

Александр Щерба | shcherba@prosoft.ru

# DC/DC-преобразователи

компании Monolithic Power Systems

для питания мощных белых светодиодов

**В статье описаны функциональные особенности драйверов мощных светодиодов, приведены схемы и характеристики DC/DC-преобразователей, выпускаемых компанией Monolithic Power System (MPS) и предназначенных для использования в качестве светодиодных драйверов.**

## Мощные белые светодиоды

Мощные белые светодиоды призваны заменить лампы накаливания с низким коэффициентом полезного действия (КПД), а также лампы дневного света, которым после выработки ресурса требуется особая утилизация, поскольку они содержат вредные для здоровья и окружающей среды материалы. По сравнению с лампами накаливания светодиод имеет высокий КПД, более длительный срок службы и не требует специальной утилизации.

При применении светодиодов в качестве источника света необходимо учитывать, что, в отличие от ламп накаливания, светодиод управляется током. Связано это с тем, что падение напряжения на светодиоде в прямом направлении — характеристика непостоянная, и разброс ее значений для светодиодов одного типа может составлять до  $\pm 10\%$  от среднего значения. Кроме того, падение напряжения на светодиоде будет меняться в зависимости от условий эксплуатации (температуры окружающей среды, температуры кристалла светодиода и тока, протекающего через светодиод), а также от времени работы (вследствие деградации кристалла). Значение падения напряжения в прямом направлении также будет разным для светодиодов различного исполнения (табл. 1) [1, 2]. Исходя из этих соображений, в электрических характеристиках принято указывать рабочий ток светодиода, а характеристики светового потока и падение напряжения на светодиоде даются при рабочем токе.

Еще одно важное отличие светодиодов от ламп накаливания заключается в том, что свечение светодиода — это не инертный процесс, поэтому протекающий через светодиод ток должен быть постоянным, без пульсаций: в противном случае это вызовет непостоянное свечение светодиода, что может привести к усталости глаз.

## Драйверы для светодиодного освещения

Простейшим способом поддержания постоянного тока на светодиоде может служить

ограничивающий резистор, однако такой вариант включения имеет существенный недостаток: КПД будет тем ниже, чем больше падение напряжения (рассеиваемая мощность) на резисторе. А в случае мощного светодиода нужно еще учитывать и значительный нагрев ограничивающего резистора.

Чтобы запитать светодиод наиболее эффективно (с наименьшими потерями) и тем самым повысить КПД, применяют специальные DC/DC- или AC/DC-преобразователи — светодиодные драйверы. Одна из задач таких драйверов — поддержание постоянного тока на светодиоде (типичное значение для мощных светодиодов — 350 мА) путем динамического изменения напряжения. Контроль тока на светодиоде, как правило, осуществляется путем измерения напряжения на резисторе с незначительным сопротивлением, подключенным последовательно со светодиодом. При этом КПД такого драйвера может достигать 98%. Кроме того, драйверы могут иметь дополнительные функции, и к их работе могут предъявляться дополнитель-

ные требования, например диммирование и функции защиты от перегрева, обрыва в цепи светодиодов и короткого замыкания.

## Диммирование

Функция диммирования дает возможность плавно изменять значения тока, протекающего через светодиод. Это, в свою очередь, изменяет световой поток, излучаемый светодиодом. Применительно к уличным светодиодным светильникам диммирование позволяет реализовать ряд энергосберегающих функций, например регулирование уровня свечения в зависимости от естественной освещенности или от времени суток. Обычно используют аналоговое или ШИМ-диммирование (широтно-импульсная модуляция). При аналоговом диммировании ток на светодиоде изменяется пропорционально изменению управляющего напряжения (рис. 1). ШИМ-диммирование заключается в подаче на светодиод не постоянного, а импульсно-модулированного тока с частотой модуляции до нескольких тысяч герц, причем ширина импульсов и пауз между ними варьируется в зависимости от необходимой яркости свечения светодиода. При этом достигается визуальное изменение яркости светодиода.

Таблица 1. Краткие характеристики мощных белых светодиодов

Производитель	Cree		Sharp		Philips Lumileds
	XP-G	MPL-EZW	Zenigata 3,6 Вт	Zenigata 6,7 Вт	LUXEON Rebel ES
Серия	XP-G	MPL-EZW	Zenigata 3,6 Вт	Zenigata 6,7 Вт	LUXEON Rebel ES
Рабочий ток ( $I_f$ ), мА	350	150	360	640	350
Падение напряжения ( $I = I_f$ ), В	3,0	25,0	10,2	10,5	3,2
Световой поток ( $I = I_f$ , CRI = 80), лм	107	800	190*	350*	95
Потребляемая мощность, Вт	1,1	11,3	3,6	6,7	1,1

Примечание: \* — индекс цветопередачи CRI = 90.

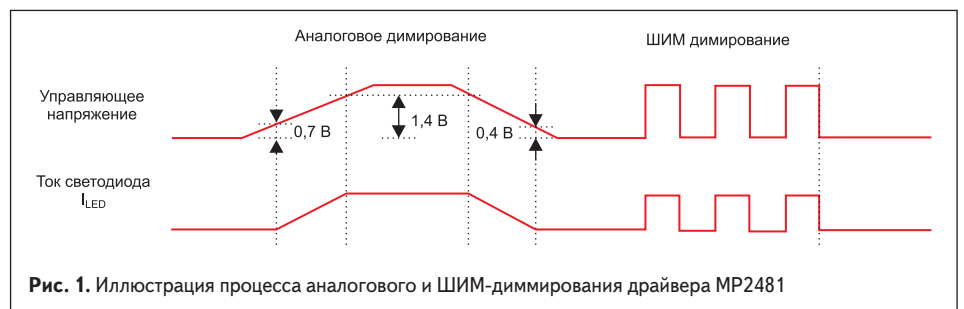


Рис. 1. Иллюстрация процесса аналогового и ШИМ-диммирования драйвера MP2481

Таблица 2. Основные характеристики DC/DC-преобразователей MPS для питания мощных светодиодов

Преобразователь	Входное напряжение, В	Максимальный выходной ток, А	Частота преобразования, МГц	Тип преобразователя	Диммирование	Корпус
MP4688	4,5–80	1,5	2,0	Понижающий	ШИМ	SOIC8E
MP2481	4,5–36	1,2	1,4	Понижающий/повышающий	Аналог/ШИМ	MSOP8
MP2483	4,5–50	2,5	0,25–1,3	Понижающий/повышающий	Аналог/ШИМ	QFN10
MP3412	0,8–5	1,1	1,2	Повышающий		TSOT23-6
MP2488	4,5–55	2,0	0,2	Понижающий		QFN10 и SOIC8E
MP2489	6–60	1,0	0,2–0,6	Понижающий	ШИМ	TSOT23-5 и QFN8

**Защита драйвера от перегрева, короткого замыкания и обрыва в цепи светодиодов**

В случае выхода светодиода из строя может возникнуть короткое замыкание в цепи нагрузки DC/DC-преобразователя, что приведет к резкому возрастанию тока, протекающего в цепи нагрузки драйвера, и его перегрузке. При обрыве цепи защита призвана предотвратить неконтролируемый рост напряжения на выходе драйвера, чтобы не допустить выход его из строя. Защита от перегрева предусматривает отключение нагрузки и драйвера, если температура внутри корпуса превысит некоторое заданное значение.

**Драйверы Monolithic Power Systems для питания светодиодов**

Компания Monolithic Power Systems (MPS) — один из лидеров в разработке и производстве высокоэффективных компонентов аналоговой и силовой электроники на базе технологий BiMOS и DMOS, позволяющих интегрировать на одном кристалле цифровые схемы управления, прецизионные аналоговые компоненты

и силовые транзисторы, достигая тем самым высокой плотности размещения компонентов на кристалле интегральной схемы. Компания придерживается преемственности поколений ИМС, это позволяет производить замену предыдущих серий на новые, совместимые pin-to-pin. Это дает возможность производителю серийной продукции решать проблемы жизненного цикла изделий.

В ассортименте MPS — DC/DC-преобразователи различного назначения, линейные стабилизаторы, специализированные драйверы заряда NiCd и Li-Ion аккумуляторов, супервизоры питания, драйверы подсветки мониторов, усилители мощности звуковой частоты D-класса и др. Повышенное внимание компания уделяет DC/DC-преобразователям, предназначенным для использования в качестве специализированных светодиодных драйверов. Преобразователи имеют интегрированный мощный ключ, работающий на высокой частоте, характеризуются высоким КПД и низким тепловыделением, требуют незначительное количество внешних компонентов. В таблице 2 представлены основные электрические характеристики новейших DC/DC-преобразователей компании MPS для питания мощных светодиодов [3].

Для применения в уличных светодиодных светильниках предназначен понижающий DC/DC-преобразователь MP4688. Широкий диапазон входных напряжений 4,5–80 В, а также максимальный выходной ток 2 А позволяют запитать от одного драйвера светодиодный светильник большой мощности. Необходимое значение тока на светодиодах устанавливается

с помощью резистора R<sub>FB</sub> (рис. 2). Способ стабилизации постоянного тока в светодиодной цепи гистерезисом позволяет очень точно поддерживать ток, а также применять ШИМ-диммирование с частотой до 20 кГц. Высокая частота преобразования 2 МГц минимизирует размеры внешних компонентов.

Типовое применение драйвера MP2489 — замена галогенных ламп на светодиодные светильники. Небольшой корпус типа TSOT23-5 или QFN8 и четыре внешних компонента (рис. 3) позволяют поместить всю схему драйвера в стандартный для галогенных ламп корпус с цоколем MR16. Максимальная мощность подключаемых светодиодов может достигать 30 Вт. Высокий выходной ток обеспечивает возможность использовать два параллельно соединенных светодиода с рабочим током 350 мА. Драйвер обеспечивает защиту от короткого замыкания и обрыва в цепи светодиодов.

Драйвер MP2481 предназначен для питания сверхярких белых светодиодов с возможностью аналогового и ШИМ-регулирования яркости свечения. Интегрированный на кристалл высоковольтный MOSFET обеспечивает в нагрузке ток до 1,2 А при напряжении до 36 В. Регулируемая высокая рабочая частота позволяет использовать малогабаритные внешние компоненты и уменьшить электромагнитные помехи (EMI). При подключении по схеме прямоходового преобразования (рис. 4) максимальное выходное напряжение всегда будет меньше входного: в этом случае драйвер будет работать в режиме понижающего преобразования. При подключении по схеме инверти-

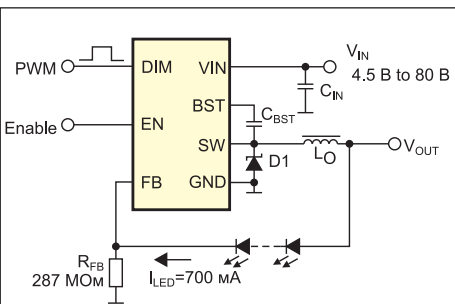


Рис. 2. Схема включения драйвера MP4688

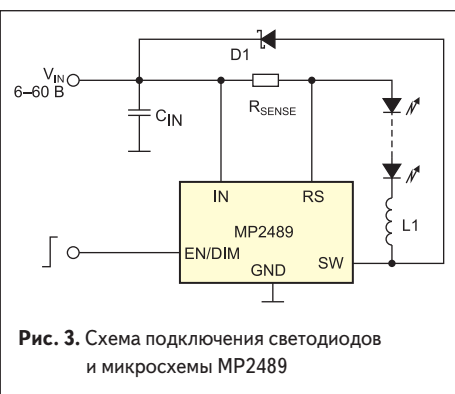


Рис. 3. Схема подключения светодиодов и микросхемы MP2489

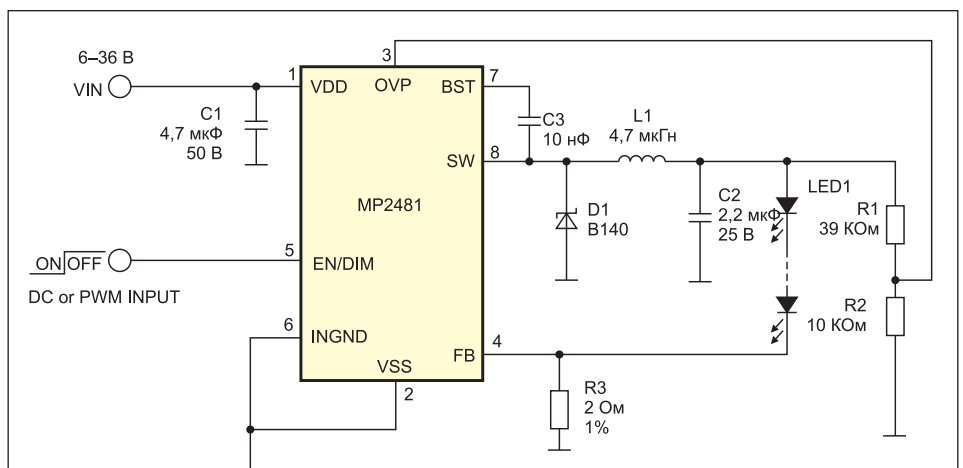


Рис. 4. Подключение драйвера MP2481 в режиме понижающего преобразования

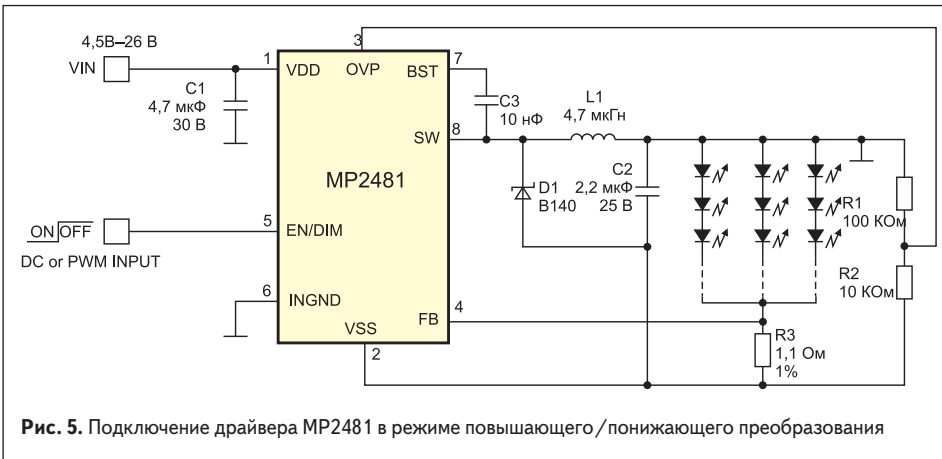


Рис. 5. Подключение драйвера MP2481 в режиме повышающего/понижающего преобразования

рующего/обратноходового преобразования (рис. 5) выходное напряжение может быть как меньше, так и больше напряжения на входе: при такой схеме включения нужно учитывать более высокие токи на внутреннем MOSFET-ключе и воздействие на ключ суммы напряжений на входе и выходе преобразователя. Напряжение, поступающее на вывод 3 (OVP) с делителя R1, R2, обеспечивает защиту драйвера в случае обрыва в цепи светодиода, а встроенная схема защищает от перегрузки по току в каждом цикле преобразования.

Более мощный аналог MP2483 имеет схожую схему включения, но обеспечивает максимальный ток встроенного MOSFET-ключа до 2,5 А и повышенное рабочее напряжение 50 В.

Специальный синхронный повышающий DC/DC-преобразователь MP3412 предназначен для использования в светодиодных фонариках, для подсветки мобильных телефонов, цифровых камер и других переносных устройств. Преобразователь работает при входном напряжении 0,8–4,4 В, это позволяет питать его от одной пальчиковой батарейки типа АА. Высокая частота переключения (1 МГц) делает возможным применение индуктивности и керамических конденсаторов с небольшими габаритами, что вместе с небольшим количеством внешних компонентов (рис. 6) превосходно подходит для мобильных устройств. Отличительной особенностью микросхемы является отключение цепи нагрузки в «спящем»

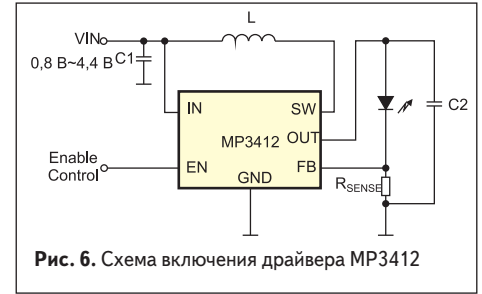


Рис. 6. Схема включения драйвера MP3412

режиме, при этом ток потребления преобразователя снижается до 1 мкА.

Для питания светодиодов должны использоваться специализированные DC/DC-преобразователи — светодиодные драйверы. Новейшие разработки компании Monolithic Power Systems обладают высоким КПД, обеспечивают на выходе высокие ток и напряжение, имеют малые габариты. Специализированные высокоэффективные DC/DC-преобразователи, выпускаемые компанией MPS, имеют широкую область применения — от фонариков до уличных светильников.

### Литература

1. <http://www.philipslumileds.com/products/luxeon-rebel/luxeon-rebel-white>
2. [http://www.cree.com/products/xlamp\\_xpg.asp](http://www.cree.com/products/xlamp_xpg.asp)
3. Lighting (LED). MPS Solutions. 2010 Monolithic Power Systems, ABD/Rev5.