

СВЕТОДИОДНЫЙ ДРАЙВЕР С НИЗКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ ЗАПУСКА

КАТАЛИН БИБИРИКА (CATALIN BIBIRICA), Microchip Technology

В статье подробно рассматривается использование повышающего синхронного DC/DC-преобразователя в качестве светодиодного драйвера. Описываются области применения, и приводится принципиальная электрическая схема для управления RGB-диодом.

Компактный энергоэффективный DC/DC-преобразователь довольно просто можно трансформировать в генератор постоянного тока, на основе которого реализуется светодиодный драйвер с минимальным числом внешних компонентов. Такой драйвер можно использовать в системах с батарейным питанием от одной или двух щелочных, никелево-кадмиевых (NiCd) или никелево-металлических гибридных (NiMH) батарей. Подобную схему можно интегрировать во многие решения для питания разных типов светодиодов, начиная с мощных осветительных светодиодов и заканчивая инфракрасными светодиодами.

Рассмотрим пример реализации схемы на основе повышающего DC/DC-преобразователя MCP1643 от компании Microchip Technology. MCP1643 работает в режиме ШИМ с фиксированной рабочей частотой 1 МГц. На рисунке 1 показана упрощенная схема его использования в качестве источника постоянного тока – светодиодного драйвера. Величина тока устанавливается резистором R_{SET} , который в данном случае является и токочувствительным резистором. Значения тока определяются простым соотношением (1):

$$I_{LED} = 0,12 \text{ В} / R_{SET} \quad (1)$$

Учитывая, что $R_{SET} = 4,7 \text{ Ом}$, получаем:
 $I_{LED} = 0,12 \text{ В} / 4,7 \text{ Ом} \approx 25 \text{ мА}$.

Допустимое входное напряжение преобразователя варьируется в пределах 0,5–5,0 В. При этом стартовое напряжение должно быть не ниже 0,65 В. Максимальный выходной ток преобразователя зависит и от входного напряжения. При полностью заряженной батарее максимальная величина выходного тока составляет 450 мА. Если используется не щелочная, а никелево-кадмиевая или никелево-металлическая гибридная батарея, то выходной ток преобразователя не превысит 350 мА, т. к. напряжение заряда этих батарей

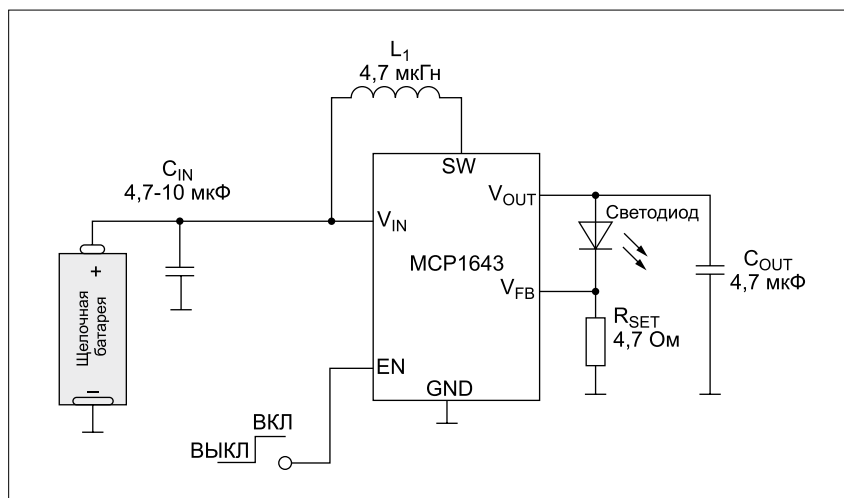


Рис. 1. Упрощенная схема использования MCP1643 в качестве светодиодного драйвера

ниже, чем у щелочной. Однако даже при разряженной батарее преобразователь MCP1643 обеспечит выходной ток не менее 150 мА.

Поскольку преобразователь имеет повышающую топологию, выходной ток стабилизируется лишь в том случае, когда выходное напряжение превышает входное не менее чем на 300–400 мВ. Максимальный ток нагрузки также ограничен пороговым значением входного тока, равным 1,8 А. Если с помощью резистора R_{SET} выходной ток задан больше максимального допустимого тока преобразователя, ток не стабилизируется, а изменяется при изменении входного напряжения. Разумеется, и батарея должна выдавать соответствующий ток. Заметим, что выходной ток менее 20 мА также не стабилизируется.

Как видно из (1), величина тока драйвера программируется резистором R_{SET} , поэтому точность стабилизации тока также зависит от допустимого разброса сопротивления резистора. Диммировать драйвер можно с помощью импульсной последовательности, поступающей на вход разрешения работы EN.

Допускается последовательное включение светодиодов, но следует учесть,

что их число в цепочке зависит от максимально возможного выходного напряжения драйвера. Поскольку в случае MCP1643 эта величина ограничена 5 В, имеется возможность последовательно включать только два низковольтных диода.

Следует учесть и возможность параллельного включения светодиодов. Например, максимально допустимый выходной ток преобразователя MCP1643 составляет 550 мА. Следовательно, возможно параллельное включение до 11 50-мА светодиодов. Однако не стоит забывать, что в случае параллельного включения светодиодов последовательно с каждым из них должен быть включен резистор. Один из резисторов используется как резистор R_{SET} для обратной связи, а остальные служат для выравнивания токов в параллельных ветвях.

MCP1643 можно использовать и для управления RGB-диодом, который состоит из трех светодиодов (красный, зеленый, синий) с общим катодом или анодом. Учитывая, что каждый из трех светодиодов имеет разное прямое падение напряжения, а у преобразователя только один выход, управлять каждым из трех светодиодов следует

отдельно. Таким образом, для управления этой схемой требуется логический элемент. Его с успехом можно реализовать на простом 8-разрядном микроконтроллере (МК) семейства PIC, например PIC16F1455 от Microchip.

Временная диаграмма управления RGB-диодом показана на рисунке 2. В верхней части рисунка – управляющие импульсы, сформированные МК, а в нижней части рисунка – напряжение на выходе преобразователя. Можно составить схему так, чтобы преобразователь MCP1643 не только управлял тремя светодиодами RGB-диода, но и формировал напряжение питания МК. Поскольку ток каждого из трех светодиодов RGB-диода в общем случае различен, при переключении между параллельными цепями светодиодов используется функция мягкого старта. Длительность плавного старта составляет 240 мкс, что при частоте переключения светодиодов 70 Гц практически не сказывается на среднем токе через диод.

Один из вариантов полной принципиальной электрической схемы устройства показан на рисунке 3. Часть периода управления преобразователь формирует напряжение питания МК. При этом цепь протекания тока через светодиоды размыкается с помощью ключей Q1, Q2, Q3. Заметим, что с помощью этих же ключей происходит и поочередная коммутация светодиодов. Обратная связь с токоустановительного резистора R1 прекращается ключом R4, а обратная

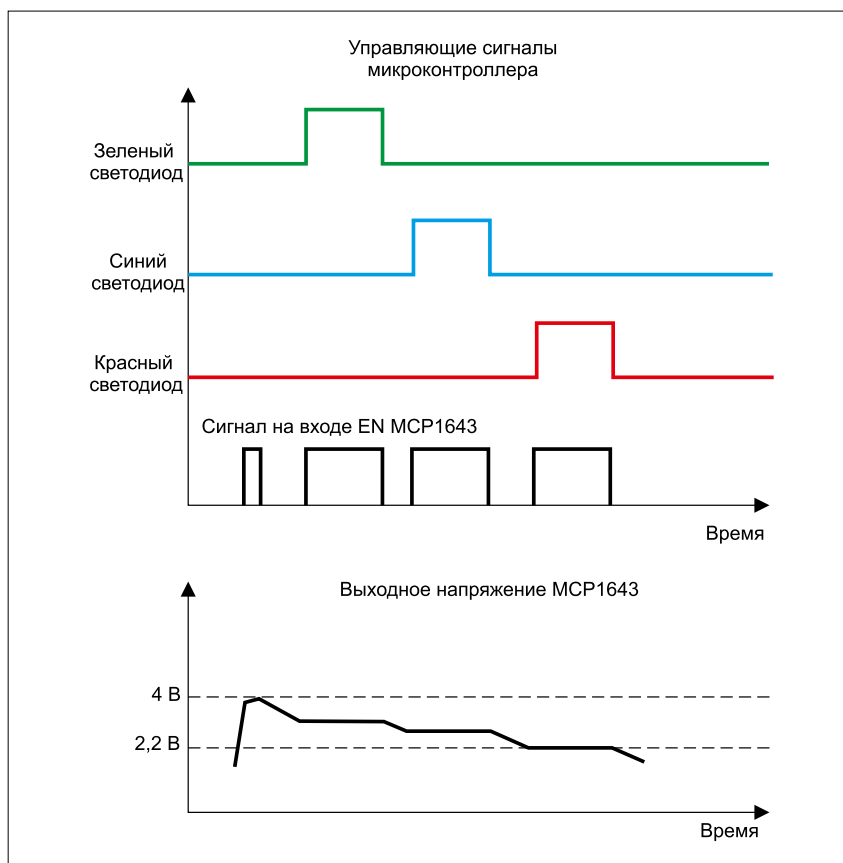


Рис. 2. Временная диаграмма управления RGB-диодом

связь по напряжению питания МК считывается с резистивного делителя напряжения R3–R4.

При коммутации светодиодов должны выполняться следующие условия:

- В конце каждого цикла при выключении светодиода работа преобразователя должна запрещаться путем подачи сигнала низкого уровня на его вход EN.

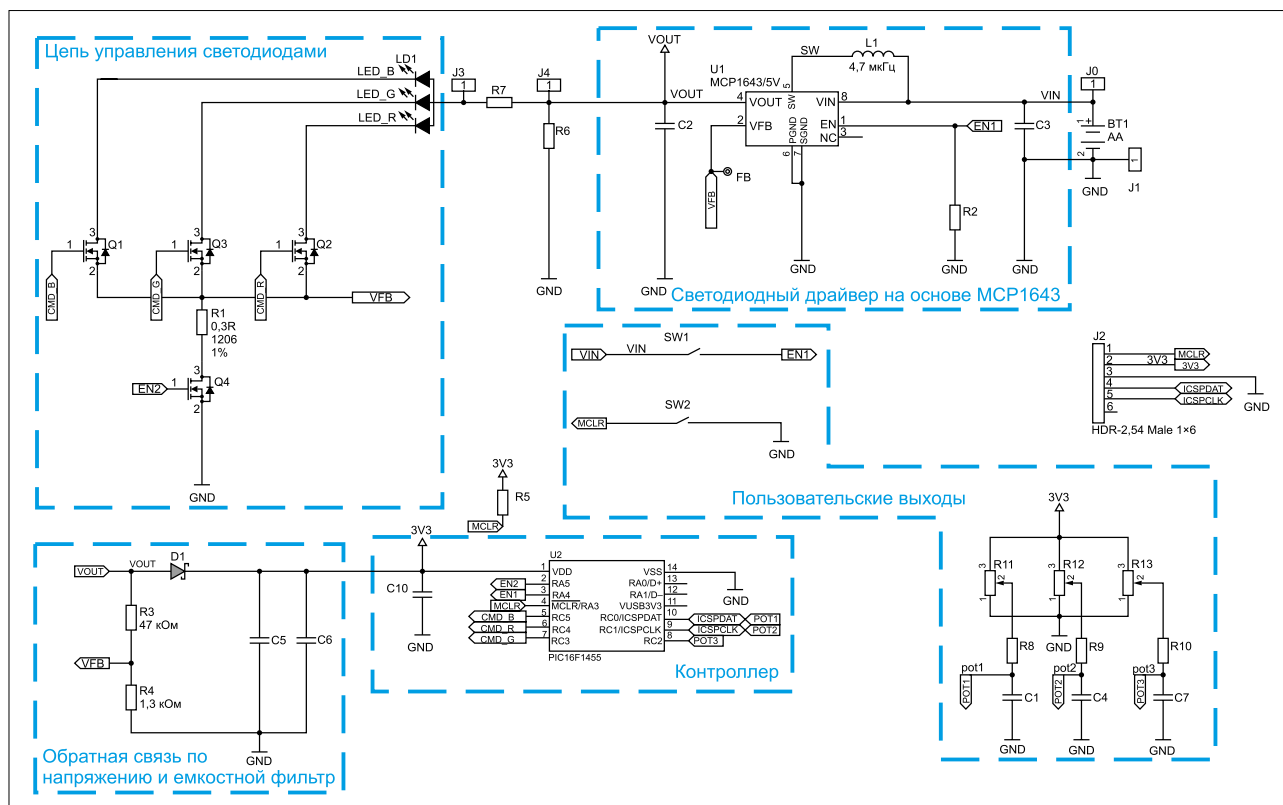


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема управления RGB-диодом

- В начале каждого цикла при включении светодиода выходное напряжение преобразователя должно сбрасываться до нуля, работа преобразователя должна вновь разрешаться и начинаться с мягкого старта.

Следует иметь в виду еще одну важную особенность преобразователя в режиме стабилизации тока – нельзя начинать его работу при разомкнутой цепи. В этом случае на его выходе установится максимальное напряжение 5 В, которое зарядит выходной конденсатор, а при подключении светодиода конденсатор будет разряжаться через светодиод, что может вывести его из строя. Таким образом, подключение светодиодов ключами Q1–Q3 должно происходить перед включением преобразователя.

Необходимо также помнить, что если преобразователь MCP1643 используется

еще и для питания МК, оно будет нестабилизированным. Конденсаторы C5, C6 будут заряжаться короткое время, пока цепь светодиодов разомкнута, а затем разряжаться в течение времени работы светодиодов. К тому же, для организации питания МК придется организовывать паузу для заряда конденсаторов C5, C6.

Следовательно, для питания МК по возможности лучше использовать отдельный LDO-регулятор, подключенный непосредственно к батарее. При этом схема мало усложнится, т. к. при использовании LDO-регулятора отпадет необходимость в ключе Q4 и развязывающем диоде Шоттки D1.

Рекомендации по топологии печатной платы рассмотренной системы ничем принципиально не отличаются от рекомендации по топологии

плат с DC/DC-преобразователями: силовые проводники должны быть отделены от сигнальных. И те, и другие должны быть как можно меньшей длины.

В заключении заметим, что MCP1643 – универсальный синхронный повышающий DC/DC-преобразователь, разработанный специально для приложений с батарейным питанием. Благодаря малому начальному напряжению 0,65 В и минимальному входному напряжению 0,5 В он может работать с одной щелочной батареей, а также с батареями других типов. Низкий ток собственного потребления в режиме останова (1,2 мкА) увеличивает срок службы батарей. Решения на основе этого преобразователя получаются простыми, экономичными и используют малое число внешних компонентов. ▢