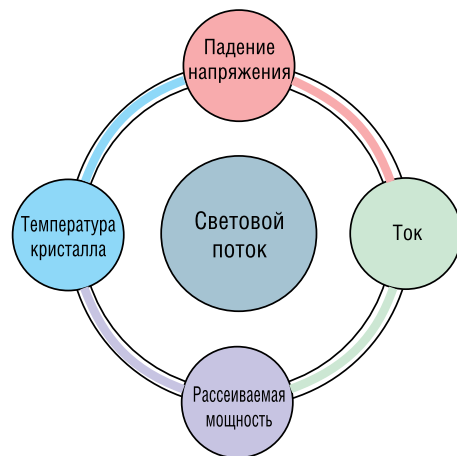


Рис. 1. Зависимость светового потока от основных параметров светодиода

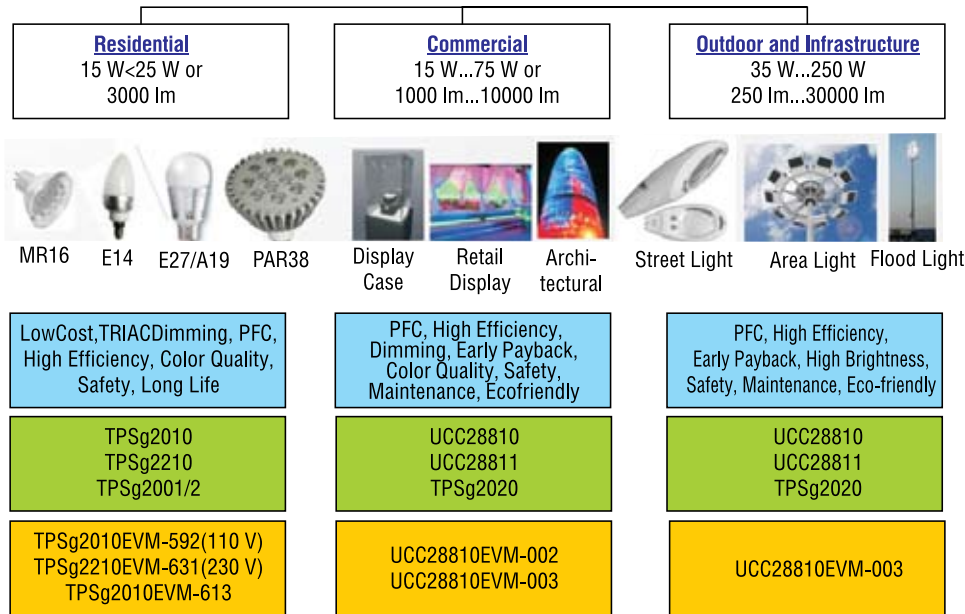


Рис. 2. Сферы применения светодиодов в освещении на зарубежном рынке

стей 15...75 Вт и световым потоком до 10000 лм.

Уличное и промышленное освещение требует наиболее мощных светильников (до 250 Вт), обеспечивающих световые потоки порядка 2500...30000 лм, в зависимости от типа светильника.

Также есть ряд критериев, необходимых почти во всех применениях:

- Невысокая стоимость драйвера при серийном производстве,
- Высокая электрическая эффективность (потери в драйвере приведут к увеличению размеров устройства и снизят экономичность светильника),
- Надежность (в большинстве случаев светодиодная техника позиционируется как необслуживаемая),
- Корректор коэффициента мощности (ККМ) (в соответствии с действующими стандартами).

Следует отметить, что отечественный рынок светодиодного освещения имеет определенные отличия. Так, например акценты смещены в сторону уличного освещения и ЖКХ, а интерьерному, коммерческому освещению уделяется меньшее внимание. Россий-

ских разработчиков и потребителей в малой степени интересуют портативные применения, так как эта ниша рынка уже заполнена зарубежными производителями. Также следует принимать во внимание климатические, социальные и нормативные аспекты: уличный светильник, востребованный на всей территории РФ, должен иметь расширенный диапазон рабочих температур, а светильники для ЖКХ в большинстве нуждаются в антивандальной конструкции, требования к активному ККМ в осветительном оборудовании в явном виде пока не регламентируются.

При разработке светильника перед разработчиком стоит непростая задача выбора между применением готового драйвера светодиодов и собственной разработки можно назвать гибкость и отсутствие избыточности драйвера в конкретном применении, как следствие – более низкой стоимости в серийном производстве.

Семейства драйверов, предлагаемых TI, позволяют решать достаточно ши-

рокий спектр задач, возникающих при проектировании светодиодной техники: от портативной техники до уличного прожекторного освещения. Рассмотреть подробно все интересные решения в рамках настоящего материала не представляется возможным.

Цель данной статьи – показать разработчикам электронные решения Texas Instruments в области освещения, которые будут востребованы в актуальных для российского рынка областях применения и помогут полностью раскрыть потенциал светодиодов как перспективных источников света.

Терминология

В настоящее время с понятием «драйвер светодиодов» связана некоторая неопределенность, так как в различных публикациях термин может обозначать как отдельную микросхему, так и законченное устройство.

Для определенности в настоящей статье будем использовать определения принятые в стандарте ANSI/IESNA RP-16-05 add. B.

Для введения терминологии обратимся к обобщенной схеме светодиодного светильника, приведенной на рисунке 3:

- Драйвер светодиодов – электронное устройство, содержащее в себе источник питания, схему управления светодиодами в дискретном или модульном виде;
- Источник энергии – трансформатор, батарея или иное устройство, генерирующее электрический ток, напряжение или мощность в заданном диапазоне;
- Источник питания – электронное устройство, способное преобразовывать и контролировать ток, напряжение или мощность в заданном диапазоне.

Схема управления светодиодами – совокупность электронных компонентов, разработанных для контроля источника питания путем подстройки выходного напряжения, тока или скважности переключений. Более обобщенно – для контроля количества и характеристик электрической энергии, потребляемой светодиодной нагрузкой.

Перечислим основные характеристики светодиодов, обуславливающие применение специальных драйверов:

- Светодиод – токовый прибор с нелинейной ВАХ,
- Для большинства светодиодов характерен относительно низкий диапазон рабочих токов (до 1 А),
- Стандартные источники питания редко соответствуют необходимым значениям тока и напряжения светодиодов в различном включении,
- Необходим контроль тока и функции его регулировки (димминга),
- И как следствие – любому светодиодному светильнику необходим драйвер.

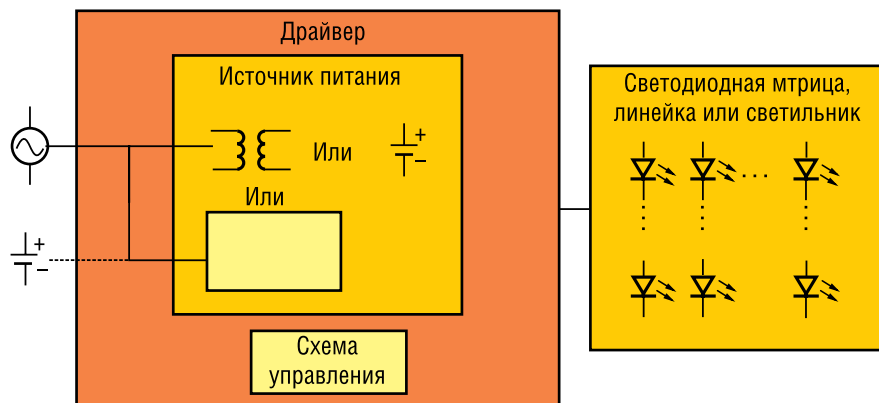


Рис. 3. Структура светодиодного светильника по стандарту ANSI/IESNA RP-16-05 add. B

Аналоговые решения

Остановимся подробнее на применении драйверов в светильниках для частного сектора.

Для светодиодных светильников в форм-факторе традиционных ламп со стандартным цоколем характерны следующие параметры:

- Низкая стоимость,
- Высокая эффективность,
- ККМ,
- Совместимость со стандартными диммерами (TRIAC),
- Высокий индекс цветопередачи,
- Длительный срок службы.

Перед рассмотрением готовых решений в данной категории, разберем подробнее работу таких диммеров и определим, какие дополнительные задачи должны решаться схемой контроля драйвера. Рассмотрим схему работы диммера, приведенную на рисунке 4.

Типичный TRIAC осуществляет отсечку фронтов входного напряжения за счет временной задержки, определяемой номиналами резистора R1 и конденсатора C1. Драйвер должен уметь детектировать эту задержку и пропорционально уменьшать скважность выходного тока драйвера.

Основной элемент драйвера — микросхема контроллера **TPS92010**. Следует обратить внимание на следующие характеристики:

- Высокоэффективный квазирезонансный режим работы (до 87%),
- Программируемая защита от перенапряжения,
- Внутренняя защита от перегрева и обрыва (безопасное отключение),
- Защита от превышения тока при переходных процессах (ограничение),
- Встроенный драйвер мощного транзистора током до 1 А,
- Низкое потребление в неактивном режиме — менее 400 мВт.

Низкие потери при работе микросхемы, а также встроенная защита, невысокая стоимость и потенциальная совместимость со стандартными диммерами делают ее привлекательной для применения в драйверах простых светильников для частного использования, в том числе и для светодиодных ламп со стандартным цоколем. Рассмотрим драйвер для последних на примере демонстрационной платы TPS92010EVM.

На рисунке 5 приведена упрощенная принципиальная схема рассматриваемой платы.

Рассмотрим ключевые моменты схемотехники данного решения. Этот драйвер построен по стандартной обратноходовой (*flyback*) топологии, наиболее эффективной в низком диапазоне мощностей. Использование одного трансформатора, высоковольтного (500...600 В) MOSFET-транзистора и одного диода на выходе является в дан-

Таблица 1. Спецификация модуля TPS92010 EVM

Параметр	Значение
Конфигурация светодиодов	Пять последовательно включенных
Входное напряжение, ~В	185...265
КПД, %	85
Мощность, Вт	6
cosφ	0,55
Выходное напряжение, В	14...17
Выходной ток, мА	325
Пулсации выходного напряжения, мВ	0
Изоляция вход/выход	Есть
Димминг по выходу	Triac
Глубина димминга, %	0...100
Токочувствительный элемент	Резистор
Точность установки тока, %	3
Диапазон рабочих температур, °С	-20...50
Время работы*, часов	35000
Время включения, мс	150
Класс соответствия по ЭМС	FCCB
Безопасная регулировка	Нет
Габаритные размеры, мм	60x20

* Расчетное время безотказной работы предполагает превышение внутренней температуры устройства над окружающей средой не более чем на 35°С

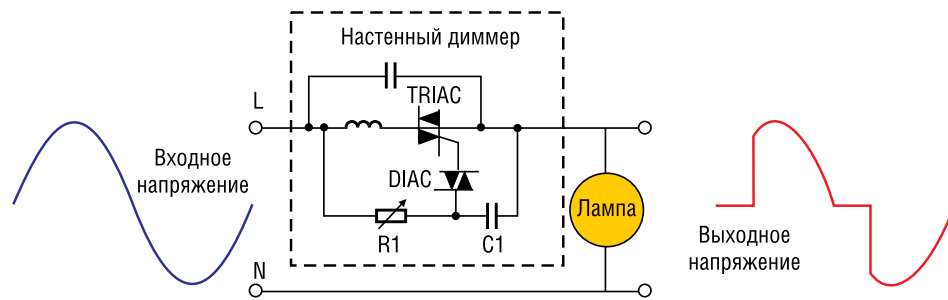


Рис. 4. Работа TRIAC-диммера

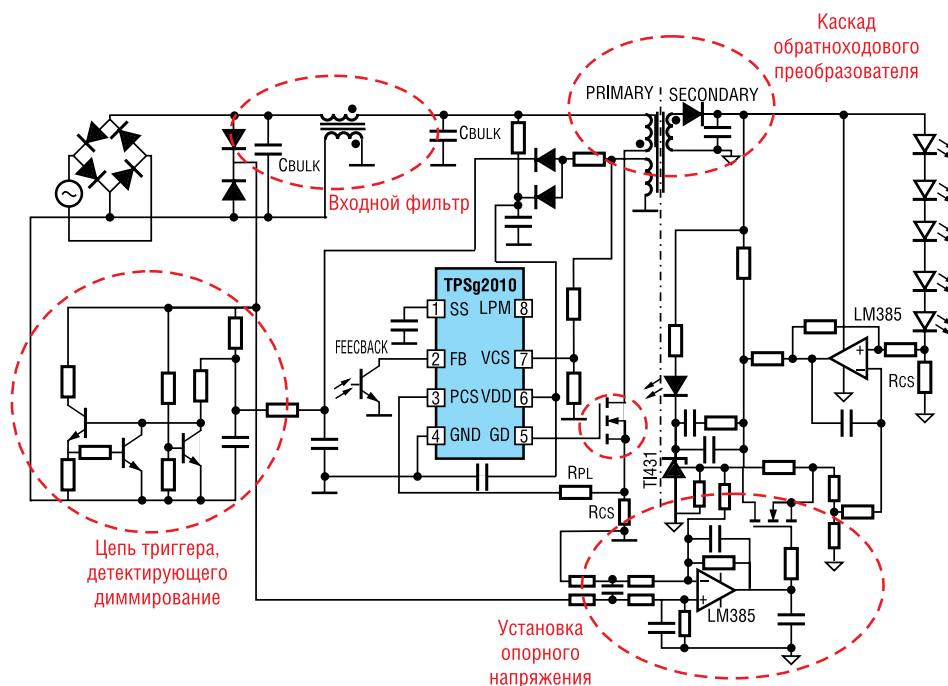


Рис. 5. Принципиальная схема TPS92010 EVM

Таблица 2. Список доступных решений для драйверов светильников на микросхеме TPS92010

Микросхема	Номер дизайна РМР#	Количество СИД	U _{вх} , В	U _{вых} , В	I _{вых} , мА	TRAIC-диммирование	Изоляция	Топология
TPS92010	3522	6	90...300	21	350	Нет	Нет	SEPIC
TPS92010	3526	5	120...300	20	350	Нет	Нет	SEPIC
TPS92010	3527	5	120...288	18	350	Нет	Нет	SEPIC
TPS92010	3529	6	120...275	21	350	Нет	Нет	SEPIC
TPS92010	3530	4	120...275	16	700	Нет	Есть	Isolated SEPIC
TPS92010	3539	3	120...275	12	700	Нет	Есть	Isolated SEPIC
TPS92010	3542	4	120...275	14	700	Нет	Есть	Isolated SEPIC
TPS92010	3547	6	120...275	24	700	Нет	Есть	Isolated SEPIC
TPS92010	3560	15	120...288	60	700	Нет	Есть	Isolated SEPIC

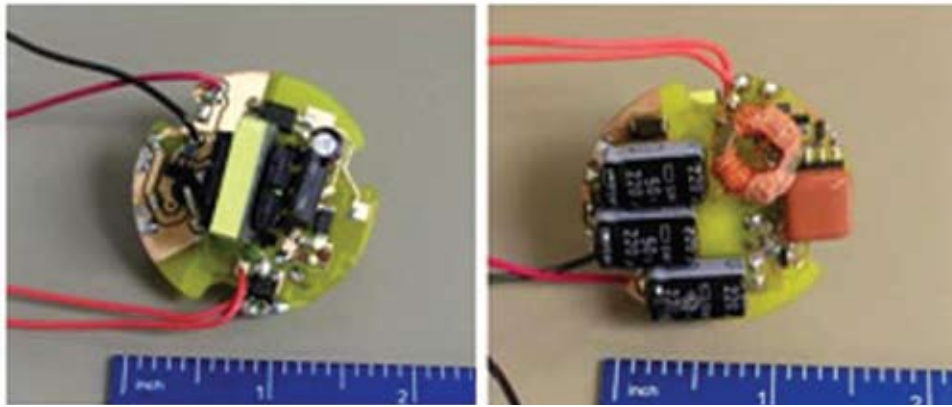


Рис. 6. Внешний вид TPS92210EVM

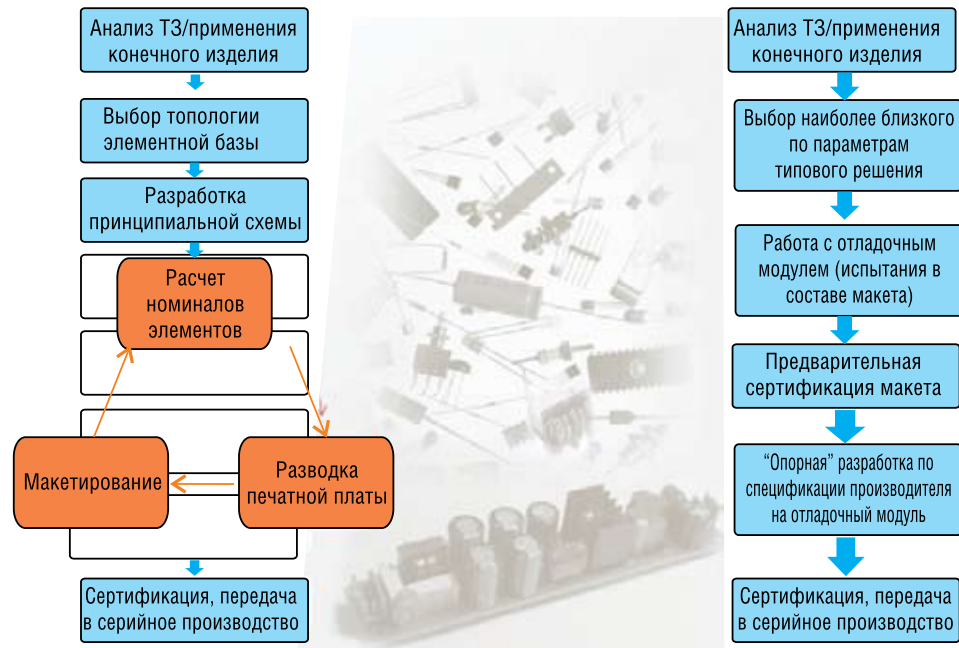


Рис. 7. Сравнение различных подходов к разработке драйвера

ном применении относительно недорогой конфигурацией. Входной фильтр базируется на стандартном дросселе и двух конденсаторах, обеспечивая разработке соответствие классу «В» по электромагнитной совместимости в соответ-

ствии с стандартом FCC. Ток нагрузки измеряется на резисторе Rcs, уровень усиливается и подается на соответствующий вывод микросхемы TPS92010 через оптопару. В соответствии с этим сигналом контроллер осуществляет

управление работой транзистора. Цепь контроля димминга состоит из двух частей: триггер, детектирующий диммирование во входной цепи, и усилитель, корректирующий отпороное напряжение для уменьшения тока через светодиоды при работе диммера.

Основные параметры рассматриваемого модуля приведены в таблице 1.

Список всех решений, доступных в виде задокументированных разработок драйверов для микросхемы TPS92010, приведен в таблице 2.

Рассмотрим представителя семейства – контроллер TPS92210 – ориентированный на построение однокаскадных драйверов с активным ККМ.

Одна из предлагаемых TI разработок **TPS92210EVM** демонстрирует построение драйвера для светодиодного светильника со стандартным цоколем PAR38. Внешний вид целевой отладочной платы приведен на рисунке 6.

Драйвер рассчитан на подключение 9...11 мощных светодиодов, работающих на токе 350 мА. Основными отличиями данного решения от рассмотренного выше являются однокаскадное преобразование с активным ККМ (cosφ 0,99), совместимость со стандартными диммерами, изоляция выходной цепи 2500 В.

Закключение

В рамках направления Texas Instruments следует своей традиционной политике всесторонней поддержки разработчиков.

Традиционно разработка светодиодного драйвера (см. рис. 7) – сложный многошаговый процесс, включающий в себя этапы подготовки и анализа ТЗ, выбора элементной базы, расчета и оптимизации элементов принципиальной схемы, макетирования, сертификации и т.д.

Максимально упростить этот процесс можно, используя традиционный подход Texas Instruments к поддержке разработчиков готовыми разработками

ми и отладочными платами для ключевых применений. Обзор всех актуальных опорных разработок сосредоточен в ежеквартально обновляемой брошюре «LED Reference Design Cookbook», доступной для свободного скачивания на официальном сайте компании. Полный каталог решений TI для питания светодиодов в различных применениях насчитывает более 600 опорных разработок, представленных в виде рабочей документации и/или отладочных плат.

В отличие от тех производителей микросхем светодиодных драйверов, которые предлагают разработчикам только типовые схемы включения, Texas Instruments в качестве опорных разработок предлагает как отладочные платы (Evolution Module, EVM), так и исходные файлы разработки (PMP). Последние отличаются высоким уровнем детализации и могут включать в себя, помимо принципиальной схемы и чертежа печатной платы (ПП), например, данные протоколов испытаний на ЭМС для конкретной схемы и список комплектующих.

В настоящей статье рассмотрены лишь некоторые решения из этого каталога, которые могли бы стать опорными для разработки драйверов светильников, наиболее востребованных на отечественном рынке освещения. Следует особо отметить, что каждая рассматри-

ваемая разработка позиционируется как часть конкретного светильника и имеет характеристики, соответствующие целевому применению. Использование отладочных плат и готовой документации может значительно облегчить и ускорить процесс разработки и вывода на рынок новых изделий.

Номенклатура микросхем для драйверов TI охватывает практически весь спектр светодиодных применений. Помимо рассмотренных выше решений, чрезвычайно интересными являются, например, сферы уличного освещения, архитектурной подсветки и наружной рекламы. Этой тематике будет посвящена отдельная статья.

Ссылки

1. www.abercade.ru
2. ANSI/IESNA RP-16-05, Nomenclature and Definitions for Illuminating Engineering, Illuminating Engineering Society of North America
3. LED Reference Design Cookbook (<http://focus.ti.com/lit/sg/slyt349/slyt349a.pdf>)
4. www.ti.com

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Компания Texas Instruments выпустила комплект разработчика светодиодов DC/DC MCU Piccolo

Компания **Texas Instruments** выпустила комплект разработчика светодиодов DC/DC с микроконтроллером (MCU) Piccolo TMS320C2000.

TMDSDCDCLEDKIT – отладочный набор DC/DC-преобразователя для интеллектуального управления светодиодным освещением.

Комплект можно легко адаптировать под различные потребности конструкции, так как он поддерживает разные варианты конфигурации электропитания, модули controlCARD Piccolo и съемную панель светодиодов. Комплект разработчика светодиодов DC/DC включает все аппаратное и программное обеспечение с открытым кодом, необходимое для начала разработки энергоэффективных электронных систем светодиодов, включая подсветку, уличные фонари и автоматизированные системы освещения зданий.

Ключевые функции и преимущества комплекта разработчика светодиодов DC/DC MCU Piccolo:

- Рабочие характеристики ControlCARD Piccolo F28035: 60 МГц при производительности 32 бит; 14 выходов PWM; 12-разрядный АЦП со скоростью 4,6 миллионов отсчетов в секунду; до 128 Кбайт флэш-памяти для поддержки расширенных функций системы освещения.
- Каскад повышающего/понижающего DC/DC-преобразователя 12...24 В с цифровым управлением позволяет разработчикам регулировать напряжение в соответствии с различными конфигурациями светодиодов.
- Восемь независимых секций светодиодов по 5 Вт позволяют использовать один датчик тока для таких функций, как независимая регулировка яркости и обнаружение перегоревшей секции.
- Встроенная изолированная эмуляция XDS100-USB-JTAG упрощает отладку и программирование, снижая при этом стоимость системы.
- Простое в использовании программное обеспечение (ПО) с открытым кодом controlSUITE включает примеры управления с обратной связью блока питания DC/DC с каскадами драйвера светодиодов, а также подробную лабораторную документацию о структуре и функциях ПО.
- Модульный принцип конструирования controlCARD позволяет разработчикам выбрать соответствующий микроконтроллер **C2000** в зависимости от требований к цене, производительности и периферийному оборудованию.

ti **TEXAS INSTRUMENTS**
Контроллеры для светодиодных осветительных систем

TPS92010

Идеально для решений с диммированием

КПД до 83%

Москва
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403

Компэл
www.compel.ru