

- Обзоры, аналитика

Автоэлектроника

Беспроводные технологии

Встраиваемые системы

Дисплеи, оптоэлектроника и светотехника

Дистрибуция электронных компонентов

Контрактное производство

Микроконтроллеры и DSP

Мультимедиа

Организация производства

Организация снабжения

Пассивные компоненты

ПЛИС и системы на кристалле

Разработка и конструирование

Рынок

Силовая электроника

Теория и практика

Технологии

Управление проектами

Светотехника
- Интервью, презентации

Магазины

Календарь событий

RSS - каналы

Журналы

Реклама на сайте

Контакты

Вакансии
- Живая электроника России

Справочник 2014

Форум и премия ЖЭР

Ежегодник ЖЭР

Мероприятия медиагруппы «Электроника»

- Это интересно!
- Новости

Новые «драконовские» санкции США уже обвалили рубль и грозят обвалить российскую электронику.
- Обзоры, аналитика
- Интервью, презентации

- Ранее
- Светодиоды CREE для светильников наружного освещения

В статье даны рекомендации по выбору серий светодиодов компании CREE для наружного освещения и по выбору режима работы светодиодов; приведены примеры расчета требуемого количества светодиодов для светильников, аналоговных светодиодных на традиционных источниках света (лампы ДРЛ и ДНАТ) мощностью 250 Вт. Приведены также сравнительные данные по эффективности.
- Энергоэффективность светодиодных ламп с регулируемой яркостью

В статье сравниваются 60-Вт лампы накаливания и две светодиодные лампы с сетевым регулятором яркости с отсечкой фазы по такой характеристике как зависимость светового потока от потребляемой мощности. Кроме того, в статье рассматривается вклад высших гармоник тока при регулировке ламп с помощью диммеров в рассеяние мощности всей системы в целом.
- Светодиодное уличное освещение: стандарты, проблемы, перспективы

Проблемы и перспективы уличного освещения стали темой интервью, которое профессор Дармштадтского института микротехнологии и электромеханических систем Тран Куок Ханх (Tran Quoc Khanh) дал корреспондентам журнала LED professional Review. Актуальность темы стала причиной публикации перевода на страницах нашего журнала.

- Ссылки
- Современная светотехника
- Электронные компоненты
- Медиагруппа "Электроника"
- Форум и Премия ЖЭР
- Справочник ЖЭР
- Реклама
- По вопросам размещения рекламы обращайтесь в [отдел рекламы](#)
- Реклама наших партнеров

Руководителям ⇒ Обзоры, аналитика ⇒ Дисплеи, оптоэлектроника и светотехника

5 декабря

Эффективный метод согласования симисторных диммеров и LED

В мире уже установлено более 2 млн симисторных диммеров, позволяющих эффективно регулировать силу света LED-устройств. При такой широкой распространенности обязательным является обеспечение полной совместимости с предыдущими версиями.

Введение

Хорошо известно, что стандартные симисторные диммеры с отсечкой фазы по переднему фронту (forward-phase) трудно совместимы с LED-драйверами. Дело еще больше осложняется тем, что характеристики отдельных диммеров значительно отличаются друг от друга. Хотя уже разработаны более новые и совершенные диммеры с отсечкой фазы по заднему фронту (reverse-phase), стандартные диммеры с отсечкой фазы по переднему фронту остаются настолько популярными в современной электрической инфраструктуре, что производители LED осветительных систем просто не вправе игнорировать их. И первоочередной задачей при этом является обеспечение полной совместимости с предыдущими версиями.

Диммеры с отсечкой фазы по переднему фронту

Стандартные диммеры с отсечкой фазы по переднему фронту состоят из симистора, динистора и RC-цепочки (см. рис.1). Потенциометр регулирует сопротивление, а постоянная времени, определяемая параметрами RC-цепочки, задает задержку времени открытия симистора или угол зажигания. Интервал времени, в течение которого симистор находится в открытом состоянии, называется фазой проводимости, θ .

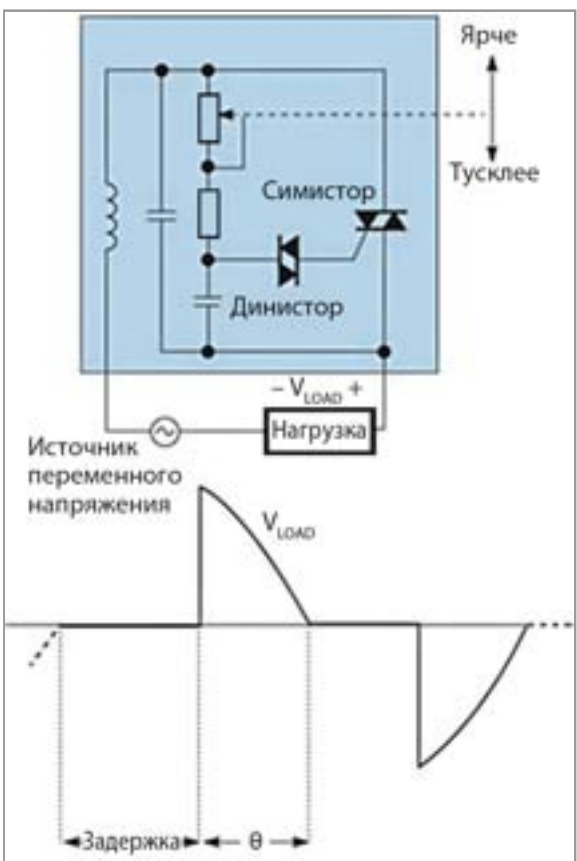


Рис. 1. Стандартный диммер с отсечкой фазы по переднему фронту

К симистору предъявляются также требования по минимальному значению удерживающего тока. Чтобы симистор оставался в открытом состоянии во всем интервале фазы проводимости, ток через него всегда должен быть больше этого минимального уровня. Для ламп накаливания мощностью 40, 60 и 75 Вт такие условия — не проблема.

Совместимость с LED

К сожалению, в твердотельных осветительных устройствах (SSL) не так легко воспользоваться преимуществами фазорегулирующего подхода. LED является полупроводниковым устройством, и регулирование его светового выхода осуществляется регулировкой прямого тока. С LED высокой яркости, способными пропускать ток от сотен миллиампер до ампер, почти всегда используются импульсные преобразователи, позволяющие поддерживать высокую эффективность системы. Выходной сигнал стандартных импульсных преобразователей не зависит от величины среднего входного напряжения. Это значит, что сигнал, обрезанный по фазе, выдаваемый диммером с фазовым управлением, должен быть сначала декодирован. Полученная информация может быть использована для управления опорным напряжением при регулировании выходного сигнала. Хотя данная задача для разработчиков силовой электроники является сравнительно простой, здесь все же есть несколько подводных камней. Сразу очевидна разница — нагрузка перестала быть чисто резистивной. Вместо этого преобразователь представляет собой реактивную нагрузку, подключенную к диммеру с фазовым управлением, поскольку внутри его схемы содержатся как индуктивные, так и емкостные компоненты. Это ведет к тому, что традиционный преобразователь начинает страдать из-за резких передних фронтов напряжения, обрезанного по фазе. Для уменьшения выбросов, спровоцированных такими резкими фронтами, разработчики обычно применяют стандартные RC-демпфирующие методы. Однако такой подход всегда связан с дополнительными потерями мощности. Еще большая проблема возникла по совсем неожиданной причине. Эффективность современных LED намного выше, чем у ламп накаливания, которые теряют более 75% светового выхода в инфракрасном спектре в виде тепла. LED наоборот обеспечивают наибольший световой выход в видимом спектре. Последние разработки LED высокой яркости в 5—6 раз более эффективны по сравнению с лампами накаливания. Это означает, что LED-устройство мощностью 10—12 Вт может заменить 60-Вт лампу накаливания. Экономия электроэнергии огромна для потребителя, но не для диммера с фазовым управлением, к которому предъявлены требования по минимальному значению удерживающего тока. При использовании диммера для управления LED-устройством может произойти пропуск включения симистора — из-за подачи на него недостаточного тока, способного поддерживать его в открытом состоянии на протяжении всей фазы проводимости, когда ток и напряжение уменьшаются. Все это ведет к появлению ошибок при декодировании значений угла зажигания, зависящих от момента возникновения пропусков включения диммера (см. рис. 2).

Снижение эффективности

Перед разработчиками стоят две задачи: организация эффективного преобразования энергии от сети до LED-нагрузки и обеспечение корректной работы диммера с фазовым управлением при минимальном подводе дополнительной электроэнергии. Новые нормативные правила по качеству электроэнергии диктуют необходимость применения во многих современных LED-системах корректоров коэффициента мощности (ККМ). Если входной ток имеет искаженную форму и полностью совпадает по фазе с входным напряжением, коэффициент мощности равен единице. Любой фазовый сдвиг или искажение входного тока из-за реактивных элементов и шумов переключения в схеме снижают это значение. Поскольку в большинстве LED-систем используются ККМ, входной ток в них, как правило, полностью соответствует входному напряжению. Это означает, что диммер с фазовым управлением имеет пропуски включения ближе к концу фазы проводимости, когда ток и напряжение уменьшаются. Все это ведет к появлению ошибок при декодировании значений угла зажигания, зависящих от момента возникновения пропусков включения диммера (см. рис. 2).

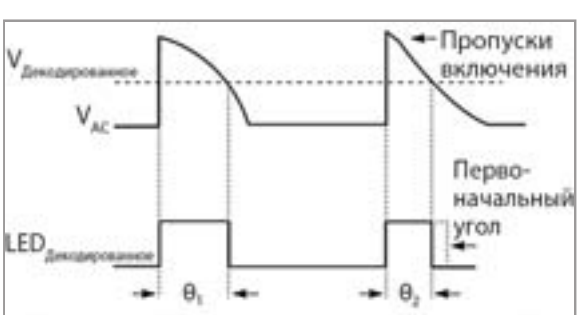


Рис. 2. Большинство LED-систем оснащены ККМ, обеспечивающими синфазность тока и напряжения

Основные подходы к проблеме величины тока удержания

Самый простой способ выполнения требований по величине тока удержания заключается в подключении добавочного сопротивления нагрузки, позволяющего схеме поддерживать минимальный входной ток во всем интервале проводимости. Правда, такой метод является весьма неэффективным. Например, при замене 100-Вт лампы накаливания 15-Вт LED-устройством, данный способ фиксации тока удержания может привести к 10—20% потере эффективности. Более сложный подход заключается в линейном увеличении нагрузки в каждом полупериоде, для чего в фазе проводимости организовывается линейно возрастающая подача дополнительного тока удержания, достигающего своего максимума в конце этой фазы. Такой метод может существенно снизить эффективность регулятора. К тому же, он трудно осуществим в широком рабочем диапазоне. Например, при использовании 15-Вт LED-устройства с универсальным входом на 85...305 В худшие условия по току удержания наступают при 305 В, когда ток минимален. Чтобы при подаче на вход устройства переменного напряжения 305 В поддерживать симистор в открытом состоянии на протяжении всей фазы проводимости, приходится прибавлять значительный ток удержания. Поскольку рассматриваемое устройство имеет универсальный вход, при 85 В приходится добавлять ток удержания в четыре раза больший, чем необходимо, что является огромной тратой электроэнергии.

Динамическое удержание

Наиболее эффективный способ заключается в регулировании минимального входного тока. При таком подходе не требуется дополнительного тока удержания при превышении входным током точки регулирования. Ниже точки регулирования в схеме течет достаточный ток для поддержания требуемого уровня минимального тока удержания. Контроллер LM3450 применяет этот метод, называемый динамическим удержанием (см. рис. 3). Чувствительный резистор, помещенный между диодной мостовой схемой и выводом заземления (hold), что позволяет поддерживать минимальный входной ток. Такой подход позволяет минимизировать рассеяние мощности. Очевидно, что при динамическом удержании необходимо обеспечивать корректное декодирование фазового угла и подачу на преобразователь соответствующей команды регулятора. При этом в процессе декодирования требуется предотвращать пропуски срабатывания симистора, чтобы не произошло случайного изменения угла зажигания, приводящего к мерцанию света.

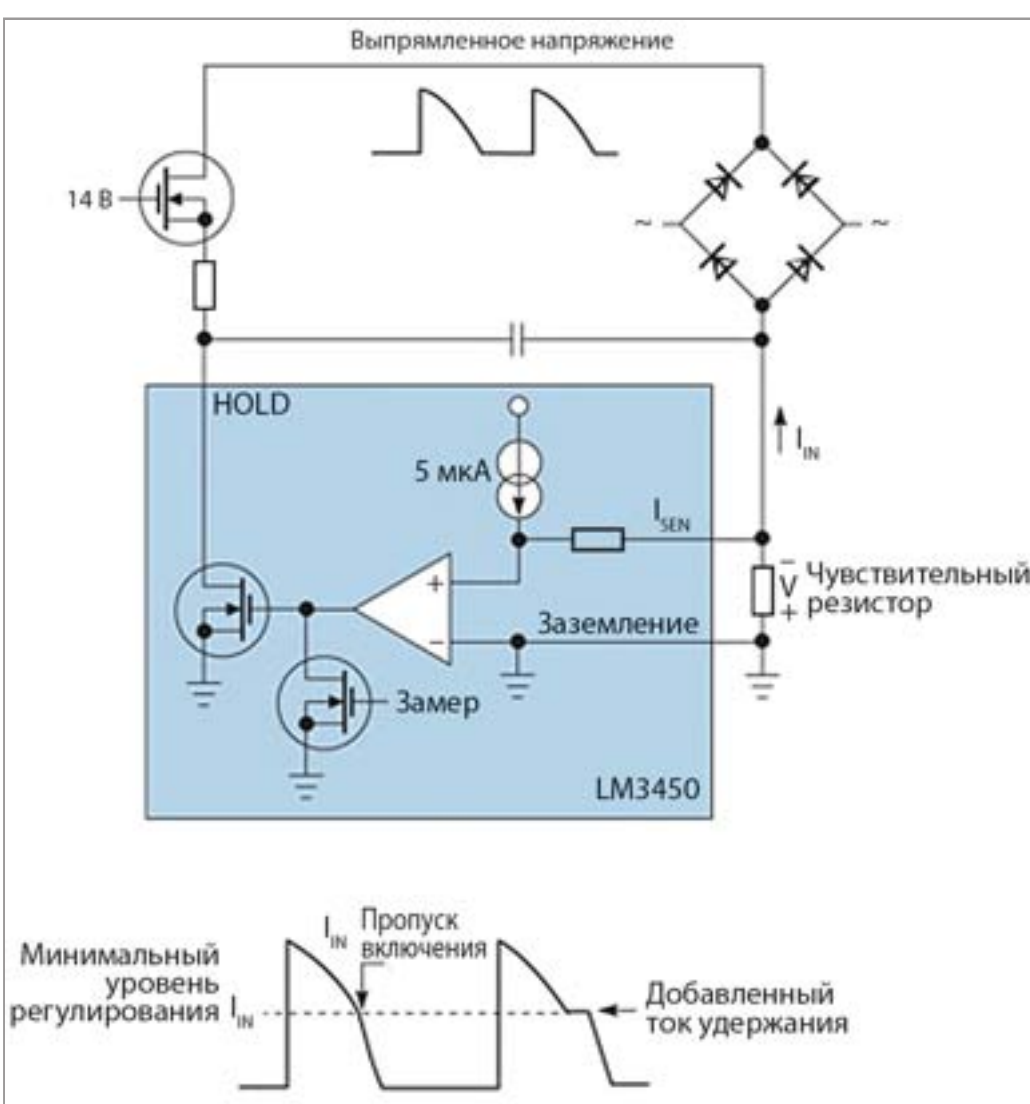


Рис. 3. Схема динамического удержания

При внимательном рассмотрении системы становится очевидным отсутствие необходимости декодировать угол в каждом цикле. Применение дискретного принципа может даже повысить эффективность системы. При таком подходе дополнительный ток удержания подается только в дискретные интервалы, когда проводится декодирование. В остальные циклы добавления тока не требуется. Контроллер LM3450 применяет такую схему дискретного фазового декодирования, при которой динамическое удержание активно только в дискретные интервалы проведения замеров. Для проверки такого подхода была разработана схема освещения на 15 Вт, 120 В, в которой использовались два метода: поддержание фиксированного тока удержания 20 мА и динамическая поддержка тока удержания, превышающего 70 мА (см. рис. 4).

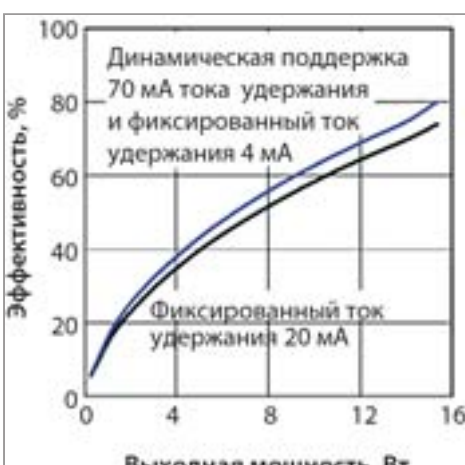


Рис. 4. Схема освещения на 15 Вт и 120 В

При втором методе (при тестировании более чем 20 типов диммеров) обеспечивается полный диапазон регулирования и зафиксировано улучшение эффективности на 6%. Однако при таком подходе перед разработчиками возникает сложная проблема. Предварительный анализ не касался влияния на преобразователь входного фильтра электромагнитных помех (ЭМП). К каждому преобразователю нормативные документы предъявляют требования по фильтрации кондуктивных и наведенных ЭМП. К сожалению, введение в схему реактивных компонентов с сетевой стороны выпрямительного моста влияет на значение тока, измеренного на другой стороне этого моста (на стороне выпрямленного тока). В конце фазы проводимости, когда наблюдается максимальное значение скорости изменения входного напряжения dv/dt , эта проблема становится наиболее острой. В этой точке большая часть тока преобразователя проходит через конденсаторы фильтрации ЭМП, и симистор получает даже меньше тока, чем ожидалось. Чтобы исключить неточность измерений, нужно увеличить минимальный уровень регулирования входного тока и минимизировать емкость фильтра ЭМП.

Публикуется с разрешения EDN

[Вы можете скачать эту статью в формате pdf здесь.](#)

Оцените материал:

□ □ □ □ □

Автор: Джеймс Паттерсон (James Patterson), National Semiconductor

[Печатать](#)

[Плюс](#)

[Рекомендовать](#)

Руководителям ⇒ Обзоры, аналитика ⇒ Дисплеи, оптоэлектроника и светотехника

Комментарии

0 / 0

0 / 0

Прокомментировать

Представьте E-mail

Пароль

Заголовок

Текст комментария

+ Отправить