

Драйвера светодиодов на основе микроконтроллеров Renesas

Алекс ЗАРЕЦКИЙ (Alex ZARETSKY)

По причине постоянного повышения стоимости энергии, а также благодаря ведущемуся на общемировом уровне обсуждению проблем загрязнения окружающей среды, вызываемых, в числе прочего, выбросами углекислого газа, наше общество все более остро осознает необходимость регулирования энергопотребления. Один из очевидных способов такого регулирования заключается в как можно более редком использовании устройств, потребляющих большое количество электроэнергии. Помимо этого, в настоящее время государственные структуры во всем мире все строже следят за соблюдением мер по энергосбережению путем поэтапного запрета таких малоэкономичных источников света, как лампы накаливания. Это принуждает промышленность вкладывать средства в разработку альтернативных энергосберегающих источников света.

Сегодняшние тенденции на светотехническом рынке задает светодиодная технология, обладающая значительными преимуществами по сравнению с традиционными источниками света. Светодиоды известны своим низким энергопотреблением и длительным сроком службы. Благодаря технологическому прогрессу светоотдача выпускаемых светодиодов (измеряемая в лм/Вт) непрерывно возрастала в течение последнего десятилетия, в то время как затраты на их производство становились все ниже. Катализаторами улучшения этих технических характеристик светодиодов служат экономические, экологические и политические ограничения, накладываемые на промышленность. В целом это способствует значительному распространению светодиодов в светотехнической промышленности.

С точки зрения руководителей компании Renesas Electronics, индустрия освещения является одним из ключевых рынков, привлекающим все больше внимания во всем мире. Об этом свидетельствует то, что компания Renesas ставит своей приоритетной задачей производство светотехнической продукции высокой мощности и современного технического уровня (светодиодных драйверов с микроконтроллерами). Такой ответственный подход позволяет компании разрабатывать и производить конечную светотехническую продукцию, удовлетворяющую всем современным экономическим и экологическим требованиям.

Renesas предлагает широкий выбор полупроводниковых компонентов улучшенной конструкции, специально предназначенных для систем освещения. В ассортимент продукции компании входят как новое семейство специализированных микроконтрол-

леров (MCU ASSP) RL78/I1A, так и такие ИС светодиодных драйверов с малой степенью интеграции, как R2A20134 и R2A20135. Также Renesas выпускает множество различных полевых МОП-транзисторов и оптоэлектронных устройств, предлагая в дополнение к этому решения для систем связи, специально ориентированные на светотехнику. Вся упомянутая продукция используется в составе светодиодных устройств, все чаще применяемых вместо лампочек накаливания и люминесцентных ламп не только для внутреннего и наружного освещения торговых точек, но и для подсветки зданий, уличного и домашнего освещения.

В статье кратко описываются технические характеристики специализированных микроконтроллеров RL78/I1A в приложении к задачам освещения, инструменты их разработки и соответствующие технологические перспективы. ИС светодиодных драйверов с малой степенью интеграции R2A20134 и R2A20135 и прочие компоненты в этой статье мы рассматривать не будем.

Специализированный микроконтроллер RL78/I1A для задач освещения

RL78/I1A представляет собой специализированный компонент (ASSP) новой серии микроконтроллеров RL78 производства Renesas. Он сочетает в себе наилучшие эксплуатационные характеристики предыдущих стандартных микроконтроллерных ядер — 78K0 и R8C и отличается от них более высокой производительностью.

Энергопотребление этого нового поколения 16-битных микроконтроллеров является наиболее низким в мире среди устройств

такого класса. Предлагаются микроконтроллеры с двумя вариантами встроенной флэш-памяти (32 и 64 кбайт), работающие, в зависимости от температуры окружающей среды, на частоте до 32 МГц (–40...+105 °С) или до 16 МГц (–40...+125 °С). Микроконтроллеры предлагаются в пластиковых корпусах с 20, 30 или 38 выводами (малогобаритные SSOP-корпуса).

Микроконтроллер RL78/I1A обладает всеми необходимыми функциональными возможностями и ресурсами, требуемыми для решения типичных задач светодиодного освещения. Он представляет собой однокристальное недорогое устройство высокой производительности.

Такие специализированные функции, используемые в задачах освещения, как DALI (Digital Addressable Lighting Interface), DMX512 (Digital MultipleX), RDM (Remote Device Management), ZigBee и PLC (Power Line Communications), могут быть встроены в один микроконтроллер. Встроенный аппаратно-расширенный DALI-приемопередатчик дополнен другими основными стандартными интерфейсами — UART, SPI и I²C.

Встроенные внутрикристалльные функции и логические средства сокращают необходимость использования дополнительных внешних компонентов (VoM). Минимум внешних компонентов, в свою очередь, позволяет упростить процессы закупки компонентов, системных испытаний и производства устройств, а также повышает общую надежность систем. Это представляет собой убедительный аргумент для использования этого мультимикроконтроллера в конструкциях многих светодиодных драйверов и дросселей освещения, размер которых желательно сократить до минимума.

Микроконтроллер RL78/11A позволяет осуществлять многоканальное управление светодиодным освещением. Для индивидуальной регулировки силы света по каждому из каналов разработчики устройств могут использовать многоканальный 10-битный АЦП со встроенными усилителями и 16-битные таймеры с ШИМ выходами, дополненные 4 битной функцией дзиринга (dithering). Кроме того, встроенный высокоточный ($\pm 1\%$) внутрикристалльный тактовый генератор упрощает получение ШИМ-таймером частот до 64 МГц, требующихся для тонкой подстройки яркости и улучшенной регулировки цветовой температуры. Высокая частота ШИМ, в свою очередь, позволяет использовать катушки индуктивности небольшого размера (за счет чего все устройство становится более компактным) и обеспечивает более высокую пропускную способность для непрерывного управления силой тока, которая требуется для надлежащей работы светодиодов.

Помимо этого, RL78/11A позволяет использовать аппаратную функцию управления PFC (Power Factor Correction) для управления каскадом корректора мощности и поддерживает различные режимы работы, в том числе CRM (Critical Conduction Mode) и DCM (Discontinuous Conduction Mode). Также в соответствии с современными требованиями отрасли микроконтроллер может управлять показателем цветопередачи CRI (Color Rendering Index) и цветовой температурой CCT (Correlated Color Temperature), а также автоматическим обнаружением и компенсацией падения световой мощности светодиодов при их деградации.

Значительное повышение производительности микроконтроллеров стало возможным за счет высокой технологичности их архитектуры: внутрикристалльные компараторы и АЦП сблокированы с ШИМ-каналами, а операционные усилители напрямую связаны с АЦП непосредственно внутри контроллера. Благодаря этому, с одной стороны, снижается вычислительная нагрузка на ЦП и сокращается длина программного кода, а с другой — поддерживается автоматическое управление системой, в том числе работа микроконтроллера в качестве светодиодного драйвера, компенсация коэффициента мощности, связь по интерфейсу DALI, обработка данных, получаемых от датчика температуры, защита от сверхтоков и плавный пуск.

Встроенная цепь плавного пуска позволяет максимально сократить бросок пускового тока через светодиоды для лучшей защиты как собственно их, так и цепи подачи электропитания. Кроме того, эта функция способствует снижению уровня электромагнитного излучения, а также помогает сократить размер программного кода на уровне

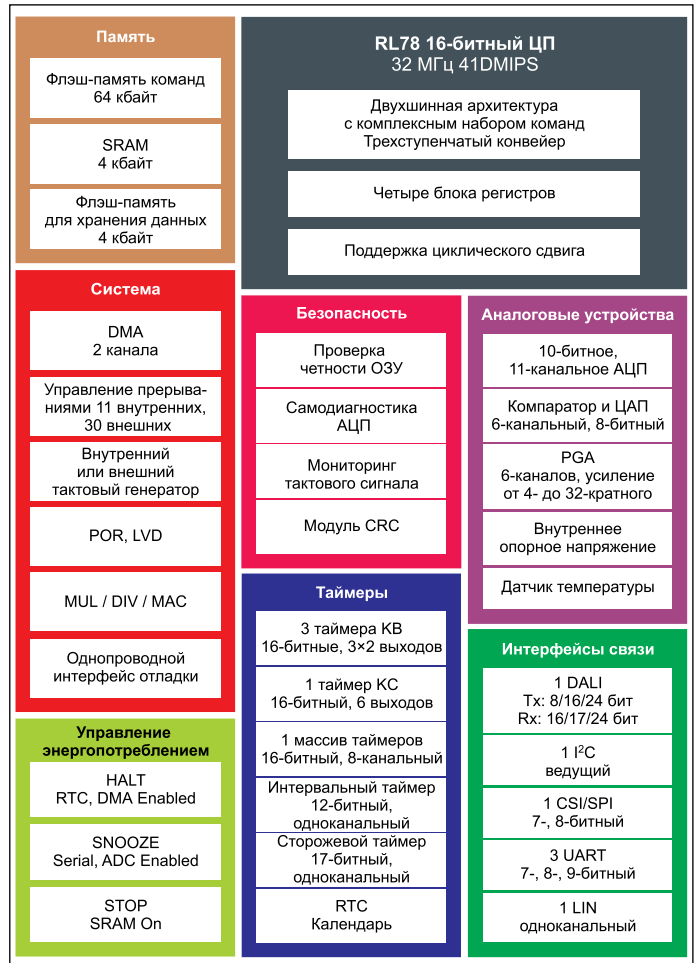


Рис. 1. Блок-схема микроконтроллера RL78/11A

приложений. Часто у разработчиков систем светодиодного освещения возникает потребность симулировать работу ламп накаливания: чтобы светодиоды загорались и гасли не мгновенно, а постепенно. Описанная функция помогает достичь этого на аппаратном уровне.

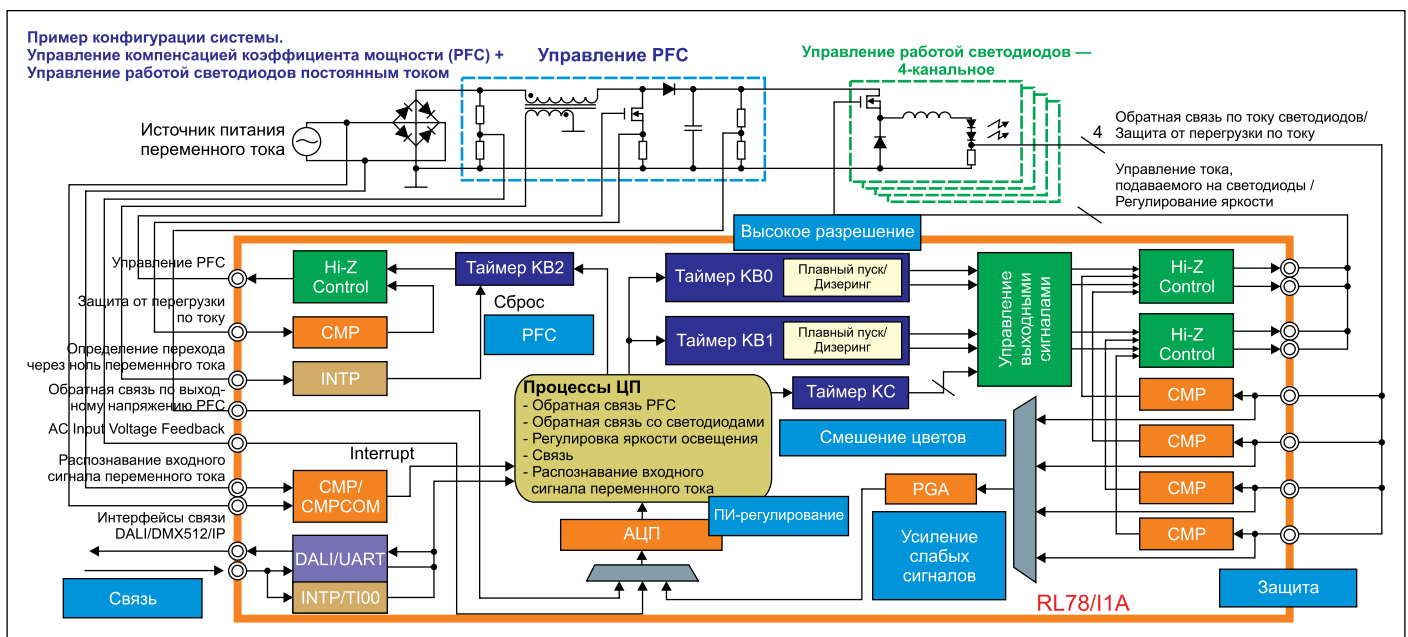


Рис. 2. Блок-схема микроконтроллера RL78/11A с типичным примером его применения в качестве светодиодного драйвера

Такие новые возможности RL78/I1A, как режим SNOOZE, позволяют поддерживать сверхнизкое потребление электроэнергии микроконтроллером (0,22 мкА) при сохранении возможности связи по DALI-интерфейсу и аналого-цифровых преобразований. Здесь важно подчеркнуть, что при выводе ЦП из режима пониженного энергопотребления путем прерывания DALI не происходит потери принимаемой информации.

Также микроконтроллер имеет встроенную флэш-память данных, которая может работать в фоновом режиме, в то время как ЦП занят другими задачами.

Внутренняя архитектура микроконтроллеров семейства RL78 позволяет реализовывать на аппаратном уровне большинство функций, требуемых для решения задач светодиодного освещения. Кроме того, за счет высокой оптимизации размера программного кода объем занимаемой памяти поддерживается минимальным. В результате системные издержки остаются низкими, а тестирование работы устройств в составе систем освещения выполняется более быстро и с меньшим необходимым объемом отладки. Все это вносит позитивный вклад в оптимизацию общей стоимости разработки систем.

Описанные технические характеристики представляют большую ценность при принятии решения о выборе оптимального микроконтроллера для той или иной задачи светодиодного освещения. Проведенный компанией Renesas сопоставительный анализ показал, что в сравнении с решениями конкурентов микроконтроллер RL78/I1A потенциально позволяет сократить на 20% расходы на дополнительные внешние компоненты при разработке типичного светодиодного драйвера.

Преимущества микроконтроллеров по сравнению с ИС управления с жесткой логикой заключаются в гибкости использования микроконтроллеров, их универсальных характеристиках и, что немаловажно, их высокой адаптируемости с точки зрения используемого ПО. Реконфигурирование микроконтроллеров можно выполнить путем простого перепрограммирования встроенного ПО устройств светодиодного освещения. Это позволяет разработчикам светодиодных драйверов создавать единую аппаратную платформу с возможностью адаптации устройств к конкретным требованиям задач освещения только заменой ПО. За счет этого сокращаются не только затраты на разработку и ее время, но и сроки выхода продукции на рынок. Кроме того, это облегчает выполнение системных обновлений и технического обслуживания устройств, а также непрерывный контроль их работы.

Сеть технической поддержки Renesas

Компания Renesas обладает всемирной сетью технической поддержки заказчиков

по вопросам маркетинга, продаж, разработки, качества продукции, а также, что немаловажно, логистики. Только на территории Европы Renesas располагает 20 офисами в 14 странах. Головной европейский офис компании находится в городе Дюссельдорф (Германия).

Работающие в этих центрах специалисты по маркетингу, разработке и продажам обеспечивают пред- и послепродажную поддержку заказчиков компании. Техническая поддержка оказывается на протяжении всего процесса разработки и производства устройств освещения — от этапа создания концепции устройства для конкретной задачи и стратегического сопоставительного анализа до непосредственной разработки и сертификации устройства и его изготовления.

Поддержка инструментальных средств разработки для микроконтроллера систем светодиодного освещения RL78/I1A

Компания Renesas предлагает широкий выбор современных инструментов разработки аппаратных средств и ПО и указывает по применению ее продукции, а также проводит тренинги по использованию этих инструментов на предприятиях заказчиков (по предварительной записи). Кроме того, инструменты разработки для продукции Renesas производят и сторонние компании в Европе и других частях света.

Инструменты разработки аппаратных средств

В ассортимент предлагаемых инструментов разработки аппаратных средств входят как оценочные платы с минимальной конфигурацией и недорогие эмуляторы интерфейса последовательной передачи данных E1 Emulator, так и внутрисхемные эмуляторы IECUBE, полностью работающие в режиме реального времени.

Оценочная плата

Набор для демонстрации возможностей семейства микроконтроллеров RL78/I1A заказчики могут использовать для начального ознакомления с устройством. В набор входит плата на основе RL78/I1A с тремя светодиодными каналами и разъемами DALI и DMX, что позволяет заказчику оценить соответствующие возможности стандартного устройства и специализированных инструментов графического интерфейса пользователя, входящих в набор. Плата представляет собой комплексный инструмент, с его помощью можно более наглядно изучить возможности микроконтроллера без необходимости прикладывать усилия по разработке своих собственных аппаратных средств и ПО [6].

Эмулятор E1

Недорогой внутрисхемный отладчик с интерфейсом последовательной передачи данных E1 Emulator является мощным инструментом разработки и отладки с возможностями внутрисхемного программирования, выполнения программ, операций с памятью и регистром и т.п. Для связи с ведущим устройством E1 Emulator оснащен простым 4-контактным разъемом. Фактическая отладочная связь в режиме последовательной передачи данных выполняется с использованием лишь одного контакта. E1 Emulator поддерживает работу с такими стандартными программными средствами, как компилятор языка C и ассемблер, а также имеет многофункциональный графический пользовательский интерфейс.

Внутрисхемный эмулятор

Внутрисхемный эмулятор IECUBE (QB-RL78I1A-TxxSP) представляет собой мощный полнофункциональный инструмент эмуляции и отладки в режиме реального времени с универсальными возможностями управления прерываниями и трассировки в реальном времени и удобным для пользователя графическим интерфейсом. Эмулятор IECUBE поддерживает работу с программными средствами как собственной разработки Renesas, так и сторонних производителей, например компании IAR Systems (Швеция).

В качестве ведущего устройства все инструменты разработки аппаратных средств используют стандартный IBM-совместимый ПК.

Инструменты разработки программного обеспечения

В дополнение к перечисленным инструментам разработки аппаратных средств предлагаются программные средства языковой симуляции и отладки производства Renesas и других компаний. В Европе широко используется инструментальное средство IAR Embedded Workbench (EWRL78-FULL-EE), разработанное компанией IAR Systems.

IAR Embedded Workbench представляет собой интегрированную среду с многофункциональным графическим интерфейсом, поддерживающую разработку приложений. Отладочный пакет включает в себя компилятор языка C собственной разработки IAR, отладчики ассемблера и C-Spy, а также интерфейс связи с эмуляторами Renesas IECUBE и E1.

Для выполнения начальной конфигурации и оценки работы устройства Renesas также предлагает бесплатный инструмент разработки с графическим интерфейсом под названием AppliletEZ. Это средство помогает пользователю конфигурировать внутрисхемные функции микроконтроллера RL78/I1A при его использовании для конкретных задач освещения, при этом пользователь может не знать структуру каждого регистра микроконтроллера на уровне битов. Получить предварительную скомпилированную программу на языке

С можно буквально одним движением. Это средство очень полезно для заказчиков, только начинающих использовать микроконтроллеры Renesas и чаще всего недостаточно хорошо знакомых с ними.

Для дополнительного удобства разработчики/отладки приложений для задач освещения компания Renesas предлагает комплекс средств с графическим интерфейсом пользователя для связи по интерфейсам DALI и DMX.

Перспективы

В тесном сотрудничестве с лидирующими компаниями светотехнического рынка и отраслевыми консорциумами Renesas работает над выявлением ключевых тенденций и требований с целью поставки на рынок передовых технологий и современной продукции.

Для достижения этого, помимо выполнения собственных исследований и разработок, компания активно сотрудничает с различными европейскими комитетами по стандартизации, работая над концепциями будущего светотехнической промышленности. Таким образом, предвидится дальнейший технологический прогресс, а новые целевые функции задаются с постоянным осознанием необходимости улучшения охраны окружающей среды, что представляет собой важный аспект ресурсосберегающего развития на общемировом уровне.

В настоящее время в светотехнической промышленности наметилась тенденция ко все более широкому использованию светодиодных драйверов, осуществляющих управление непосредственно из электрической сети. Микроконтроллер RL78/I1A с внутрикристалльным PFC-контроллером имеет явное преимущество с точки зрения системных издержек и компактности перед дроселями освещения при использовании в си-

стемах мощностью свыше 25 Вт. При этом следует заметить, что уровни требуемого повышенного напряжения на выходе очень сильно зависят от того, какой именно цели стремится достичь разработчик в рамках той или иной задачи. Заказчикам приходится находить компромисс между заданными целями использования микроконтроллера и выходными эксплуатационными характеристиками готового светодиодного драйвера. И тем не менее не остается сомнений в том, что благодаря гибкости доступных и будущих решений Renesas в области светотехники продукция компании сможет удовлетворить большинство прогнозируемых требований при решении задач освещения.

Одним из возможных факторов повышения эффективности является рассмотрение специальных технологий разработки и возможностей светодиодных драйверов в сочетании с ПО — иными словами, более широкое использование средств искусственного интеллекта драйверами. Драйверы с ИИ могли бы принять на себя функции связи, регулировки яркости освещения, управления датчиками и прочими компонентами и т. п. Компания Renesas отмечает большую важность разработки таких драйверов с ИИ. В среднесрочной перспективе интеллектуальные драйверы могли бы даже служить инструментом повышения яркости и увеличения срока службы органических светодиодов. Renesas продолжает интенсивную работу по дальнейшему улучшению компенсации падения световой мощности органических и прочих светодиодов в течение их срока службы, улучшению ШИМ-управления (тонкой регулировки яркости) и более точному смещению цветов для специальных задач.

Все эти факторы играют важную роль при освещении общественных мест и домашних

помещений, для которых особое значение имеют не только долговечность светодиодов, величина их яркости и ее регулировка, но и субъективное восприятие «цветовой температуры» света людьми. Таким образом, помимо рассмотрения вопросов стоимости светодиодных драйверов, их конструкции и энергоэффективности, инженеры также должны принимать во внимание характер конкретных задач, для которых такие драйверы будут использоваться. Потенциально светодиоды можно применять для освещения как домашних помещений, так и производственных площадей, общественных мест или же для уличного освещения.

Инженеры Renesas постоянно работают над инновационными процессами с целью оптимизации внутренней архитектуры устройств. Это позволяет проектировать системы дроселей освещения с улучшенным ИИ и более высокой плотностью функциональной интеграции. Компания ставит перед собой одну общую цель — создание электронных компонентов пускорегулирующей светотехнической аппаратуры с наилучшим сочетанием характеристик относительно ее технического потенциала, экономичности и экологичности. ■

Литература

1. RL78/I1A User's Manual. Hardware
2. RL78/I1A In-Circuit Emulator (IECUBE: QB-RL78I1A).
3. RL78/I1A E1 Emulator.
4. RL78/I1A Evaluation board (QB-78F7032-TB).
5. <http://www.renesas.com/products/mpumcu/rl78/rl78i1x/rl78i1a/index.jsp>
6. http://www.renesas.eu/products/tools/introductory_evaluation_tools/starterkits_evaluation_boards/ez_0012/index.jsp