

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 8-РАЗРЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРАХ

МАРК ПАЛЛОНС (MARK PALLONES), Microchip Technology

В статье рассматривается вариант построения светодиодного драйвера с помощью 8-разрядного микроконтроллера. Перечислены основные проблемы, возникающие при использовании традиционных драйверов, и показаны способы их решения с помощью микроконтроллера. Светодиодный драйвер базируется, главным образом, на модулях независимой от ядра периферии.

ВВЕДЕНИЕ

Светодиодные драйверы, работающие в ключевом режиме, имеют высокую эффективность и с хорошей

точностью поддерживают заданный ток. С их помощью также можно получить световые эффекты и при этом уменьшить энергопотребление. Для

увеличения функциональности системы можно использовать 8-разрядные микроконтроллеры (МК), которые дополняют решения коммуникацион-

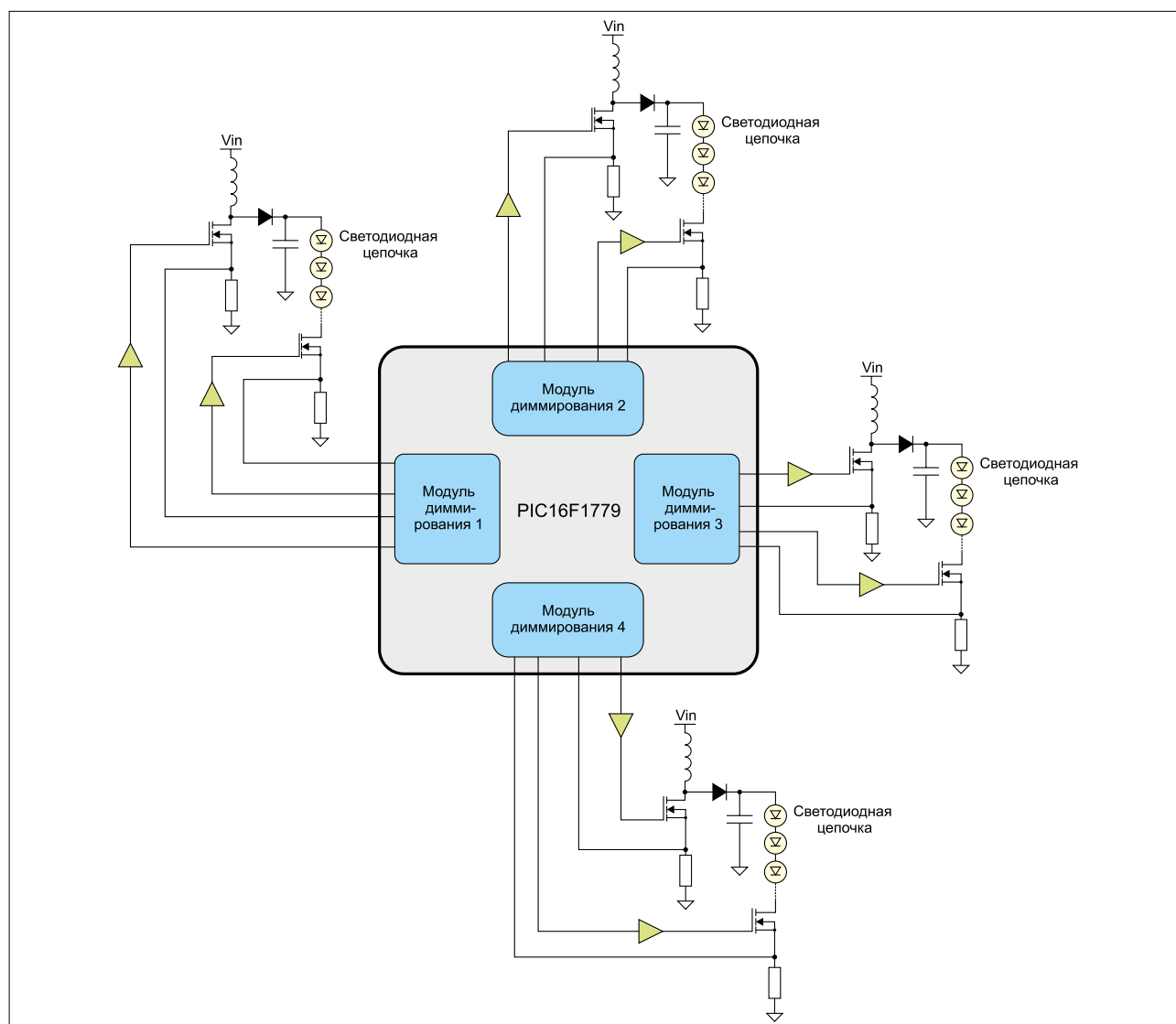
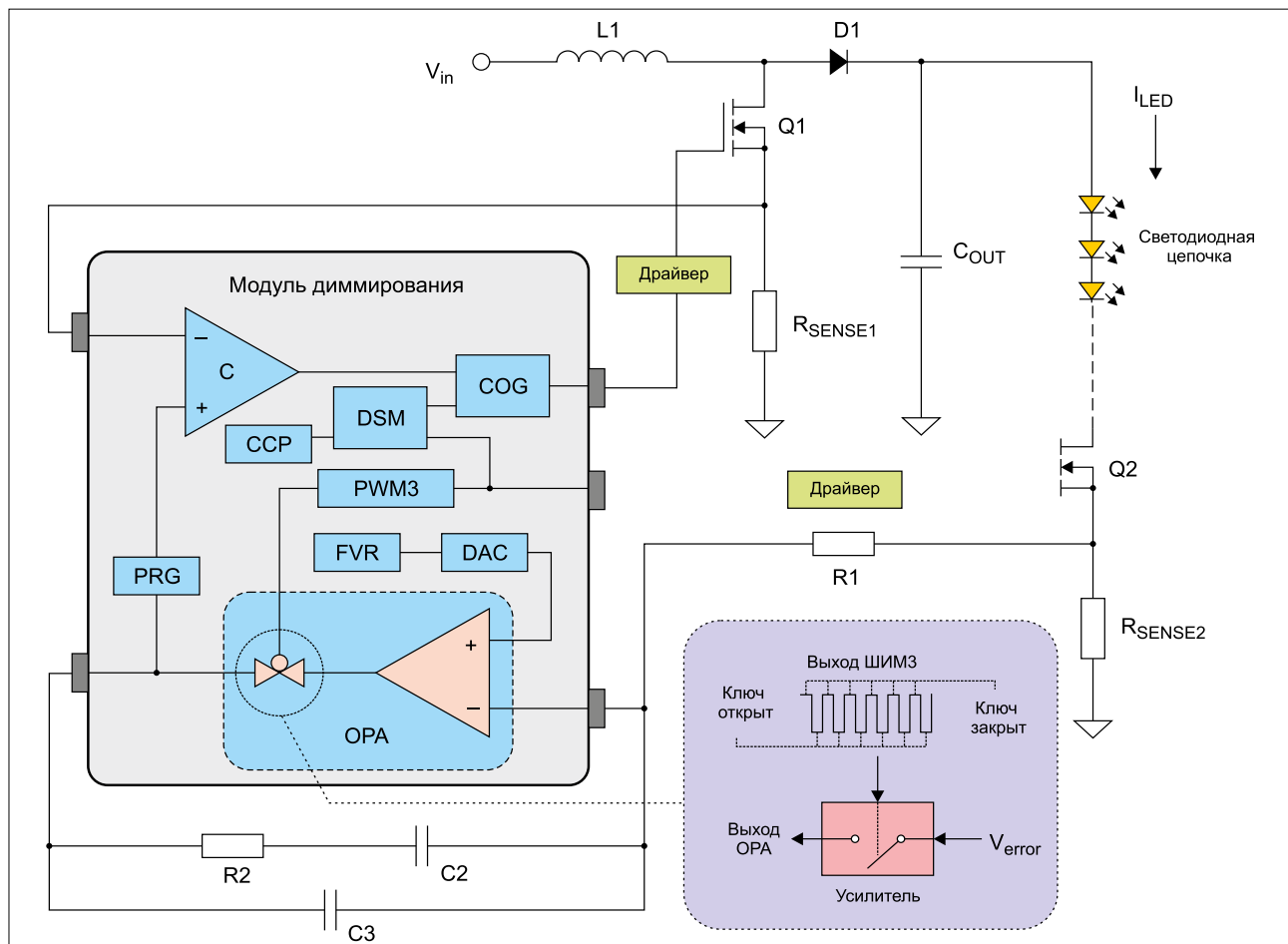


Рис. 1. Структурная схема независимого управления четырьмя цепочками светодиодов с использованием МК PIC16F1779

Хотя светодиодные драйверы имеют ряд преимуществ по сравнению с предыдущими решениями, при их использовании этих драйверов могут возникать проблемы, которые легче решаются с помощью МК. 8-разрядные микроконтроллеры, которые рассматриваются в настоящей статье, могут независимо управлять четырьмя светодиодными цепочками, что едва ли возможно для большинства светодиодных драйверов, предлагающихся на современном рынке. На рисунке 1 показана схема управления четырьмя светодиодными цепочками с использованием периферийных модулей МК PIC16F1779. Управление каждым каналом осуществляется независимо с минимальным использованием ресурсов ядра МК; при этом МК

Для формирования канала управления светодиодами дополнительно используются такие периферийные модули как регулятор напряжения (FVR); ЦАП и модуль захвата/сравнения/ШИМ (CCP).

Усилитель ОРА используется в качестве усилителя ошибки (ЕА) с компенсатором II-го типа. Источник FVR применяется ЦАП для формирования опорного напряжения, подаваемого на неинвертирующий вход усилителя ОРА. Модуль PWM3 используется как модулятор выходного сигнала модуля CCP для управления MOSFET Q2. Модулированный сигнал через цифровой модулятор DSM поступает на генератор COG. Модуль PWM3 регулирует коэффициент заполнения, стабилизируя



МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

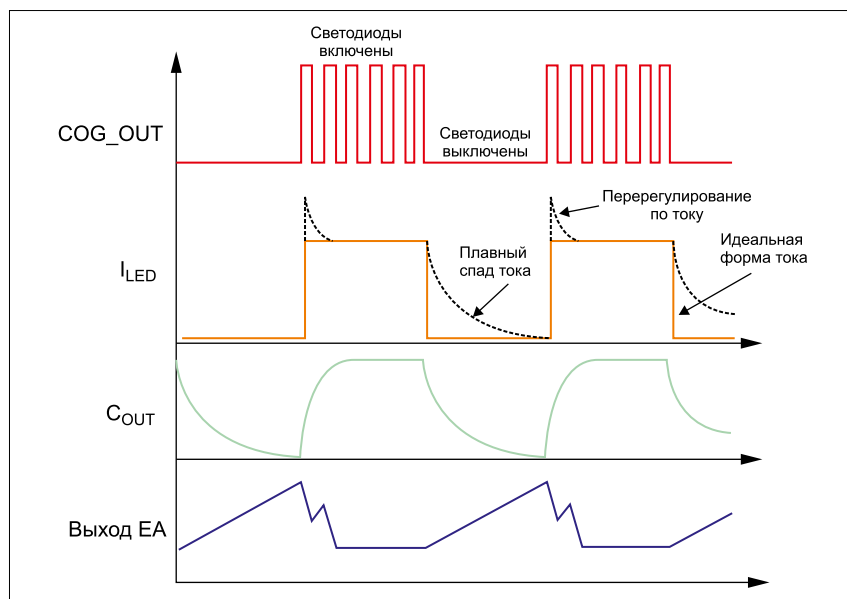


Рис. 3. Временная диаграмма диммирования с помощью стандартного светодиодного драйвера

средний ток, а значит, и яркость светодиодной цепочки.

МЕРЦАНИЕ

Мерцание – одна из проблем, которая возникает при импульсном методе диммирования. Помимо дискомфорта мерцание может привести к повышенной утомляемости. Чтобы избежать мерцания, изменение тока

в светодиодной цепи должно происходить очень плавно, с минимальной дискретностью, т. к. светодиод не обладает инерцией и мгновенно реагирует на изменение тока через него, меняя яркость. Следовательно, при прерывистом изменении среднего тока возникает эффект мерцания. Используя МК для регулирования тока светодиодов, можно задать плавное изменение

тока в светодиодной цепочке с очень малым шагом. Разрешение модуля PWM3 равно 16 разрядам; это означает, что изменение тока и яркости светодиодов в диапазоне 0–100% очень плавно с заданной скоростью происходит с шагом 1/65536, и эффект мерцания не возникает.

ИЗМЕНЕНИЕ ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СВЕТОДИОДОВ

В стандартном светодиодном драйвере может измениться цветовая температура, что нежелательно, т. к. это ухудшает качество освещения. На рисунке 3 показана типичная временная диаграмма диммирования светодиодной цепочки стандартным драйвером. При запираании регулирующего ключа ток светодиодной цепочки постепенно уменьшается из-за разряда выходного конденсатора. Это явление может привести к изменению цветовой температуры светодиодов и увеличению их рассеиваемой мощности.

Это явление можно предотвратить путем использования дополнительного переключателя нагрузки. На рисунке 2 его роль выполняет ключ Q2, который срабатывает синхронно с модулями COG PWM и обесточивает цепочку светодиодов, предотвращая протекание через нее остаточного тока.

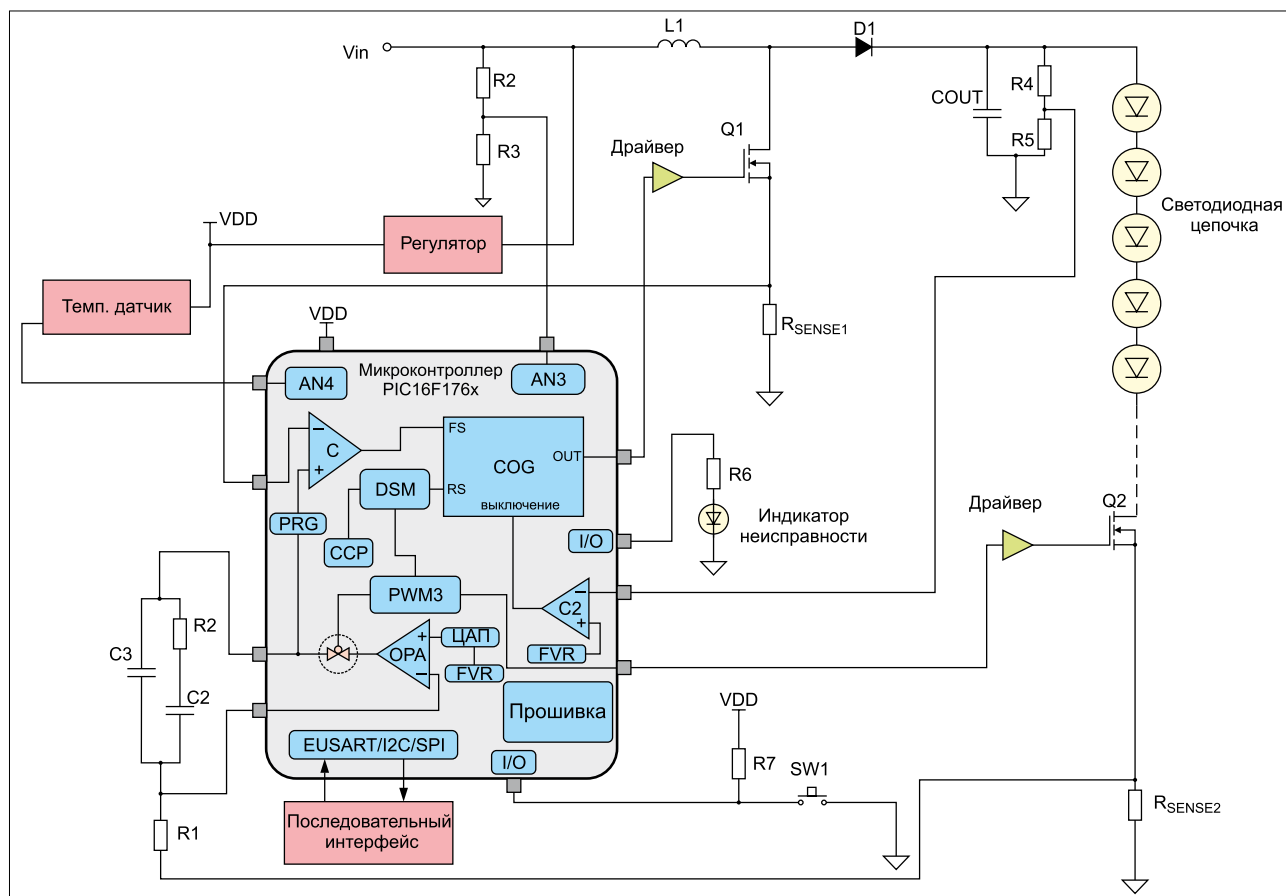


Рис. 4. Диммируемый светодиодный драйвер на базе микроконтроллера

ПЕРЕРЕГУЛИРОВАНИЕ ПО ТОКУ

При использовании в светодиодных драйверах импульсных преобразователей может происходить перерегулирование по току. При этом на переднем фронте импульса величина тока заметно превышает заданное значение (см. рис. 3). Подобное перерегулирование может возникнуть из-за насыщения операционного усилителя ошибки и из-за инерционности обратной связи. В моменты, когда MOSFET Q2 закрыт (см. рис. 2) и ток через светодиодную цепочку не протекает, падение напряжения на резисторе R_{SENSE2} равно 0. При этом напряжение на выходе усилителя ошибки ЕА достигает максимума из-за смещения на неинвертирующем входе, а сам усилитель находится в насыщении. Кроме того, заряжаются емкости в обратной связи усилителя ЕА. Следовательно, когда ключ Q2 вновь открывается и появляется сигнал обратной связи, должно пройти некоторое время, в течение которого восстано-

вится заряд емкостей обратной связи ЕА и усилитель выйдет из насыщения. В течение этого интервала и наблюдаются токовые пики перерегулирования.

Чтобы избежать перерегулирования, используется модуль ШИМ3. Когда сигнал на его выходе имеет низкий уровень, выход усилителя ЕА переходит в третье, высокоимпедансное состояние, и на емкостях его обратной связи удерживается напряжение прежнего цикла, когда ключ Q2 был открыт. Следовательно, при повторном открытии ключа Q2, когда выходной сигнал ШИМ3 достигает высокого уровня и усилитель ЕА выходит из высокоимпедансного состояния, перезаряд емкостей обратной связи не требуется, и перерегулирование не возникает.

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ

Как уже упоминалось, управление светодиодными цепями происходит,

в основном, с помощью модулей независимой от ядра периферии. Это значит, что ресурсы ЦПУ задействуются незначительно и остается немало возможностей для выполнения приложения пользователя. С помощью МК путем измерения входных и выходных напряжений также легко реализуется защита от провалов напряжения (UVLO), перенапряжения (OVLO) и перенапряжения на выходе (OOVP).

Благодаря измерению температуры светодиодных цепочек предотвращается их перегрев, и увеличивается срок службы. Использование коммуникационных возможностей МК позволяет реализовать дистанционное управление, а также отправлять отчеты о работе. С помощью микроконтроллера довольно-таки просто реализовать адаптивную систему управления. Пример комплексного решения с использованием МК приведен на рисунке 4. ▀