

Стив Робертс (Steve Roberts) |

Драйверы RCD для мощных светодиодов

Продолжение. Начало в №5'2010

Ограничение температуры. Практические примеры

Светодиод сможет постоянно работать на полной мощности только при наличии адекватного теплоотвода и если окружающая температура остается в разумных пределах. При значительном повышении температуры подложки излучателя нужно принимать меры для уменьшения внутреннего рассеяния мощности.

Рис. 11 показывает связь между идеальным током светодиода и температурой. До определенной производителем максимальной рабочей температуры ток остается постоянным. При превышении этого значения ток и, соответственно, рассеиваемая мощность уменьшаются, светодиод «приглушается» для предотвращения перегрева.

Эта кривая называется ограничительной и демонстрирует удержание светодиода внутри

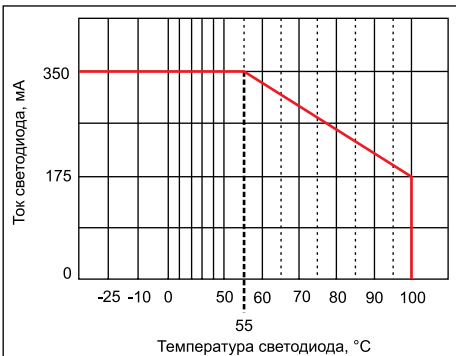


Рис. 11. Типичная кривая ограничения температуры светодиода

границ безопасно рассеиваемой мощности. «Пороговое» значение температуры в 55 °C на графике — это температура подложки или теплоотвода, сам светодиод обычно на 15 °C теплее (т. е. 70 °C), а внутренняя температура перехода почти на 35 °C выше, чем у подложки (т. е. 90 °C). Таким образом, 55 °C — предельная температура для работы на полной мощности, хотя для высококачественных светодиодных ламп она может быть увеличена до 65 °C.

Добавление к драйверу светодиодов автоматического ограничения температуры

Если драйвер светодиода имеет вход для регулировки яркости, то мы легко можем добавить внешний температурный датчик и некоторую внешнюю схему, которая будет восстанавливать желаемые ограничительные характеристики, подобные показанным на рис. 1. Серия драйверов светодиодов RCD-24 фирмы Resom имеет два подстроечных входа и поэтому является идеальным кандидатом для демонстрации различных путей построения защиты от перегрева.

Защита от перегрева с использованием термистора с положительным температурным коэффициентом

Термистором называется резистор, который изменяет величину сопротивления при изменении температуры. Если сопротивление растет с увеличением температуры, то считается, что такой термистор имеет положительный температурный коэффициент (ПТК).

Можно найти термистор с очень нелинейной характеристикой (рис. 12).

Пока температура остается ниже заданного порогового значения, в данном случае 70 °C, термистор с ПТК имеет относительно стабильное низкое сопротивление порядка одной сотни Ом. Выше этого порога сопротивление растет очень быстро: при 80 °C оно составляет около 1 кОм; при 90 °C — 10 кОм; при 100 °C — 100 кОм.

Многие доступные ПТК-термисторы комплектуются монтажным зажимом, что делает весьма простым их крепление к теплоотводящему кожуху светодиодных ламп и контроль температуры.



Рис. 12. Типичный ПТК-термистор. Зависимость сопротивления от температуры

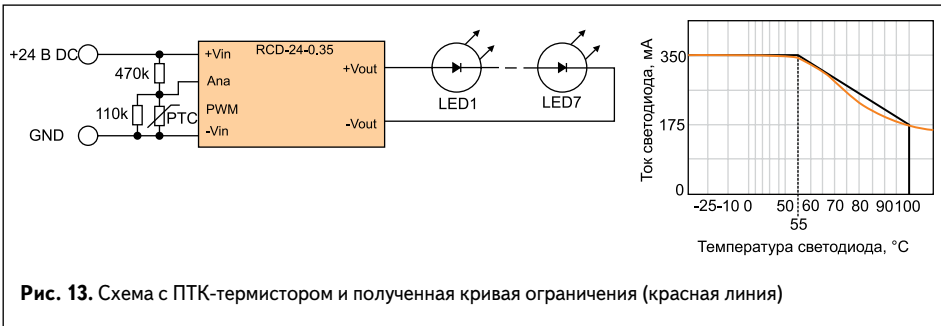


Рис. 13. Схема с ПТК-термистором и полученная кривая ограничения (красная линия)

Задействовав аналоговый подстроечный вход драйвера RCD-24, мы можем использовать приведенную выше зависимость и создать очень простую и дешевую схему для защиты от перегрева (рис. 13). Этот вход управляется внешним напряжением, и если оно неизменно, то все, что нам нужно для добавления функции автоматического ограничения температуры, — это термистор с ПТК и два сопротивления в делителе напряжения. При необходимости устанавливать различные точки температурного ограничения можно применить ПТК-термисторы с функцией изменения этого значения. Доступны модели, регулирующиеся с шагом 10 °C в диапазоне +60...+130 °C, поэтому остается только выбрать правильное значение, соответствующее характеристикам светодиода. В случае меняющегося входного напряжения для его стабилизации можно добавить зенеровский диод или линейный регулятор.

Защита от перегрева с помощью аналогового датчика в виде интегральной схемы

Существует много доступных температурных датчиков, реализованных в виде интегральных схем (ИС), которые имеют линейную зависимость от температуры. Они стоят ненамного дороже термисторов с ПТК, но обладают существенными достоинствами в виде высокой точности линейности и смещений, что делает возможной реализацию регулировки с разрешением <1 °C.

Чтобы получить достаточную величину управляющего напряжения с выхода подобных ИС, их часто используют вместе с операционным усилителем. Схема, предложенная на рис. 14,

использует ИС-температурный датчик и операционный усилитель. Подобные изделия поставляют многие производители. Выходной сигнал схемы запитывает аналоговый подстроечный вход драйвера серии RCD-xxV. Этот управляющий вход линейно изменяет яркость светодиодов в зависимости от напряжения,

присутствующего на нем. В представленной схеме LM61 выдает линейное напряжение, зависящее от температуры. Выход предварительно калибруется, чтобы давать 10 мВ/°C + 600 мВ, так что при температуре 55 °C выходное напряжение составит 1,15 В, а усиление устанавливается так, чтобы при 100 °C светодиод работал на 50% от номинального тока. Из возможности настройки точки перегиба ограничительной кривой вытекает основное преимущество этой схемы — одну разработку можно применять для компенсации характеристик разнообразных твердотельных излучателей, выпущенных разными производителями.

Защита от перегрева с использованием микропроцессора

Еще одну возможность подстройки предоставляет ШИМ-вход драйвера серии RCD. Его по-

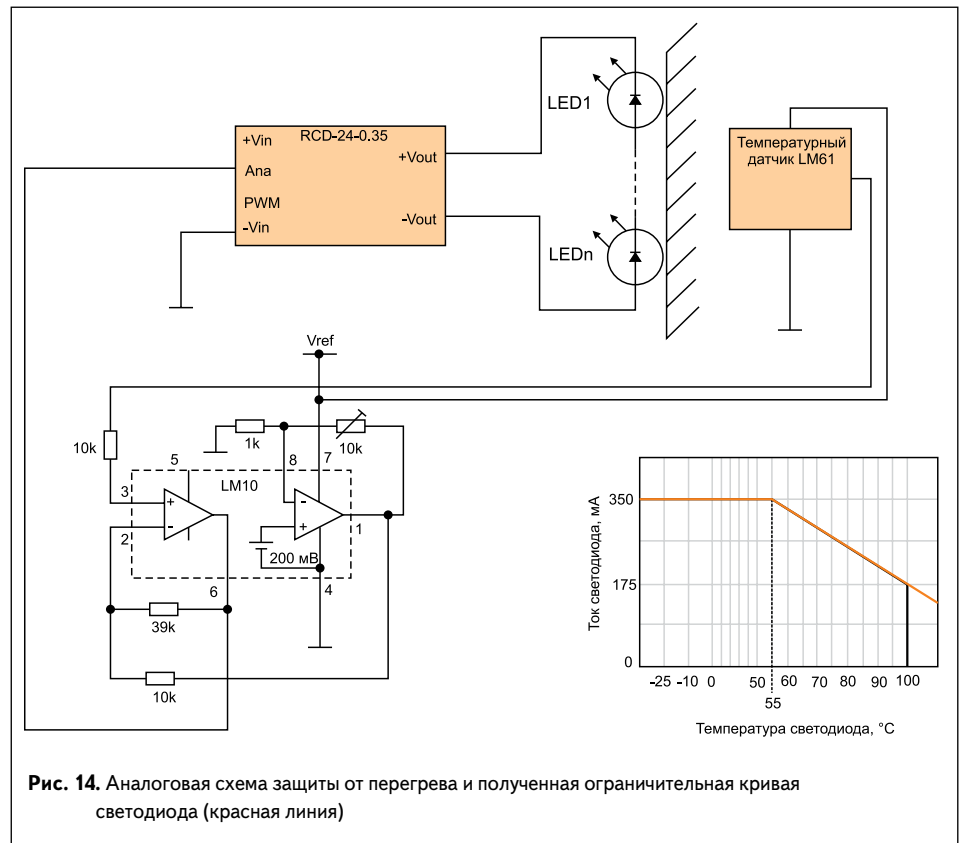


Рис. 14. Аналоговая схема защиты от перегрева и полученная ограничительная кривая светодиода (красная линия)

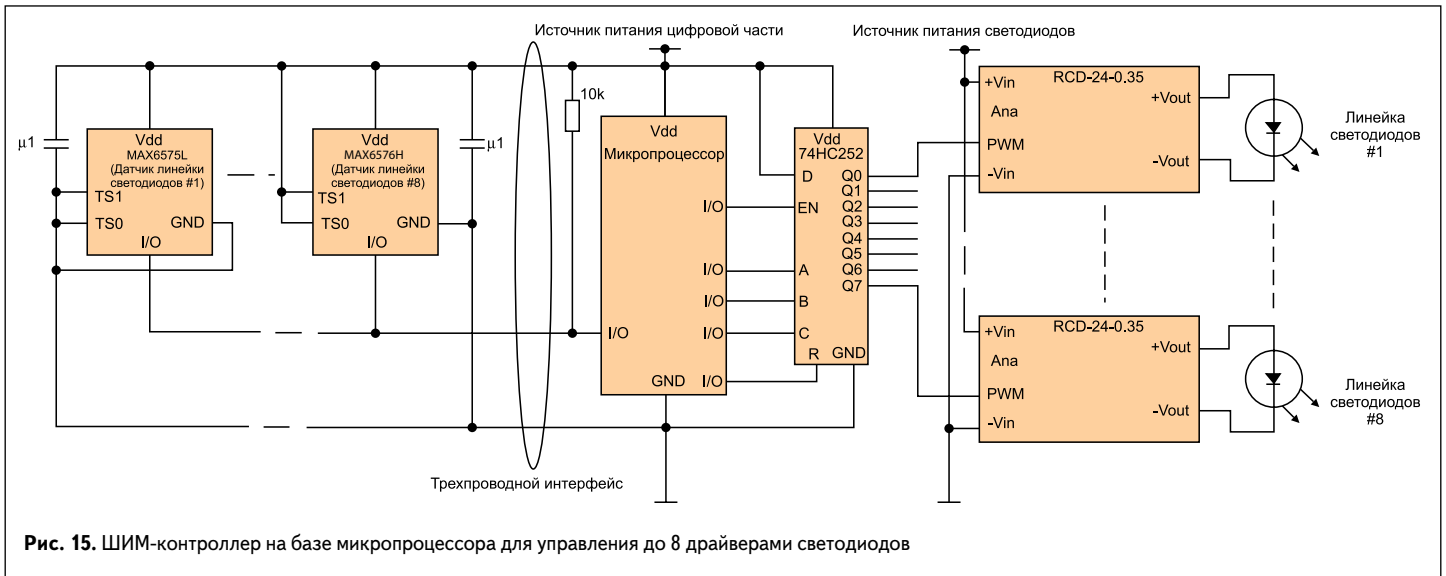


Рис. 15. ШИМ-контроллер на базе микропроцессора для управления до 8 драйверами светодиодов

средством можно изменять яркость светодиодов, переключая их столь быстро, что это не будет заметно для глаза. Если излучатель проводит больше времени в выключенном состоянии, чем во включенном, то он будет восприниматься приглушенным. Напротив, если он чаще включен, то будет восприниматься ярким.

Поскольку ШИМ-вход работает с логическими уровнями напряжений, то он идеально подходит для сопряжения с цифровыми контроллерами. Существуют ИС, которые напрямую преобразуют температуру в ШИМ-сигнал (например, некоторые контроллеры вентиляторов: МАХ6673, ТМР05 и т. д.). Но для того, чтобы задать пороговую температуру и согласовать ШИМ-сигнал с ограничительной кривой светодиода, подобным устройствам нужна некоторая встроенная интеллектуальность. Поэтому часто проще использовать микроконтроллеры. Схема, предлагаемая на рис. 15, использует микроконтроллер для управления драйверами, которых не может быть больше 8. Если наличествуют только шесть ножек ввода/вывода, то для управления большим числом драйверов или для добавления функции оповещения о перегреве на расстоянии схема может быть легко расширена посредством свободных портов.

В данном примере датчики температуры реализованы на ИС, потребляющей мало энергии, — МАХ6575L/Н. До восьми таких температурных сенсоров могут делить трехпроводной интерфейс. Значения температур считываются путем измерения задержки между запускающим импульсом от микропроцессора и спадом последующего импульса, посланного одним из устройств. Чтобы избежать перекрытия сигналов, различные датчики на одной линии вход/выход используют различные множители времени простоя (timeout multipliers). Сходные схемы могут быть еще проще построены с применением других датчиков температуры различных производителей, например ТРМ05 в режиме последовательного включения.

Маломощная ИС адресуемого регистра-защелки может быть инициализирована с помощью импульса Reset, что приведет к включению всех драйверов светодиодов. После соответствующей задержки микропроцессор может индивидуально устанавливать каждый свой выход, тем самым генерируя восемь ШИМ-сигналов для независимого управления драйверами.

Если микроконтроллер имеет I²C-интерфейс, то можно построить альтернативный вариант схемы с использованием ряда полезных про-

граммируемых ИС ШИМ-генераторов (например, РСА9635).

Компенсация изменения яркости

Аналогично тому, как для поддержания постоянной температуры светодиода в управляющей петле могут использоваться температурные датчики, для сохранения постоянного значения силы света могут применяться датчики света. Все твердотельные излучатели с течением времени несколько теряют световую эффективность (рис. 16).

Следовательно, если светодиодная лампа установлена в комнате, а месяц спустя туда добавлена еще одна такая же лампа, то последняя окажется почти на 5% ярче. Решением этой проблемы является ограничение выхода света до 95% путем использования датчика света, такого как фотодиод в примере, приведенном на рис. 17. Его выводы для предотвращения внесения в схему слишком большого шума должны оставаться короткозамкнутыми (kept short). R_f должно выбираться таким образом, чтобы при новой светодиодной лампе выходное напряжение операционного усилителя ICL7611 составляло около 200 мВ.

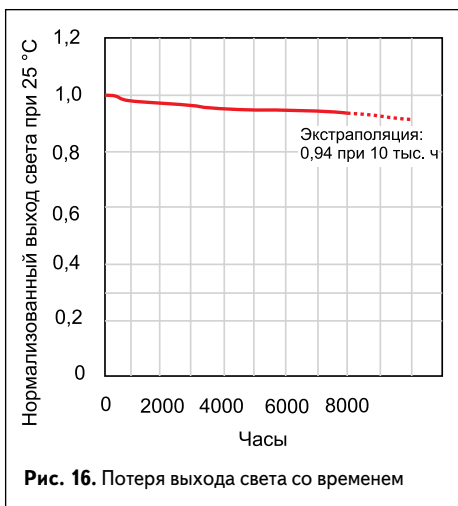


Рис. 16. Потеря выхода света со временем

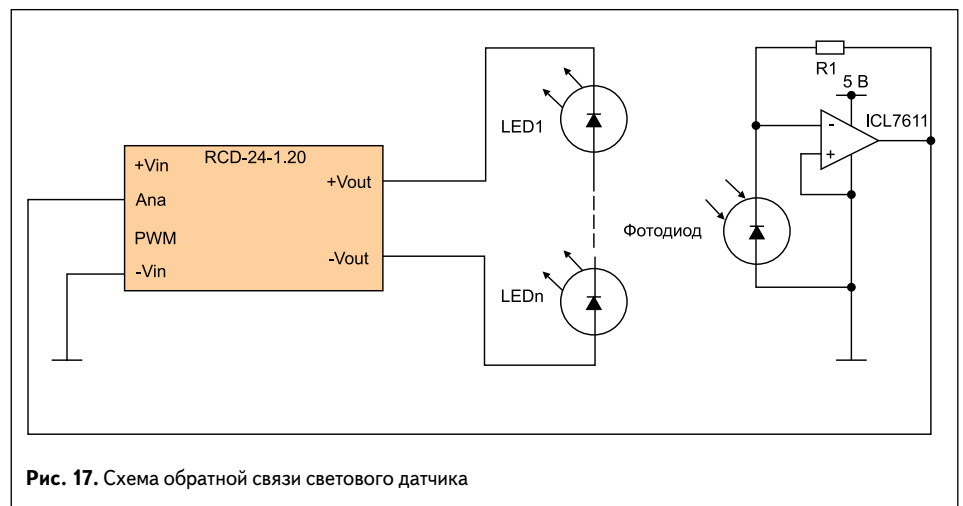


Рис. 17. Схема обратной связи светового датчика

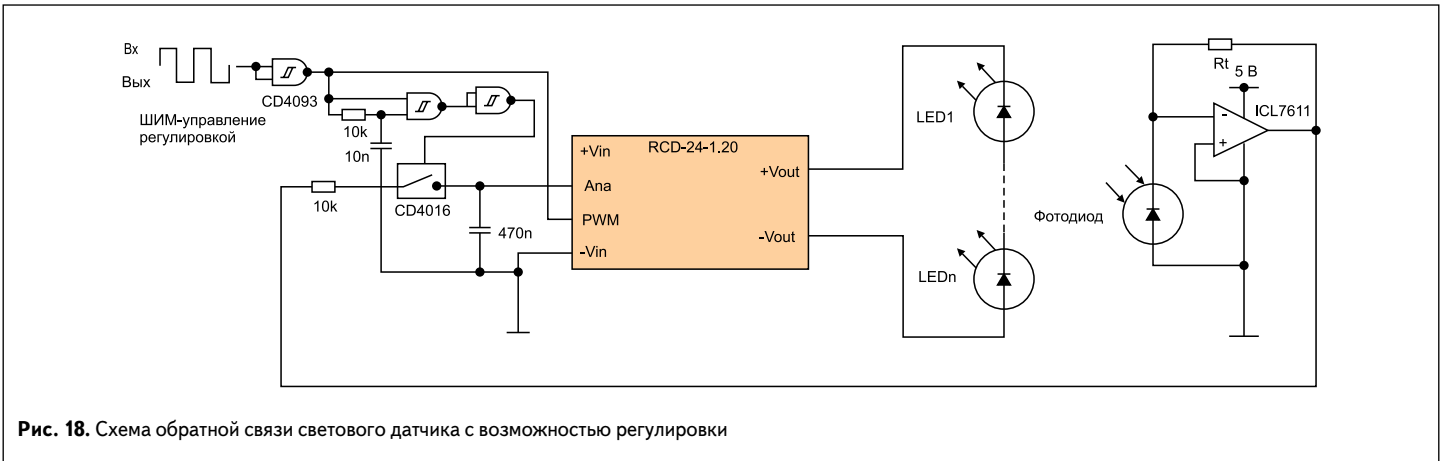


Рис. 18. Схема обратной связи светового датчика с возможностью регулировки

Поскольку эффективность светодиодов со временем снижается, схема обратной связи для компенсации будет увеличивать их ток. При необходимости иметь как стабильный максимальный световой выход, так и возможность регулировки яркости схема, изображенная на рис. 17, может быть модифицирована.

Серия драйверов RCD довольно уникальна, поскольку оба подстроечных входа могут использоваться одновременно. Так, аналоговый вход может применяться для компенсации

яркости, а ШИМ-вход — для независимой регулировки светодиодов.

Рис. 18 иллюстрирует идею схемы, которая для запоминания уровня напряжения обратной связи использует технику track-and-hold: слежения и запоминания, но игнорирует уровень, когда он выключен. Таким образом, напряжение обратной связи, передаваемое на RCD, не зависит от подстроечного ШИМ-входа. Небольшая задержка, создаваемая 10-кОм резистором и 10-нФ конденсатором, дает уверенность, что

время реакции выхода светодиодного драйвера было учтено прежде, чем выходное напряжение операционного усилителя выделено и запомнено на 470-нФ конденсаторе. Точные значения компонентов могут нуждаться в оптимизации к конкретному применению.

Другим широко распространенным применением оптической обратной связи является датчик окружающей освещенности (рис. 19). Идея состоит в том, что необязательно иметь постоянное значение силы света светодиода, а лучше постараться, измеряя уровень окружающей освещенности, поддерживать ее постоянной, для чего приглушать излучатели в яркий день и постепенно повышать их яркость, когда ступают сумерки. Широко распространенным дешевым устройством является фоторезистор. Он имеет линейную зависимость от натурального логарифма уровня освещенности ($R = Lux \times e^{-b}$) и, совместно с резистором смещения, легко может быть использован для установки требуемого уровня окружающей освещенности.

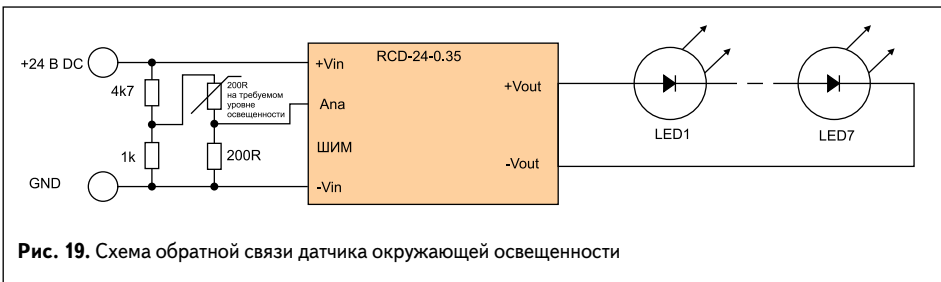


Рис. 19. Схема обратной связи датчика окружающей освещенности