

Новый регулируемый DC/DC-преобразователь для питания мощных светодиодов

Дмитрий Цветков (г. Смоленск)

В предлагаемой статье приведено описание нового регулируемого DC/DC-преобразователя от компании MPS – MP2481, предназначенного для питания мощных светодиодов постоянным током. Основное внимание уделено особенностям применения и расчёту внешних компонентов для типовой схемы включения ИС.

Современная тенденция к энергосбережению, а также растущий спрос на эффективные источники света стимулируют производителей электронных компонентов разрабатывать специализированные источники питания. Особенно высок интерес к полупроводниковым источникам света – светодиодам, имеющим удачное соотношение цены, эффективности, габаритов и срока службы.

Казалось бы, для питания светодиодов достаточно подать на них необходимое напряжение через токоограничивающий резистор. Однако для обеспечения защиты по току и перенапряжению, плавного включения, увеличивающего срок службы, стабилизации рабочего тока, управления яркостью и т.п. требуется разработать довольно сложную электронную схему. Учитывая возможности производителей электронных компонентов, практически все эти узлы можно раз-

местить в миниатюрном корпусе обычной ИС.

Компания MPS [1] недавно анонсировала новый DC/DC-преобразователь, предназначенный для питания одного или нескольких мощных светодиодов – MP2481 [2]. Новая ИС в зависимости от схемы включения фактически является повышающим или понижающим импульсным источником питания, но со стабилизацией не по напряжению, как в обычных преобразователях, а по току (см. рис. 1). Это позволяет подключать светодиоды последовательно, параллельно (через выравнивающие ток резисторы) или комбинировано. Широкий диапазон напряжения питания (4,5...36 В) и высокий КПД (до 95%) позволяет использовать MP2481 в автомобилестроении, промышленном оборудовании, медицине и бытовой аппаратуре, например, для питания светодиодной подсветки в ЖК-

телевизорах, мониторах, переносных проигрывателях и даже карманных компьютерах.

Микросхема MP2481 имеет следующие особенности:

- плавное включение/выключение (в выключенном состоянии ток потребления не более 5 мкА);
- плавное управление яркостью от 0 до 100% постоянным напряжением или сигналом ШИМ;
- высокая стабильность работы с выходным конденсатором небольшой ёмкости (2,2 мкФ);
- защита от короткого замыкания;
- защита от перенапряжения;
- защита от обрыва (отключение нагрузки);
- защита от перегрева кристалла;
- высокая тактовая частота (1,4 МГц), позволяющая уменьшить габариты и стоимость внешних компонентов;
- малые габариты (корпус MSOP8 3 × 5 мм) в сочетании с рассеиваемой мощностью до 5 Вт (в случае пайки на плату вместе со встроенной в корпус MP2481 теплоотводящей пластиной);
- широкий диапазон питания (4,5...36 В);
- промышленный диапазон рабочей температуры (–40...85°C).

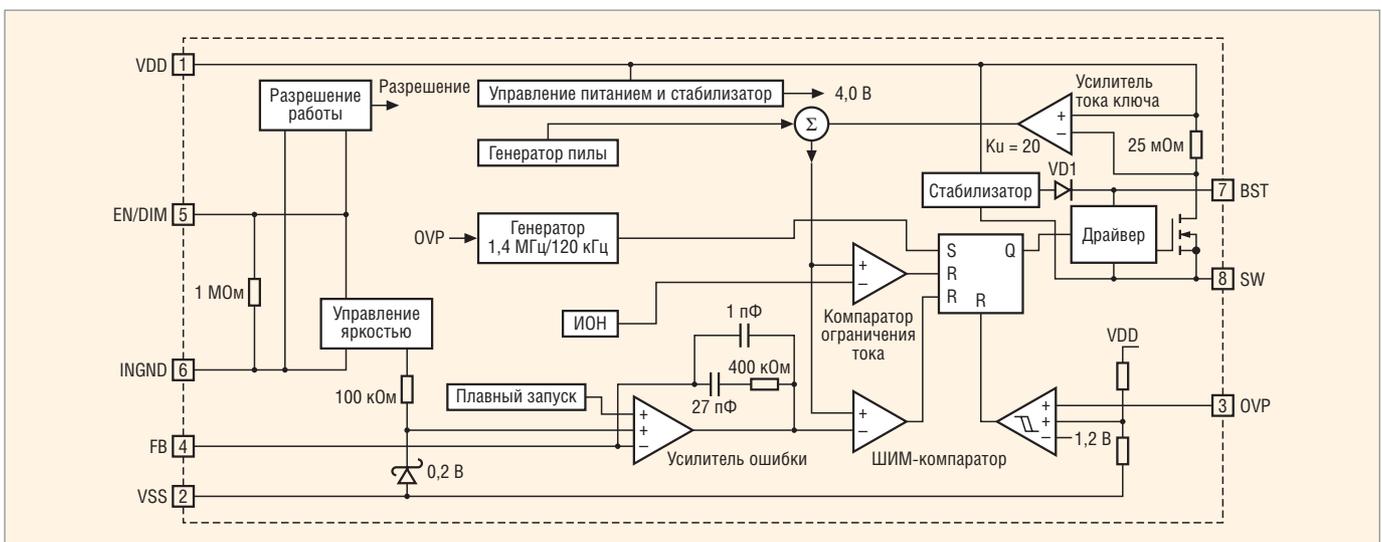


Рис. 1. Структурная схема MP2481

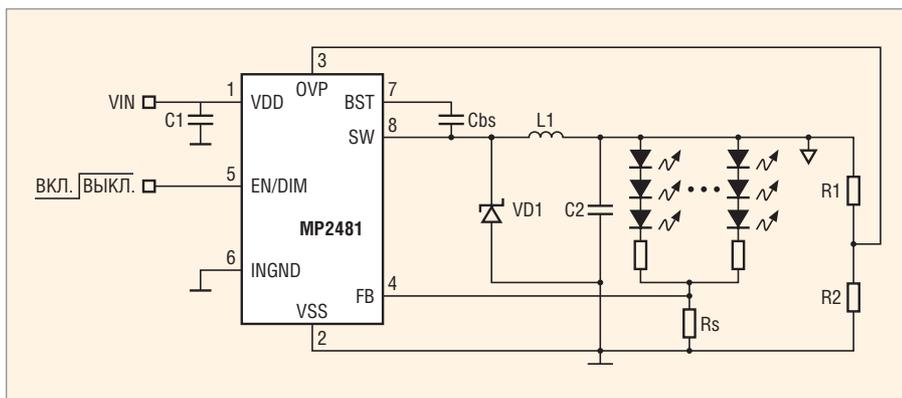


Рис. 2. Типовая схема включения MP2481

Как упоминалось выше, MP2481 является импульсным источником питания; ключевым элементом является встроенный МДП-транзистор VT1 (см. рис. 1). Работа схемы управления этим ключом и узлом стабилизации выходного тока почти не отличается от работы схемы классического преобразователя напряжения со стабилизацией напряжения, поэтому в статье не приводится. Однако работа специализированных узлов описана подробно, в том числе в таблице 1. На рисунке 2 приведена типовая схема включения микросхемы.

Двухрежимное управление яркостью осуществляется путём управления выходным током от нуля до максимального значения 1,2 А через единственный вывод EN/DIM микросхемы. Падение напряжение на этом входе на 0,7 В (относительно напряжения на выводе INGND) вызывает выключение внутреннего генератора и переводит MP2481 в «спящий» режим. Но это происходит не сразу, а с задержкой в 2,5 мс. В это время силовой ключ будет формировать очень короткие импульсы. Эта особенность позволяет уменьшить время запуска

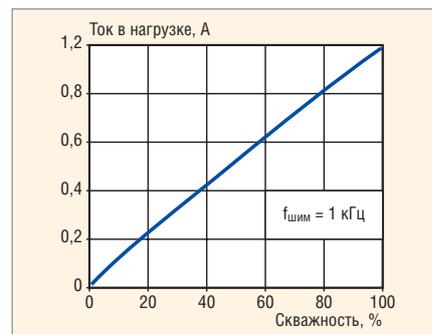


Рис. 3. График зависимости тока в нагрузке от сквозности сигнала на выводе EN/DIM в MP2481

MP2481 после повторного включения, а также работать в режиме с практически нулевым током нагрузки и расширить диапазон частоты внешнего ШИМ-сигнала на входе EN/DIM, управляющего током (яркостью). Изменение постоянного напряжения на выводе EN/DIM в диапазоне от 0,7 до 1,4 В позволяет управлять током в нагрузке от 0 до 100%. Если же на это вывод подать прямоугольный сигнал частотой 100...1000 Гц с нижним порогом напряжения не менее 1,4 В, ток в нагрузке будет пропорционален сквозности этого сигнала (см. рис. 3).

В случае обрыва нагрузки – выход из строя одного или нескольких светодиодов – на выводе обратной связи по току FB появляется нулевое напряжение (см. рис. 2). После этого скважность выходных импульсов будет увеличиваться до тех пор, пока разность напряжений $V_{VDD} - V_{VSS}$ не превысит 38 В или разность $V_{OVP} - V_{VSS}$ не достигнет порога в 1,23 В. После достижения любого из этих порогов внутренний силовой ключ будет находиться в выключенном состоянии до тех пор, пока нагрузка вновь не будет подключена.

Расчёт схемы включения MP2481 (см. рисунке 2) довольно прост и сводится к определению номиналов нескольких внешних компонентов по простым формулам. Максимальный выходной ток нагрузки зависит от сопротивления единственного резистора в цепи обратной связи по току и вычисляется по формуле:

$$R_s = \frac{0,2B}{I_{LED}}$$

Контроль за перенапряжением осуществляется через вывод OVP, напряжение на котором определяется резистивным делителем R_1R_2 и должно находиться в диапазоне от 0,4 до 1,23 В. Оптимальное значение порога перенапряжения должно быть в 1,3...1,5 раза больше максимального напряжения на нагрузке.

Номинал катушки индуктивности для схемы понижающего преобразо-

вателя определяется по формуле (1), а для схемы повышающего/понижающего – по формуле (2):

$$I_1 = \frac{V_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN}\Delta L_1 f_{SW}}, \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{-V_{OUT}V_{IN}}{(V_{IN} - V_{OUT})\Delta L_1 f_{SW}}, \quad (2)$$

где V_{IN} – минимальное входное напряжение, V_{OUT} – требуемое выходное напряжение, ΔL_1 – максимальная амплитуда тока в катушке L1 (обычно выбирается равной 30% от максимального тока в нагрузке).

Максимальный ток в катушке вычисляется по следующей формуле:

$$I_{L1(MAX)} = I_{нагр.} + \frac{\Delta L_1}{2}$$

Оптимальное значение индуктивности катушки L_1 находится в диапазоне от 3,3 до 10 мкГн. Если расчётное значение превышает 10 мкГн, то выбирается 10 мкГн. Максимальный постоянный ток выбранной катушки должен быть таким, чтобы превышать максимальный ток нагрузки как минимум на 25%. Для достижения максимального КПД, собственное сопротивление выбранной катушки индуктивности должно быть не более 0,2 Ом (см. таблицу 2). В случае подключения нагрузки с током до 100 мА рекомендуется использовать катушку с большей индуктивностью, чтобы увеличить КПД преобразователя. Ес-

ли скважность импульсов на силовом ключе превышает 35%, то максимальный ток нагрузки не должен превышать 1 А.

Входной конденсатор C1 должен быть керамическим, с диэлектриком типа X5R или X7R; 4,7 мкФ – оптимальное значение ёмкости этого конденсатора, а его рабочее напряжение должно как минимум на 30% превышать максимальное входное напряжение преобразователя.

Выходной конденсатор C2 должен быть также керамическим, поскольку электролитические конденсаторы имеют значительную паразитную индуктивность. Диэлектрик – типа X5R или X7R, ёмкость – не менее 2,2 мкФ. Рабочее напряжение должно как минимум на 30% превышать максимальное выходное напряжение на нагрузке.

Требования к трассировке печатной платы являются стандартными для подобных преобразователей: силовые цепи (VDD, VSS и SW) должны иметь минимальную длину и размещаться в непосредственной близости от соответствующих выводов. Входной конденсатор C1 должен быть размещён как можно ближе к выводам VDD и VSS. Внешние резисторы обратной связи должны находиться как можно ближе к выводу FB. Силовые цепи следует размещать вдали от цепей обратной связи.

Для ознакомления и дальнейшей разработки источников питания на базе MP2481 производитель ИС пред-

Таблица 1. Назначение выводов DC/DC-преобразователя MP2481

Номер	Название	Назначение и описание
1	VDD	Вход питания (+). Напряжение на этом выводе должно находиться в диапазоне от +4,5 до +36 В (относительно вывода VSS). Входной развязывающий по питанию конденсатор (C1 на рис. 2) следует размещать в непосредственной близости к этому выводу
2	VSS	Вход питания (-). При включении по схеме понижающего преобразователя подключается к аноду внешнего диода Шоттки VD1 (см. рис. 2). Этот вывод следует соединять с земляным слоем печатной платы. Поскольку контроль выходного напряжения производится относительно этого вывода, пути прохождения тока по силовым цепям через C1 и VD1 должны быть размещены вдали от VSS. Встроенная в корпус теплоотводящая пластина должна быть соединена с этим выводом. Входной конденсатор развязки по питанию следует размещать в непосредственной близости к этому выводу
3	OVP	Вход контроля перенапряжения на нагрузке. Для правильной работы достаточно простого резистивного делителя. Если напряжение на этом выводе (относительно вывода VSS) будет менее 0,4 В, то остановится тактирование внутреннего генератора. Если это напряжение превысит 1,23 В, то внутренний ключ будет постоянно закрыт, т.е. ИС перейдёт в режим защиты. Для нормальной работы MP2481 необходимо, чтобы напряжение на этом выводе находилось в диапазоне от 0,4 до 1,23 В
4	FB	Вход цепи отрицательной обратной связи по току. Напряжение на этом выводе сравнивается с внутренним опорным напряжением 0,2 В с помощью усилителя ошибки (см. рис. 1)
5	EN/DIM	Вход разрешения и одновременно вход управления выходным током (яркостью нагрузочных светодиодов)
6	INGND	Вход опорного источника сигнала для вывода EN/DIM
7	BST	Вольтодобавка. Вход «плавающего» напряжения питания внутреннего драйвера силового транзистора. Необходимо подключить внешний накопительный конденсатор между этим выводом и выводом SW
8	SW	Выход встроенного ключевого МДП-транзистора. К этому выводу подключается внешний диод Шоттки (VD1 на рис. 2) и катушка индуктивности (L1), которые должны быть размещены в непосредственной близости к самому выводу

Таблица 2. Параметры некоторых катушек индуктивности, подходящих для использования с преобразователем MP2481

Производитель	Наименование	Индуктивность, мкГн	Сопротивление, Ом	Максимальный рабочий ток, А	Габариты, Д × Ш × В, мм
Toko	A921CY-4R7M	4,7	0,027	1,66	6 × 6,3 × 3
Sumida	CDRH4D28C/LD	4,7	0,036	1,50	5,1 × 5,1 × 3
Würth Electronics	7440530047	4,7	0,038	2,00	5,8 × 5,8 × 2,8

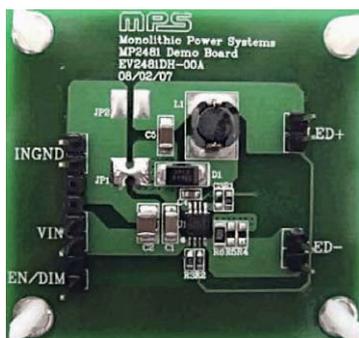


Рис. 4. Внешний вид стартового набора EV2481DH-00A на базе MP2481

лагает одноплатные стартовые наборы EV2481DH-00A и EV2481DH-01A [3]. На платах установлены все необходимые внешние компоненты (см. рис. 4). Оба набора основаны на одной и той же печатной плате и принципиальной схеме (см. рис. 5). Разница между ними состоит в том, что EV2481DH-00A ориентирован на работу только в режиме понижающего преобразователя и больше подходит для работы в широком диапазоне входных напряжений питания (превышает выходное напряжение на нагрузке) и большим выходным током; набор EV2481DH-01A рекомен-

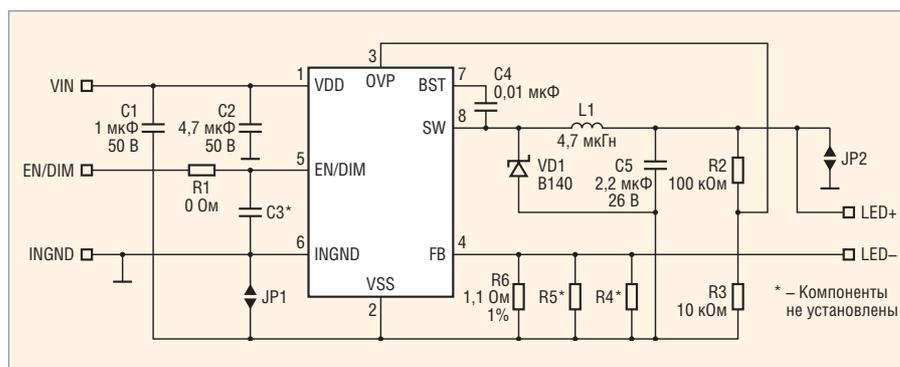


Рис. 5. Принципиальная схема платы стартовых наборов EV2481DH

дуется для питания большого числа последовательно/параллельно включенных светодиодов (оптимально до 27 шт., 9 параллельных рядов по 3 шт.). Модификацию платы определяют две перемычки JP1 и JP2 (см. рис. 5): в EV2481DH-00A перемычка JP1 установлена, а JP2 – не установлена; в EV2481DH-01A перемычка JP1 не установлена, а JP2 – установлена.

Таким образом, драйверы MP2481, анонсированные компанией MPS, являются оптимальным решением для построения экономичных и надёжных преобразователей напряжения, предназначенных для питания не

только единичных мощных светодиодов, но и светодиодных панелей. Это обеспечивается благодаря широкому диапазону напряжения питания, простым возможностям управления включением/выключением и яркостью (0...100%), высокой надёжности в сочетании со всеми необходимыми узлами защиты самой ИС и нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.monolithicpower.com.
2. <http://products.monolithicpower.com/Products/productLanding.do?productId=174>.
3. <http://products.monolithicpower.com/Products/evalLanding.do?evalId=139>. ©