

# Преимущества RGB-светодиодов для осветительных приборов

Патрик ТРУСОН  
Эрик ХАЛВОРДСОН  
yuri.dorozhkin@avagotech.com

**За последнее десятилетие светодиоды нашли широкое применение в нашей жизни. От подсветки кнопок и фотовспышки в мобильном телефоне до приборной панели, переключателей и стоп-сигналов в автомобиле — они проникают во все новые и новые области.**

## Введение

В большинстве европейских автомобилей светодиоды активно используются в указателях поворота, а в недалеком будущем найдут применение и в фарах головного света. Светодиодной подсветкой оснащаются высококачественные жидкокристаллические телевизоры и компьютеры. Высокоэффективные светодиоды AlInGaP и InGaN используются в светофорах и стационарных и мобильных информационных щитах на автомагистралях. Во время спортивных состязаний на одноцветных или многоцветных панелях выводятся счет и результаты состязаний, при этом используются тысячи высокоэффективных светодиодов овальной формы. Те же светодиоды используются в гигантских видеозэкранах с высокой разрешающей способностью. Кроме этого, светодиоды применяются в медицинском и промышленном оборудовании и, конечно же, в производстве игрушек. Вопрос в том, какова будет следующая область их использования? Светодиоды несомненно станут ярче, с более высоким выходом люмен/ватт, подешевеют, приобретут более высокие характеристики, такие как затраты \$/люмены, \$/ватт и \$/блок, а срок их службы увеличится до 100 000 часов, что составляет примерно 10 лет.

Итак, каким же будет следующий крупный рынок для светодиодов? Ясно, что это рынок осветительных приборов. Первый шаг в этом направлении уже сделан, и светодиоды RGB (красного, зеленого и синего цвета), объединенные в одной и той же осветительной арматуре уже используются для улучшения настроения людей и изменения цвета объектов. Светодиоды применяют сейчас, например, в архитектурном и ландшафтном освещении, в оздоровительных центрах.

## Многочастотные светодиодные матрицы RGB против одноцветных светодиодов

В настоящее время осветительные устройства на светодиодах RGB часто сочетают в себе ряд отдельных мощных светодиодов, со-

бранных и монтируемых производителями крепежных приспособлений для осветительных устройств. В этом случае требуется высокая насыщенность цвета и его яркость, а также стабильность прямого напряжения отдельных светодиодов, что делает их очень дорогими. И, конечно же, светодиоды должны припаиваться с учетом конструкции вторичной оптики, чтобы обеспечить хорошее, равномерное смешивание цветов.

Решение фирмы Avago представляет собой готовый к использованию интегральный полупроводниковый источник света, заключенный в компактный, легко монтируемый, изящный металлический корпус. Он снабжен встроенным разъемом питания и к нему легко подсоединяется теплоотвод. Это в значительной степени упрощает производство крепежных приспособлений для осветительного устройства и помогает снизить время и затраты на производство, так как устраняет необходимость второго уровня в процессе сборки и дополнительных инвестиций на дорогом сборочном оборудовании. Новый источник света фирмы Avago на 24 Вт на RGB светодиодах представляет собой высокоэффективное устройство со встроенным теплоотводом (тепловое сопротивление между местами соединения светодиодов и дном контейнера составляет только 2 градуса на Вт (C/W), а особенности механического монтажа упрощают терморегулирование светового решения).

Это обеспечивает эффективную теплопередачу и поддерживает температуру *p-n*-перехода светодиода ниже максимально допустимого уровня. Габариты этого миниатюрного изделия с излучающим верхним торцом составляют 100×18×3,6 мм. Габариты модуля с боковым излучением — 100×18×8 мм. Конструкция лунки отражателя доводит до максимума вывод света, а также обеспечивает максимальное смешивание цветов для получения нужного оттенка. Вместе с тем, близко расположенные кристаллы светодиода позволяют получить смешение цветов высшего качества. Модуль ADJD-MJ50 фирмы Avago (излучающий свет сверху) и модуль ADJD-MJ60 (излучающий свет сбоку) со светодио-



Рис. 1. Источники освещения высокой мощности на светодиоде ADJD-MJ50, ADJD-MJ60

дом компактны и могут устанавливаться группами вертикально или горизонтально, чтобы получить любой необходимый световой эффект (рис. 1). Светодиоды позволяют получить 480 лм непрерывного светового потока при использовании токов до 750 мА, при этом с этим, температура *p-n*-перехода остается минимальной, что облегчает контроль теплового режима.

Таким образом, проектировщикам внутреннего и наружного освещения предлагается отличное решение для контурного и «заливающего» освещения, освещения стен, освещения вниз и освещения наружного фасада.

## Зачем нужно управлять светом?

В большинстве европейских городов сегодня можно найти здания, освещенные источниками света с изменением цвета. Подобные источники света устанавливаются также для подсветки магазинов и «освещения для улучшения настроения» в отелях, барах и ресторанах. Эти высококачественные системы освещения являются своеобразной «изюминкой» объекта, что, в свою очередь, позволяет увеличить объем продаж в магазине или ресторане.

Присмотревшись к системе, можно увидеть различия в цвете при освещении от разных источников. Глаз человека хорошо раз-

личает расхождения в цвете, особенно в близко расположенных объектах. В связи с этим возникает необходимость в постоянной калибровке источников света или же в применении какой-либо системы регулирования.

Светодиоды RGB меняют яркость и цвет в зависимости от температуры, а также срока их использования. Такого рода поведение устройства чрезвычайно трудно предвидеть. Фирма Avago предлагает использовать датчик для обнаружения изменения цвета или яркости источника света RGB. Датчик для определения цвета объекта представляет собой, по сути, копию человеческого глаза, такой датчик можно вмонтировать непосредственно в источник света. Поскольку свет измеряется непосредственно в лампе, то нет необходимости знать зависимость отдельных светодиодов от их «возраста» и температуры. В датчиках последнего поколения используются встроенный алгоритм регулирования, генерирующий сигнал PWM, который может подаваться на драйвер светодиода. Пользователь посылает стандартный цветовой сигнал (CIE x-y или u-v) на «разумный» датчик, который регулирует смешение палитры RGB и яркость светодиода.

Вообразите, например, систему многоцветных источников света для освещения фасада здания. Что происходит, если один из них выходит из строя и его необходимо заменить? Конечно же, важно, чтобы все источники света выглядели одинаково, но для сохранения уровня сложности согласно системе регулирования не менее важно, чтобы каждый источник света получал входной сигнал в стандартном формате.

Датчики цвета помогают решить еще одну задачу: сортировку произведенных светодиодов по группам («бинам»). Производителям этих устройств довольно трудно контролировать выпуск продукции, и поэтому им приходится производить сортировку светодиодов по цвету и силе света. Клиент может купить отобранные светодиоды (согласующиеся по цвету и яркости), однако при этом значительно увеличивается их цена. Регулирование с помощью датчиков цвета позволяет снизить требования к точности сортировки по группам цвета и, таким образом, снизить цену светодиодов.

### Цветовой датчик и контроллер для системы с замкнутой обратной связью

Модель ADJD-J823 представляет собой КМОП ИС с интегрированными фотодатчиками для определения цвета RGB, она спроектирована как устройство с замкнутой оптической обратной связью системы задней подсветки на основе светодиода RGB. Это устройство обладает широким диапазоном регулирования усиления, и в нем исполь-

зуется алгоритм автоматического выбора оптимального усиления. Типичная система состоит из матрицы красных, зеленых и синих (RGB) светодиодов, драйверов светодиодов и ADJD-J823. Устройство измеряет световой поток с RGB-матрицы, обрабатывает информацию о цвете и подстраивает световой выход от светодиодов RGB до тех пор, пока не достигается нужный цвет. С этой целью устройство включает RGB фотодатчик, аналоговый тракт и АЦП, логическое ядро обработки данных о цвете и генератор выходного сигнала широтно-импульсной модуляции с разрешающей способностью 12 бит. Используя систему обратной связи и ADJD-J823 (рис. 2), световой выходной сигнал, сформированный матрицей светодиода, поддерживает свой цвет в течение долгого времени и независимо от температуры.

Особенности модели:

- интегрированный фотодатчик RGB;
- интегрированный регулятор цвета в цепи обратной связи;
- последовательный интерфейс;
- прямое сопряжение со стандартным I<sup>2</sup>C EEPROM;
- 3-канальный выходной ШИМ с разрешением 12 бит для красного, зеленого и синего каналов;
- встроенный тактовый генератор.



Рис. 2. Встроенный датчик определения цвета объекта и регулятор ADJA-J823

### Типичное применение

Система с несколькими RGB источниками света строится следующим образом (рис. 3). Сигнал о цвете и яркости подается на каждый

источник света, и самым простым способом сделать это является использование коммуникационной шины, разнесенной с линиями высокого напряжения. Протоколы DMX и DALI хорошо известны в сфере осветительных устройств и часто в них используются. Интегрированный цветовой датчик — контроллер — управляется с помощью последовательного интерфейса, получая, например, координаты цвета x-y. В систему входит также регистр команд яркости, который затемняет источник света.

Одной из возможностей разработки гибкой системы питания описанных выше источников света в 24 Вт, является использование шины 50 В, а затем применение драйверов светодиодов для понижения напряжения и регулирования тока через каждый канал в источнике света (обычно 29 В для красного и 35 В отдельно для зеленого и синего цветов). Тогда яркость для каждого канала регулируется широтно-импульсным модулированным сигналом от регулятора цвета.

### Проблемы

Где лучше всего расположить датчик в осветительном устройстве? На этот вопрос нет однозначного ответа, поскольку в каждом случае осветительное устройство разное. Сам датчик необходимо разместить в таком месте, где он может получить смешанный свет. Один из примеров приведен на рис. 4: для того чтобы получить эффект «заливки стены», используются шесть источников света мощностью в 24 Вт. Датчик расположен на управляющей плате перпендикулярно к источникам света. Как видно на рисунке, датчик в основном снимает образцы света с двух источников, расположенных рядом с ним. Если система устроена таким образом, то все светодиоды, используемые в осветительной арматуре, должны иметь одну и ту же категорию яркости и интенсивности.

Отражатели и рассеиватели света обычно предназначены для смешивания и направления света, так что в этом случае, как правило, не стоит вопрос о поиске оптимального места расположения для датчика. Самым сложным является случай, когда используется несколько мощных источников света, и свет смешивается на расстоянии нескольких

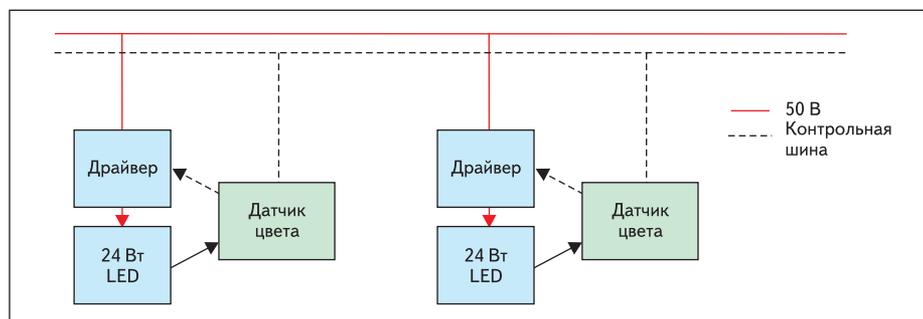


Рис. 3. Система многоцветного освещения



Рис 4. Пример размещения датчика в силовом блоке управления

метров от источника. Тогда необходимо установить какое-либо оптическое устройство для снятия образца света с каждого источника и подачи его на датчик.

## Выводы

Каковы же преимущества устройства освещения на основе источника света палитры RGB перед традиционными системами освещения с использованием электрических, газогенных или флуоресцентных ламп? Представьте свою комнату, в которой включается различный свет в зависимости от вашего настроения: теплое белое освещение во время холодного зимнего дня или, наоборот, холодное голубоватое освещение во время жаркого летнего дня. Подумайте, как вы просыпаетесь «на восходе солнца» в своей спальне, освещенной устройствами со светодиодами RGB. Забудьте о замене ламп: светодиод работает 10 лет. Большим преимуществом является также экономия расходов на техническое обслуживание. Конечно же, к этому еще долго идти, потому что инвестиционные расходы на систему на основе светодиодов RGB гораздо выше, чем на любые традиционные светильники на лампах. Однако система, включающая традиционные электрические лампочки в сочетании с источником света фирмы Avago на 24 Вт с использованием светодиода RGB в замкнутой цепи — это решение уже не сегодняшнего дня. ■