

Александр Щерба

# Преимущества использования нового контроллера для светодиодного драйвера MP4033

с адаптивным детектором типа диммирования

**В статье перечислены основные типы диммирования, используемые с традиционными источниками света, указаны их достоинства и недостатки, а также возможные проблемы, которые могут возникнуть при их совместном использовании со светодиодными лампами. В статье предложена реализация светодиодного драйвера для работы с различными моделями диммеров на базе контроллера MP4033.**

Светодиодные источники света, широко применяемые в настоящее время, высоко энергоэффективны, высоконадежны и обладают длительным временем эксплуатации. Вполне понятно и оправданно стремление заменить ими традиционные источники света, такие как лампы накаливания (ЛН) или галогенные лампы. Но при такой замене зачастую встает вопрос об уместности существующих энергосберегающих технологий, применяемых для традиционных источников света. Одной из них является применение для ЛН специальных устройств (диммеров) для регулирования уровня свечения в зависимости от естественной освещенности или времени суток. Функция диммирования позволяет плавно изменять значения тока, протекающего через осветительный прибор, тем самым изменяя излучаемый световой поток и уменьшая потребляемую мощность.

Для регулирования яркости светового потока ЛН наиболее распространены диммеры с фазовой отсечкой, которые работают по принципу отсечения части синусоиды сети переменного тока, благодаря чему достигается уменьшение времени подачи напряжения на осветительный прибор. Различают диммеры с отсечкой по переднему и заднему фронту синусоиды (рис. 1).

Диммеры с отсечкой фазы по переднему фронту (рис. 1а) обычно содержат симистор (D2, рис. 2), а их работа заключается в регу-

лировании задержки включения симистора после перехода синусоиды через ноль. Время  $t_2$ , в течение которого симистор включен, называется углом отсечки. Форма сигнала в этот момент времени синусоидальна. Данный тип диммеров наиболее широко распространен из-за простоты и низкой стоимости его реализации.

Симистор после замыкания цепи будет открыт до тех пор, пока прямой ток не упадет ниже порогового значения (тока удержания). В отличие от ЛН, которая для диммера является линейной нагрузкой с низким сопротивлением, драйвер светодиодной лампы в момент перехода синусоиды через ноль будет иметь высокий импеданс и не сможет обеспечить необходимый ток удержания, что может привести к мерцанию или полному отключению светодиодной лампы.

Диммеры с отсечкой по заднему фронту (Trailing-Edge), наоборот, включают нагрузку в момент перехода синусоиды через ноль (рис. 1б) и отключают ее по истечении некоторого времени ( $t_3$ ). Таким образом, подключение нагрузки осуществляется при нулевых напряжении и токе, что исключает токовые перегрузки в момент включения ключа. Тем самым достигается низкое значение уровня электромагнитных помех (EMI) и высокие показатели надежности. В схеме применяется мощный ключ Q1 (обычно МОП-транзистор) со специальным драйвером (рис. 3), что, в свою

очередь, приводит к более высокой стоимости в сравнении с диммерами с отсечкой фазы по переднему фронту.

Силовой ключ Q1 (MOSFET либо IGBT), который осуществляет отсечку, управляется специальным драйвером с детектором нуля (переход синусоиды через ноль), который должен быть запитан постоянно (рис. 3). Это гарантирует, что детектор будет включать силовой ключ в начале следующего цикла напряжения полуволны синусоиды. Кроме того, силовой ключ в момент замыкания цепи также требует тока удержания, однако, в отличие от симистора, отключение будет не моментальным, а постепенным. Светодиодный драйвер для диммера имеет высокий импеданс, и ток, проходящий по цепи (IF), будет недостаточным для питания схемы диммера, что может вызвать его нестабильную работу и мерцание светодиодной лампы.



Рис. 2. Упрощенная схема диммера на симисторе (D2) с отсечкой фазы по переднему фронту

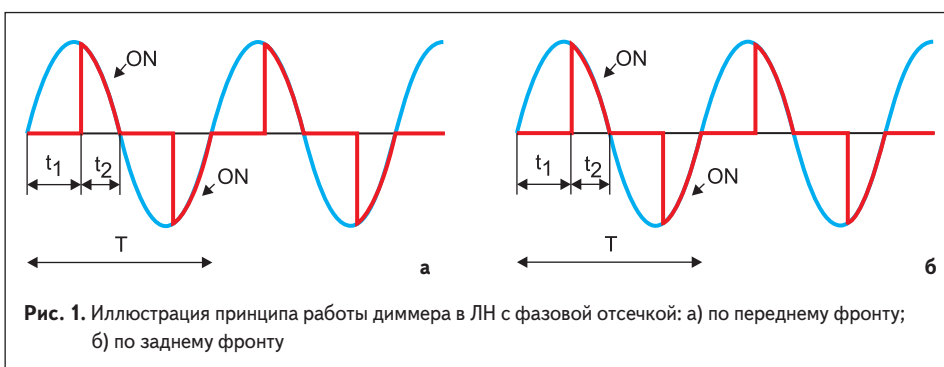


Рис. 1. Иллюстрация принципа работы диммера в ЛН с фазовой отсечкой: а) по переднему фронту; б) по заднему фронту

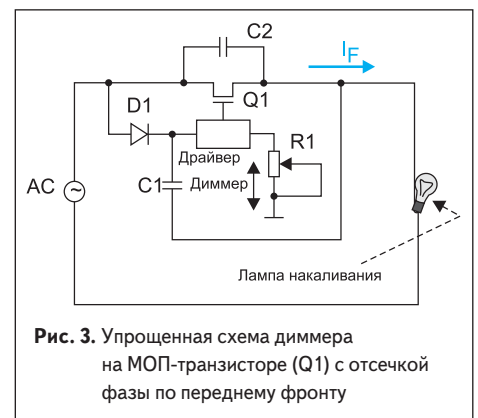


Рис. 3. Упрощенная схема диммера на МОП-транзисторе (Q1) с отсечкой фазы по переднему фронту

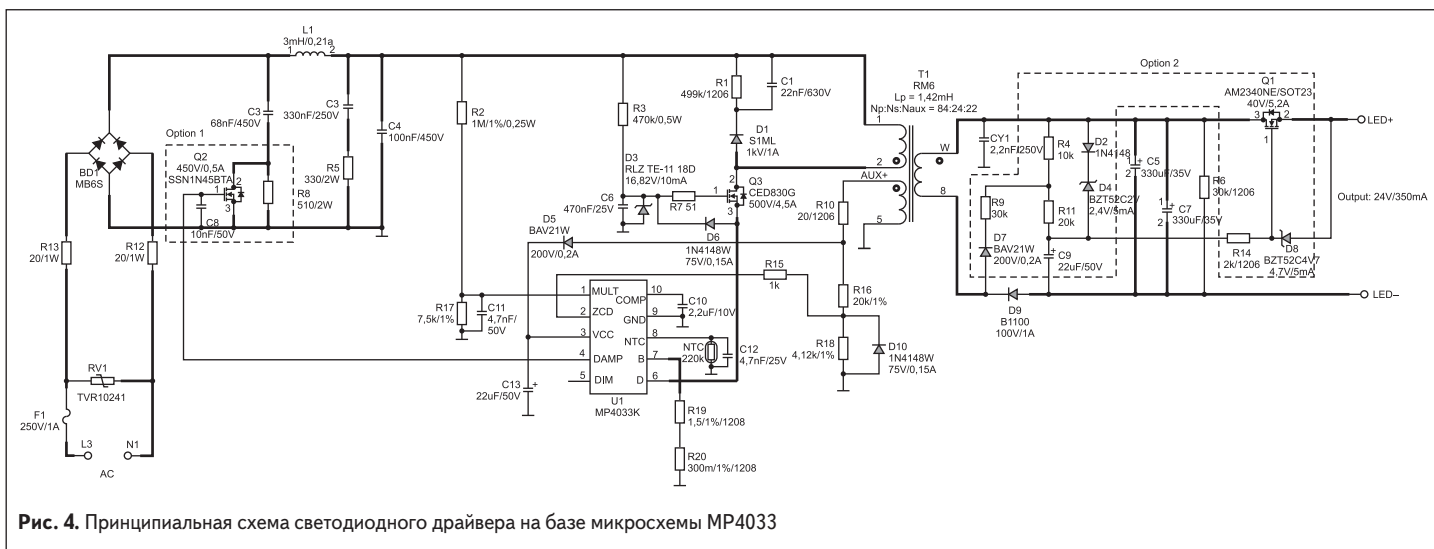


Рис. 4. Принципиальная схема светодиодного драйвера на базе микросхемы MP4033

Маловероятно, что среднестатистического потребителя интересуют эти подробности. Незачем ему также знать, является ли его устройство (диммер) с отсечкой по переднему или заднему фронту. Для потребителя важно, чтобы приобретенная в магазине светодиодная лампа работала с обоими типами диммеров, регулировка яркости была плавная и отсутствовало мерцание.

Компания MPS выпустила адаптивный контроллер светодиодного драйвера MP4033 с детектором типа диммирования [1]. Особенностью устройства является возможность построения светодиодного драйвера как с гальванической развязкой, так и без нее, с использованием малогабаритной индуктивности вместо трансформатора. Интегрированная на кристалл схема точно определяет наличие диммирования и его тип и в соответствии с этим принимает решение о необходимой коррекции. Контроллер MP4033 может использовать несколько режимов работы в зависимости от типа диммирования, а также обеспечить максимальную совместимость с диммерами. Кроме

того, на кристалл микросхемы интегрирована защита от перегрева, короткого замыкания или обрыва в цепи светодиодов. Чтобы повысить эффективность работы светодиодной лампы, на кристалл контроллера интегрирован активный корректор коэффициента мощности (ККМ) с коэффициентом коррекции 0,95 ( $U_{вх} = 225 \text{ В}$ ,  $P_{вх} = 5 \text{ Вт}$ , КПД = 87%). Такое решение значительно снижает необходимое количество внешних компонентов, что, в свою очередь, сокращает размеры светодиодного драйвера и позволяет разместить его в габаритах обычной колбы ЛН.

Работа цепей защиты от перегрузки, короткого замыкания и обрыва светодиодов в целом схожа с контроллером MP4021A и была описана ранее [2]. Детектирование типа диммирования осуществляется через вывод MULT (вывод 1), этот же вход микросхемы используется для схемы ККМ (рис. 4). Для обеспечения совместимости с различными типами диммеров используется дополнительный вывод DAMP (вывод 4), к которому подключена специальная цепь C8, R8 и C3

с ключом Q1. При обнаружении диммирования эта цепь работает как динамическая нагрузка, действующая по специальному алгоритму, благодаря чему в цепи поддерживается необходимый ток для корректной работы светодиодной лампы с различными типами диммеров в широком диапазоне диммирования. Для работы светодиодного драйвера в отсутствие диммирования эта цепь не используется (опционально) и может быть удалена.

Адаптивная схема и детектор диммирования позволяют потребителю не задумываться, с каким именно типом диммера совместима его светодиодная лампа. ●

## Литература

1. [www.MonolithicPower.com](http://www.MonolithicPower.com).
2. Щербань А. Новый контроллер MP4021A для светодиодного драйвера от Monolithic Power Systems // Полупроводниковая светотехника. 2013. № 4.