

# Встраиваемая система управления мощными RGB-светодиодами

<sup>1</sup>Леванцевич В.А.; <sup>2</sup>Косак А.А.

<sup>1</sup> Кафедра ПОИТ, факультет компьютерных систем и сетей,

<sup>2</sup> Институт Информационных Технологий

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

e-mail: lvn@bsuir.by

**Аннотация**—В статье описан пример использования встроенной системы на базе микроконтроллера фирмы Atmel для управления мощными светодиодами.

**Ключевые слова:** микроконтроллер; широтно-импульсная модуляция (ШИМ); RGB-диод

## I. ВВЕДЕНИЕ

Светодиодные технологии освещения, благодаря эффективному расходу электроэнергии и простоте конструкции, нашли широкое применение. Наряду со светодиодами белого света, которые используются в светильниках, прожекторах, компактных световых приборах, в последнее время начали активно применяться RGB-диоды. Такие светодиоды используются для декоративной подсветки зданий, улиц и рекламных конструкций, фонтанов, тоннелей и мостов, а также для создания дизайнерского освещения в специальных дизайн проектах.

## II. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

RGB-диод состоит из трех кристаллов: красного, зеленого и синего свечения, которые расположены в одном корпусе. Излучение светодиодов смешивается при помощи оптической линзы.

Иногда в конструкцию светодиода может быть интегрирован дополнительный кристалл, например, белого свечения. RGB-светодиоды позволяют получить широкую гамму цветов с помощью адресного управления свечением каждого светодиода, входящего в состав RGB-диода.

Типичным представителем группы RGB-диодов является диод Xlamp MC-E Color компании Cree [1]. Этот диод обеспечивает световой поток в 90 люмен при номинальном токе 0,35 А, потребляя при этом мощность в один ватт. В состав диода входят светодиоды красного, зеленого, синего и белого свечения.

Важным фактором, влияющим на качество свечения и срок службы RGB-диода является стабилизация рабочего тока, протекающего через диод. Для этих целей используются специальные микросхемы – светодиодные драйверы, которые позволяют задавать рабочий ток через один или несколько, последовательно соединенных диодов, в зависимости от величины используемого напряжения питания.

Для управления током, а, следовательно, и яркостью свечения светодиода эти микросхемы имеют управляющий вход на который подается либо постоянное напряжение, либо ШИМ-сигнал. Частота

ШИМ-сигнала может колебаться от 100Гц до 20КГц, при разрешении ШИМ 1000:1.

Таким образом, для управления диодом Xlamp MC-E Color необходимо решить две задачи: во-первых сформировать четырехканальный ШИМ сигнал для управления четырьмя светодиодными драйверами – по одному на каждый цвет, во-вторых обеспечить необходимое расстояние между отдельными светодиодами при установке их на конкретном объекте при минимальном количестве проводов, соединяющих цепочки.

## III. РЕАЛИЗАЦИЯ

В настоящее время выпускаются специализированные микросхемы для формирования ШИМ-сигнала управления светодиодами, однако они формируют только три канала ШИМ и имеют относительно высокую стоимость.

Для решения поставленной задачи был выбран недорогой микроконтроллер ATtiny2313 компании Atmel [2]. Этот микроконтроллер имеет встроенный аппаратный, четырехканальный ШИМ, который формируется на двух восьмиразрядных счетчиках [3]. Таким образом, для кодирования градаций яркости каждого цвета отводится восемь бит, следовательно, количество цветовых оттенков составляет  $2^{24} = 16777216$ . Одной микросхемы достаточно для управления одним светодиодом или их группой. Цепочка светодиодов, четыре светодиодных драйвера и управляющий микроконтроллер объединены в светодиодный RGBW-модуль (рис. 1).

Для соединения модулей между собой была использована технология token-ring. Информация передается в симплексном режиме. В качестве интерфейса связи двух соседних модулей выбран интерфейс I<sup>2</sup>C [4]. При этом передатчик I<sup>2</sup>C одной микросхемы соединяется с приемником другой, в отличие от стандартного включения интерфейса, при котором все устройства подключаются к шине параллельно.

Таким образом, в каждой микросхеме реализованы два модуля I<sup>2</sup>C. Передатчик реализован на встроенном аппаратном модуле I<sup>2</sup>C, а приемник программно. Программная реализация приемника позволяет задавать не стандартные для интерфейса скорости передачи бит.

По спецификации основные скорости передачи составляют 100 КГц и 400 КГц. В то же время максимальное расстояние между передатчиком и приемником определяется максимальной емкостью, образованной физическими проводниками шины. По

спецификации эта емкость составляет не более 400 пФ и зависит от типа кабеля, используемого для передачи данных по шине.

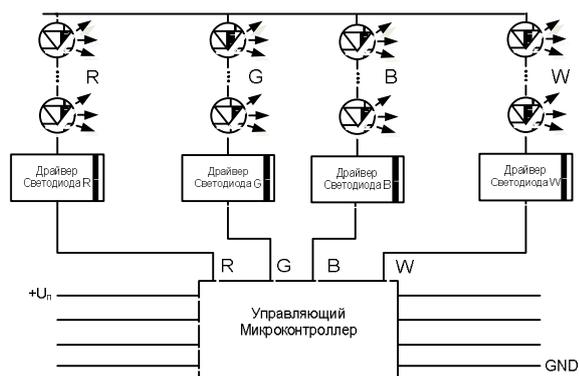


Рис. 1. Светодиодный RGBW-модуль

Изменяя скорость передач, а также величину подтягивающих резисторов для линий SDA и SDL можно задавать максимальную длину интерфейса I<sup>2</sup>C между двумя соседними модулями. При этом для каждого типа кабеля скорость передачи подбирается экспериментально.

Скорость передачи задается приемником, который может работать в двух режимах синхронизации передачи по шине: на уровне байт и на уровне бит.

При синхронизации на уровне байт, приемник после получения и подтверждения приема очередного байта, удерживает на требуемое время линию SCL в нулевом состоянии, переводя, таким образом, передатчик в состояние ожидания (рис.2).

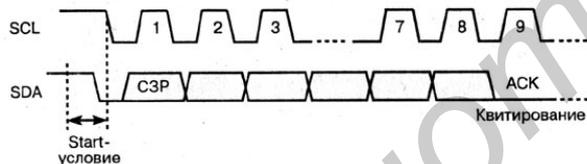


Рис. 2. Синхронизация на уровне байт

При синхронизации на уровне бит, приемник удерживает линию SCL в нулевом состоянии, после получения каждого передаваемого бита, формируя побитную задержку.

Схема соединения модулей приведена на рисунке 3. К каждому модулю подходит четыре провода: два провода питания и два провода интерфейса – сигналы SDA и CSI.

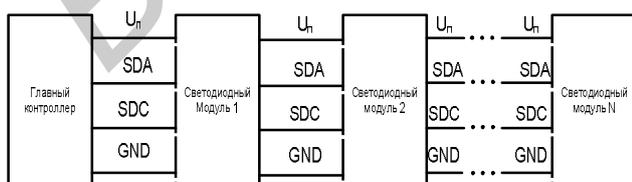


Рис. 3. Схема соединения модулей

Был разработан протокол обмена, который работает следующим образом. Каждому модулю

присваивается свой адрес. Сначала главный контроллер выставляет адресный пакет содержащий адрес светового модуля, который буферизируется, а затем ретранслируется каждым модулем до тех пор, пока адрес в пакете не совпадет с адресом модуля.

Для адресации модулей может использоваться стандартный однобайтовый адрес интерфейса I<sup>2</sup>C, позволяющий адресовать 128 модулей. В случае необходимости адресации большего количества модулей в протоколе предусмотрен двухбайтовый адрес.

После фазы передачи адреса передаются данные для формирования ШИМ-каналов адресованного светового модуля. Световые эффекты задаются главным управляющим контроллером.

#### IV. ВЫВОДЫ

Разработанная встроенная система позволяет управлять отдельными светодиодами, входящими в состав цветного RGBW-диода. Эти диоды объединяются в светодиодные модули. Светодиодные модули соединяются между собой по интерфейсу I<sup>2</sup>C, образуя цепочки.

Максимальное расстояние между модулями зависит от скорости передачи данных по интерфейсу и может изменяться от сотен герц до сотен килогерц. Так, при скорости передачи 40 кбит/сек и величине подтягивающих резисторов на линиях SDA и SDL 6,2 КОм, максимальная длина интерфейса на шлейфовом кабеле составила три метра.

Количество модулей в цепочке определяется мощностью источника питания и скоростью передачи информации по шине.

Цепочки светодиодных модулей могут обеспечить освещение или подсветку объектов практически любой геометрии.

Следует отметить, что можно значительно повысить функциональность описанных выше решений с помощью встроенных систем, построенных на базе ПЛИС.

- [1] Cree [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.cree.com/>.
- [2] Atmel [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.atmel.com/>.
- [3] А.В. Естифеев, Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL»– М.: Издательский дом «Додэка – XXI», 2004, с. 86-9.7
- [4] Philips [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.nxp.com/>.