

Кристофер Ричардсон (Christopher Richardson)

Использование технологий фоновой подсветки для уличных фонарей

Светодиодные технологии фоновой подсветки и общего освещения различаются по типу используемых светодиодов. В то время как многие светильники общего освещения состоят из менее чем десяти светодиодов достаточно высокой мощности (например, 1 Вт), фоновый светильник обычно содержит сотни и даже тысячи небольших светодиодов мощностью приблизительно 50–200 мВт. Соответственно, и типы схем управления светодиодами, применявшихся в таких светильниках до настоящего времени, также существенно различались. Разной была и архитектура систем. С появлением светодиодных уличных светильников (а также парковочных, складских и др.) эти два мира на шаг приблизились друг к другу. Связано это с тем, что мощные широкозонные светильники (High Power Wide Area lighting, HPWA), значительную часть которых составляют уличные светильники, требуют гораздо большей суммарной мощности излучения, чем светодиодные заменители ламп накаливания или флуоресцентных ламп. Соответственно, необходимо большое количество светодиодов. В схемах управления, которые используются в фоновых светильниках, большое число светодиодов упорядочивается в последовательно-параллельные массивы, где каждая строка питается от линейного источника тока, а КПД системы повышается за счет использования одного импульсного источника питания с динамически регулируемым выходным напряжением. До сих пор ток, который способны были обеспечить такие системы, был ограничен значениями примерно в 200 мА на канал. Компания National Semiconductor взяла эту идею за основу, но увеличила ток до 500 мА на канал, а также добавила функции управления и защиты, необходимые в высоконадежных светильниках наружного освещения (проще говоря, в уличных фонарях).

При проектировании электронных схем управления светодиодами для уличных фонарей на 50–200 светодиодов мощностью 1 Вт каждый конструкторам приходится сталкиваться с трудностями принципиального характера. Это, в частности, удержание суммарного выходного напряжения в безопасных пределах, согласование тока между строками последовательно-параллельного массива светодиодов, обеспечение надежности в части отказов светодиодов, а также подавление электромагнитных помех, справиться с которыми становится все труднее и труднее по мере роста общей мощности.

На рис. 1 показана ИС LM3432 — шестиканальный контроллер фоновой подсветки, способный вырабатывать ток до 40 мА на канал при выходном напряжении до 80 В. В зависимости от максимального прямого напряжения (V_F) каждого светодиода это позволяет одному контроллеру LM3432 питать 20–25 светодиодов на канал или 120–150 светодиодов в общей сложности. Именно такое количество светодиодов обычно используется для подсветки ЖК-экранов ноутбуков, для чего изначально и предназначалась данная ИС.

Динамическое управление запасом по напряжению

Каждый канал LM3432 представляет собой линейный стабилизатор втекающего тока. Линейные стабилизаторы не отличаются высоким КПД, поэтому для эффективного питания светодиодов ИС LM3432 спарена с импульсным стабилизатором (рис. 1), который вырабатывает напряжение питания светодиодов и, что более важно, принимает от LM3432 команду на динамическое регулирование V_O , обеспечивающее постоянную минимизацию напряжения на каждом из линейных стабилизаторов. За основу для регулирования V_O берется канал с наибольшим напряжением строки. Даже светодиоды, отсортированные по прямому напряжению, будут демонстрировать определенный разброс, а сортировка по падению V_F с ростом температуры не предусмотрена. Канал с наибольшим суммарным напряжением строки светодиодов — это канал, ближе всего подошедший к напряжению выключения своего линейного стабилизатора втекающего тока. Этот канал дает команду

установить на первичном источнике питания такое напряжение, чтобы удержаться несколько ниже напряжения выключения. Управляющий канал может меняться динамически, отсюда и название «динамическое управление запасом по напряжению» (Dynamic Headroom Control, DHC). Функция DHC поднимает общий КПД системы до уровня выше 90% и делает ее конкурентоспособной за счет импульсного стабилизатора, непосредственно питающего светодиоды.

Преимущества перед схемой с несколькими понижающими преобразователями

Один большой импульсный стабилизатор с регулируемым выходным напряжением, питающий ряд линейных стабилизаторов, имеет ряд преимуществ перед схемой с несколькими понижающими преобразователями, описанной в первой части. Для мобильных телефонов, ноутбуков и GPS-приемников это меньший объем занимаемого физического пространства и более низкая стоимость. В уличных светильниках, содержащих от 50 до 200 светодиодов мощностью по 1 Вт с типичным потребляемым током 350 мА, проявляется другое преимущество — отсутствие электромагнитных помех (ЭМП) на частотах биений. В то время как на вход повышающего стабилизатора, от которого питается контроллер подсветки вроде LM3432, поступает тщательно отфильтрованное постоянное напряжение, уличные фонари и мощные широкозонные светильники питаются от сети переменного тока. В этой связи первичный источник питания должен удовлетворять целому ряду законодательных требований. Безопасность

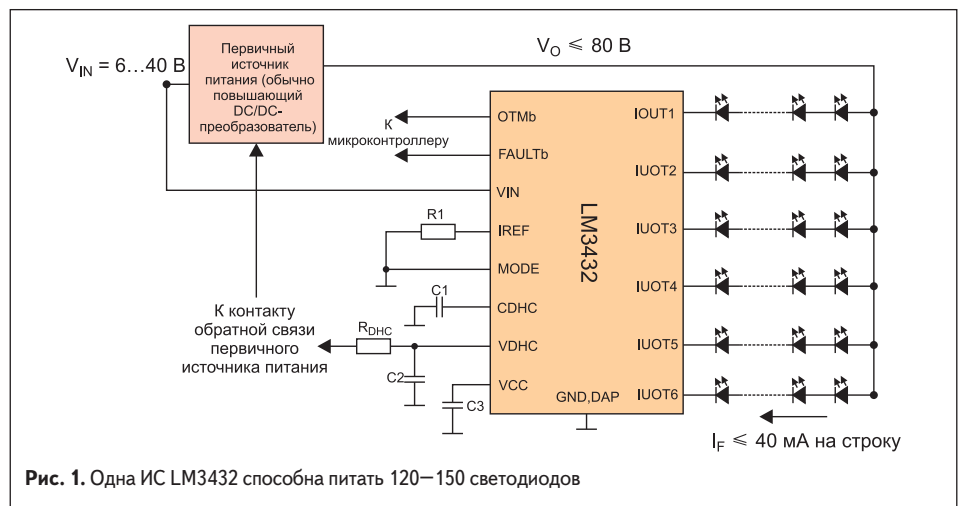


Рис. 1. Одна ИС LM3432 способна питать 120–150 светодиодов

и коррекция коэффициента мощности чрезвычайно важны, но зачастую при выводе электронного прибора на рынок труднее всего оказывается соблюдение нормы, касающейся ЭМП. По рис. 2 видно, что для системы с четырьмя строками по 14 светодиодов в каждой (суммарное напряжение менее 60 В постоянного тока) в рамках рассматриваемого подхода потребовалось бы пять понижающих стабилизаторов. В зависимости от общей выходной мощности выпрямительная часть могла бы представлять собой просто однокаскадный обратноточный стабилизатор с коррекцией коэффициента мощности. В целях обеспечения приемлемого КПД такие стабилизаторы редко работают на частотах выше 200 кГц. Каждый из понижающих стабилизаторов будет, скорее всего, работать на более высокой частоте (например, 500 кГц) для уменьшения размеров выходного дросселя. Таким образом, в системе будут присутствовать две частоты переключения с разными потребными характеристиками фильтров, и, как описано в первой части, в отсутствие частотной синхронизации между всеми понижающими преобразователями будет существовать риск возникновения ЭМП на частотах биений, так как рабочая частота каждого преобразователя будет несколько отличаться.

ИС LM3464 — новая схема управления светодиодами, в которой многоканальная ДНС-технология фоновой подсветки сочетается с гораздо большими выходными токами. Каждый контроллер LM3464 может управлять максимум четырьмя внешними мощными N-канальными полевыми МОП-транзисторами, играющими роль силовых линейных стабилизаторов. Рекомендуемый максимальный средний ток составляет до 500 мА на канал. На рис. 3 показано, как ИС LM3464 может управлять первичным выпрямительным источником питания с гальванической развязкой подобно тому, как ИС LM3432 управляет повышающим DC/DC-стабилизатором. Даже при токе 350 мА на канал КПД контроллера LM3464 может превышать 95%, что эквивалентно четырем тщательно спроектированным схемам управления светодиодами на базе по-

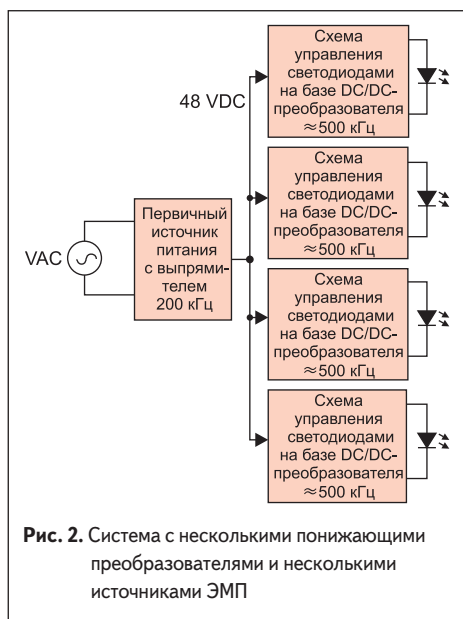


Рис. 2. Система с несколькими понижающими преобразователями и несколькими источниками ЭМП

нижающих стабилизаторов. Одно важное отличие между рис. 2 и рис. 3 заключается в том, что LM3464 не вносит в систему новых частот переключения. Помехи переключения генерируются только в выпрямительной части.

Общий КПД системы также зависит больше от выпрямителя-стабилизатора. Обратноточный преобразователь с коррекцией коэффициента мощности экономичен, но его КПД редко превышает 85%. При мощности свыше 50–75 Вт более распространен другой вариант — повышающий предвартельный стабилизатор с коррекцией коэффициента мощности и расположенный за ним прямоходовой преобразователь. Поскольку тепловыделение является одним из основных факторов, ограничивающих характеристики и срок службы светодиодов, и поскольку количество выделяемого тепла обратно пропорционально КПД,

цепочка из повышающего стабилизатора с коррекцией коэффициента мощности и резонансного преобразователя находит применение даже в диапазоне 100–200 Вт.

Точность, обнаружение неисправностей и тепловое ограничение

Когда всеми светодиодами управляет одна ИС с одним опорным напряжением, легче согласовывать токи в разных строках. При использовании измерительных резисторов с допуском 1% ИС LM3464 гарантирует, что разброс токов между строками светодиодов не будет превышать ±3%. Обнаружение неисправностей, таких как обрыв или короткое замыкание светодиодов, показано на рис. 4. При этом можно по выбору инициировать отключение только

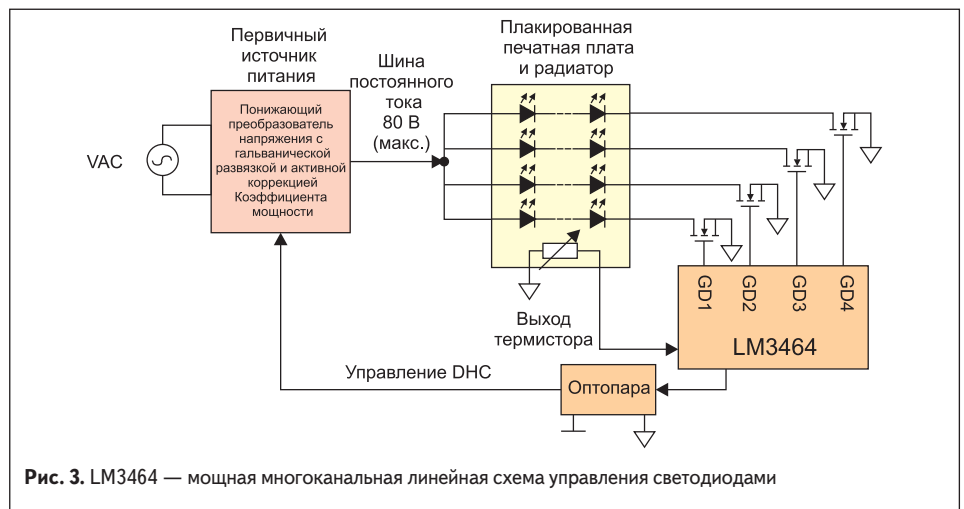


Рис. 3. LM3464 — мощная многоканальная линейная схема управления светодиодами

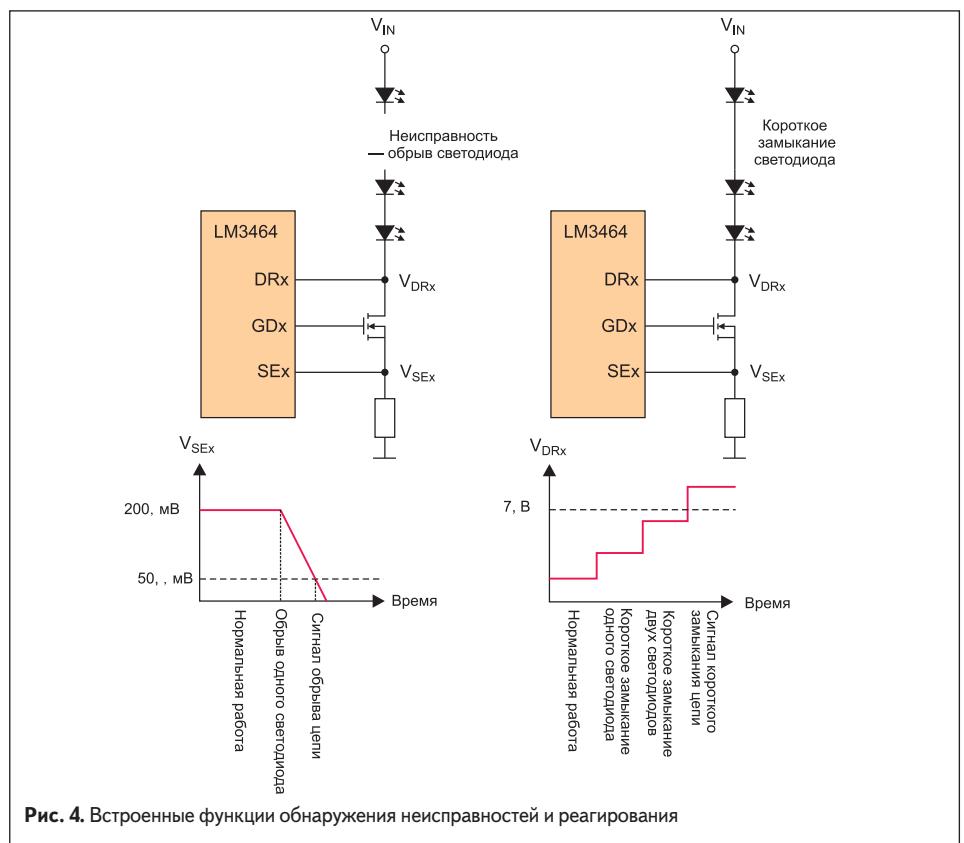


Рис. 4. Встроенные функции обнаружения неисправностей и реагирования

затронутого канала или же всей системы. Вместо этого LM3464 можно также запрограммировать на попеременное отключение и включение до тех пор, пока неисправность не будет устранена. Зачастую светодиодные уличные фонари оборудуются системным микроконтроллером, способным распознавать сигналы о неисправностях и реагировать на них. Высокоскоростные системы могут даже передавать сообщения о неисправностях по электросети или каналу беспроводной связи.

Еще одна важная функция LM3464, обеспечивающая безопасность и надежность, — тепловое ограничение. С помощью термистора или датчика температуры, обычно помещаемых в центр массива светодиодов, система будет постепенно снижать средний выходной ток каждого канала путем ШИМ-регуляции яркости, если температура превысит программно заданный порог. Тепло — главный враг светодиодных систем, и забавный, но тем не менее серьезный пример с птицами, выющими гнезда на радиаторах, служит реальной демонстрацией необходимости теплового ограничения. Зачастую перед конструктором стоит задача обеспечить хоть какой-то световой выход даже в том случае, если на уличном фонаре решит поселиться семейство чаек, — это необходимо для соблюдения норм дорожной безопасности. По этой причине LM3464 также предоставляет конструктору выбор между контуром теплового ограничения, который полностью отключает систему при заданной температуре, и контуром со второй

точкой перегиба при минимальном управляющем токе (рис. 5).

Шлейфовые подключения и системы с нечетным количеством строк

Не во всех системах имеется по четыре канала, поэтому в контроллере LM3464 предусмотрена возможность подключения по шлейфовой схеме, как показано на рис. 6. Контур регулирования ДНС сравнивает напряжения стока в каждом канале каждого контроллера для поддержания высокого КПД. А если требуется сконструировать систему с тремя, шестью или другим количеством каналов, не кратным четырем, в одной (любой) из ИС LM3464 можно отключить до трех каналов.

Выводы

Первичный источник питания и многоканальный линейный стабилизатор с динамическим управлением запасом по напряжению — привлекательная конфигурация для проектировщиков осветительных систем, которые желают иметь отдельный источник тока на каждую строку светодиодов, но сталкиваются с проблемами при использовании понижающего стабилизатора в каждой строке. Контроллер LM3464 — это более компактный, дешевый и простой вариант схемы управления светодиодами, отличающийся вместе с тем высоким КПД, надежностью и гибкостью. ●

