НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

№5 (97), 2011 г.

Информационно-технический журнал

Учредитель – ООО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-43993

Редактор:
Геннадий Каневский
vesti@compel.ru
Выпускающий редактор:
Анна Заславская

Редакционная коллегия:
Андрей Агеноров
Александр Гурин
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Александр Маргелов
Николай Паничкин
Борис Рудяк

Дизайн, графика, верстка:
Елена Георгадзе
Евгений Торочков

Распространение:
Анна Заславская

Электронная подписка:
www.compeljournal.ru

Отпечатано:
«Гран При»
г. Рыбинск

Тираж – 1500 экз.
© «Новости электроники»
Подписано в печать:
15 июля 2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ

БРЕНД НОМЕРА: *ON SEMICONDUCTOR*

ON Semiconductor – это энергоэффективные решения плюс инструментарий для моделирования
Джефф Томсон 3

Один ШИМ и три светодиода: разработка источника питания для светодиодной линейки
Кирилл Автушенко 5

Электронный балласт для светодиодных ламп на базе контроллера NCP1351
Александр Самарин 9

Питание светодиодов до 1 Вт: светодиодные драйверы NSI45/50xxx
Ирина Ромадина 13

В автомобиле и не только: применение линейных драйверов светодиодов NUD4001/4011
Евгений Звонарев 16

Встроенная коррекция мощности: линейка светодиодных драйверов NCL30xxx
Ирина Ромадина 18

Со встроенным ключом на 1,5 А: драйверы мощных светодиодов NCP/NCV 3065/3066 от ONS
Роман Криночкин 23

Светодиодные драйверы с префиксом CAT (CATALYST) – это тоже продукция ON SEMI
Александр Самарин 25

ON Semiconductor®

В НОМЕРЕ 6: РЕЗИСТОРЫ, КОНДЕНСАТОРЫ И ДРУГИЕ СОЛДАТЫ ЭЛЕКТРОНИКИ ОТ VISHAY

- От создателей технологии: 10 причин выбрать фольговые резисторы Vishay
- До 72000 мкФ: танталовые и wet-танталовые конденсаторы Vishay
- Фильтрация помех и энергия для DC/DC: индуктивности IHLP от Vishay

Если вы хотите предложить интересную тему для статьи в следующий номер журнала – пишите на адрес *vesti@compel.ru* с пометкой «Тема в номер» или в рубрику «Я – автор» раздела «Разработчикам» сайта *www.compel.ru.*

ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Приведу три факта, а ваша задача — сделать на их основании свои выводы.

Первый: с момента образования в 1999 году на базе полупроводникового бизнеса Motorola, компания ON Semiconductor провозгласила главной сферой деятельности электропитание, управление им и энергосбережение. И хотя за двенадцать лет существования ON Semi присоединила несколько полупроводниковых компаний, занимавшихся выпуском различной нишевой продукции — от EEPROM до специализированных процессоров обработки аналогового сигнала, образ ON Semi как одного из ведущих мировых экспертов в области электропитания не изменился.

Второй: занимаясь электропитанием, ON Semi не могла обойти стороной такую важную его часть, как питание светодиодов — всего широкого спектра этих изделий: от светодиодов подсветки и сигнальных до осветительных. Одним из важнейших приобретений ON Semi стала покупка в июле 2008 года калифорнийской полупроводниковой компании Catalyst Semiconductors. Catalyst — это цифровые потенциометры, интегральные DC/DC, линейные регуляторы, EEPROM и — внимание! — драйверы светодиодов. С присоединением номенклатуры Catalyst к уже имевшейся у ON Semi линейке и выпуском нескольких новых изделий количество представляемых ON Semi драйверов светодиодов достигло внушительной цифры 85, уступая по объему среди всей номенклатуры ИС ONS только линейным регуляторам напряжения и DC/DC. Что называется — «исполним любой ваш каприз».

И третий: компания ON Semiconductor приобрела мировую известность в первую очередь как поставщик электронных компонентов для систем управления питанием в электронном оборудовании, используемом

- в автомобильной промышленности,
- в телекоммуникационных и компьютерных системах,
- в бытовой технике и современных цифровых «гаджетах» потребительского рынка,
- в медицинском и промышленном оборудовании,
- в военных и аэрокосмических системах.

Этот перечень приведен по убыванию объема поставляемых для того или иного сектора компонентов. Легко увидеть, что автомобильная электроника — на первом месте. Достаточно сказать, что ON Semi — давний поставщик таких гигантов, как General Motors и Ford Motors. Соответственно, значительная часть ИС питания светодиодов «заточена» именно под автомобильные приложения. Применение светодиодов в бортовой электронике и световой сигнализации автомобилей растет лавинными темпами. Но и для потребителей в других секторах эти изделия представляют значительный интерес: ведь автомобильные стандарты предусматривают расширенный температурный диапазон, повышенную устойчивость к вибрациям и электромагнитным помехам. Тем, кто занят проектами, предусматривающими применение светодиодов в промышленности с жесткими условиями по температуре и вибрациям, а также — в ЖКХ или наружной рекламе для российских реалий также следует обратить внимание на изделия ON Semi.

Предваряя сделанный вами вывод, хочу представить вашему вниманию номер «Новостей электроники», целиком посвященный решениям ON Semi для питания светодиодов. Всего спектра этих изделий — от сигнальных до осветительных.

С уважением,
Геннадий Каневский

Джефф Томсон (ON Semiconductor)

ON SEMI – ЭТО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПЛЮС ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

В интервью редактору «Новостей электроники» Геннадию Каневскому ***Вице-президент компании ON Semiconductor по мировым дистрибьюторским продажам Джефф Томсон*** *рассказывает о наиболее востребованных группах изделий компании, о решениях для* ***полупроводниковой светотехники*** *и — о грядущих приобретениях ON Semi.*

Геннадий Каневский: **Что Вы думаете о перспективах развития ON Semiconductor в России? Насколько, на Ваш взгляд, продукция ON Semi должна быть интересна российским разработчикам электронных устройств?**

Джефф Томсон: Мы рассчитываем увеличивать наше присутствие на российском рынке, имея огромные возможности в:

- Промышленном секторе (системы управления питанием; системы интеллектуального учета, например энергии или газа; устройства позиционного управления для промышленной автоматизации и устройства промышленной передачи данных — PLC- и HART-модемы);
- Потребительской сфере (системы безопасности для автомобилей и домов; камеры видеонаблюдения; POS-оборудование; декодеры каналов кабельного телевидения, отвечающие тенденциям быстро развивающегося рынка наземного и спутникового вещания);
- Медицинском оборудовании (медицинские системы визуализации и приложения для диагностики).

On Semi имеет широкую номенклатуру устройств для обработки аналоговых, цифровых и смешанных сигналов и заказных микросхем (ASICs). Кроме того на нашем сайте имеются различные интерактивные блок-схемы и инструментарий для моделирования будущей разработки, использование которых поможет российским инженерам ускорить ее и сделать более эффективной.

Г.К.: **Данный номер журнала «Новости Электроники» посвящен световым решениям от ON Semiconductor, и нашим читателям было бы интересно знать: насколько широко в линейках продукции представлены такие решения и насколько полно они охватывают тему света?**

Д.Т.: ON Semiconductor предлагает широкий спектр световых решений для автомобильного, потребительского и промышленного рынков. Выбор зависит от типа источников питания (с низкой, средней или высокой — более 200 Вт — мощностью), от схемы подключения светодиодов (последовательная, параллельная, комбинированная) и вариантов исполнения преобразователей напряжений — линейного или переключающего (buck, boost, fly-back) типов. Инженеры могут использовать онлайновые инструменты моделирования, которые помогут им сделать правильный выбор устройства, провести электротехническое моделирование и получить полные спецификации, необходимые для производства.

Г.К.: **Какие еще группы продукции пользуются большим успехом на российском рынке?**

Д.Т.: У российских разработчиков пользуются успехом ИС для источников питания (AC/DC- и DC/DC-преобразователи как линейного, так и переключающего типов для промышленных и потребительских применений), ESD- и EMI-устройства защиты сети и системы управления двигателем, например, драйверы и MOSFETs.

Г.К.: **Во всем мире сейчас очень остро стоит вопрос энергоэффективности. Расскажите, пожалуйста, какие решения может предложить ON Semi?**

Д.Т.: ON Semiconductor является ведущим поставщиком в области энергоэффективных решений на базе кремния. Наш многолетний опыт мы используем в разработке и производстве электроники, которая соответствует и превосходит такие мировые стандарты по энергоэффективности, как Energy Star, 80Plus и требования Blue Angel по потреблению. У нас есть референс-дизайн для ATX-блоков питания с КПД более 85% и технические решения для телевизионных блоков питания с очень низким потреблением в режиме ожидания (stand-by). Мы предлагаем широкий ассортимент AC/DC- и DC/DC-контроллеров и регуляторов для блоков питания с высокой эффективностью и широкий ассортимент PFC-устройств.

Г.К.: **Известно, что ON Semi постоянно идет по пути слияний и поглощений. В этом году компания приобрела Sanyo Semiconductor Co. — подразделение Sanyo по производству микроконтроллеров, и бизнес-юнит компании Cypress Semiconductor Corp. по производству сенсорных матриц для фотоаппаратов. Какие у вас планы на будущее? Who is the next?**

Д.Т.: В наших планах продолжать расширять линейки предлагаемой нами продукции как посредством естественного развития (наших новых разработок), так и за счет присоединений. Хотя я не могу рассказать вам о планах на ближайшее будущее, могу сказать, что будем продолжать идти по этому пути, если приобретение будет для нас выгодным — то есть поможет расширить наш ассортимент или принесет выгоду нашим клиентам и акционерам.

Г.К.: **Вы когда-нибудь были в России? Если да, то какие у вас остались впечатления? Что бы вы хотели пожелать российским инженерам-разработчикам, читающим «Новости электроники»?**

Д.Т.: Я еще не имел удовольствия посетить Россию, хотя надеюсь, что смогу сделать это в ближайшем будущем. Я считаю, что Российский рынок электронной промышленности обладает огромным потенциалом, и мы рады принять участие в его развитии. Я надеюсь, что ваши читатели получат возможность ознакомиться с ассортиментом продукции On Semiconductor. Мы искренне верим, что можем предложить продукты и услуги мирового уровня, использование которых в своих разработках поможет вашим читателям выйти не только на внутренний рынок, но и на мировой.

Я приглашаю всех читателей посетить наш сайт и посмотреть, что мы можем предложить.

Продукция ON Semiconductor

Применение / Функциональная группа	Управление питанием	Наружная реклама	Уличное освещение	Внутреннее освещение	Автоэлектроника	Компьютерная техника	Медицинское оборудование	Потребительская техника, цифровые «гаджеты»	Промышленная электроника	Коммуникации и связь	Контрольно-измерительное оборудование	Военные/аэрокосмические системы
AC/DC-преобразователи	•	✸	✸	✸		•		•	•	•		•
DC/DC-преобразователи	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	•
ИОН и супервизоры напряжения	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	•
Термодатчики	•	✸	✸	✸	•	•		•	•			•
Биполярные и полевые транзисторы	•	✸	✸	✸	•	•		•	•			•
Аналоговые ключи	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	•
Усилители и компараторы	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	•
EMI/RFI-фильтры	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	•
Диоды	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	•
Тиристоры	•	✸	✸	✸	•				•			
Драйверы светодиодов и ЖКИ		✸	✸	✸	•		•	•	•	•	•	
Промышленные интерфейсы					•				•	•	•	
Микросхемы формирования и распределения тактовых сигналов						•		•	•	•	•	•
Стандартная и дифференциальная логика	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	•
Цифровые потенциометры	•	✸	✸	✸	•	•	•	•	•	•	•	
Аудио DSP							•	•	•			

Кирилл Автушенко (КОМПЭЛ)

ОДИН ШИМ И ТРИ СВЕТОДИОДА: РАЗРАБОТКА ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНОЙ ЛИНЕЙКИ

Дано: линейка из трех последовательно включенных ***осветительных светодиодов.*** *Задача: спроектировать для нее пятиваттный* ***источник питания со стабилизацией тока.*** *Решение: эталонная разработка* ***ON Semiconductor*** *на базе* ***контроллера NCP1014.***

Микросхема **NCP1014** представляет собой ШИМ-контроллер с фиксированной частотой преобразования и встроенным высоковольтным ключом. Дополнительные внутренние блоки, реализованные в составе микросхемы (см. рис. 1), позволяют ей обеспечить весь спектр функциональных требований, предъявляемых к современным источникам питания.

Контроллеры серии **NCP101X** были подробно рассмотрены в статье Константина Староверова [1] в номере 3 журнала за 2010 год, поэтому, в статье мы ограничимся рассмотрением лишь ключевых особенностей микросхемы NCP1014 [2], а основное внимание уделим рассмотрению особенностей расчета и механизма работы ИП, представленного в эталонном дизайне.

Особенности контроллера NCP1014

- Интегрированный выходной 700-вольтовый MOSFET-транзистор с малым сопротивлением открытого канала (11 Ом);
- обеспечение выходного тока драйвера до 450 мА;
- возможность работы на нескольких фиксированных частотах преобразования – 65 и 100 кГц;
- частота преобразования варьируется в пределах ±3…6% относительно ее предустановленного значения, что позволяет «размыть» мощность излучаемых помех в пределах определенного частотного диапазона и тем самым снизить уровень EMI;
- встроенная высоковольтная система питания способна обеспечить работоспособность микросхемы без применения трансформатора с третьей вспомогательной обмоткой, что в значительной мере упрощает намотку трансформатора. Данная особенность обозначается производителем как DSS (*Dynamic Self-Supply* – автономное динамическое питание), однако его использование ограничивает выходную мощность ИП;
- возможность работать с максимальной эффективностью при малых токах нагрузки благодаря режиму пропуска импульсов ШИМ, что позволяет добиться малой мощности холостого хода – не более 100 мВт при питании микросхемы от третьей вспомогательной обмотки трансформатора;
- переход в режим пропуска импульсов происходит при снижении тока потребления нагрузки до значения 0,25 от номинально заданного, что снимает проблему генерации акустических шумов даже при использовании недорогих импульсных трансформаторов;
- реализована функция плавного запуска (1 мс);
- вывод обратной связи по напряжению напрямую подключается к выходу оптопары;

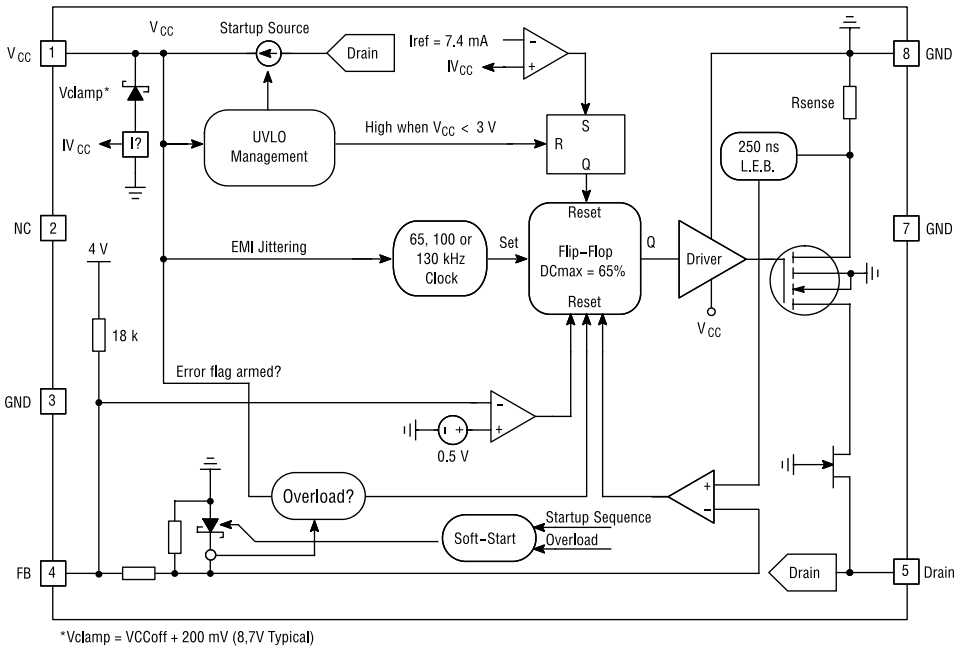

Рис. 1. **Упрощенная внутренняя схема NCP1014**

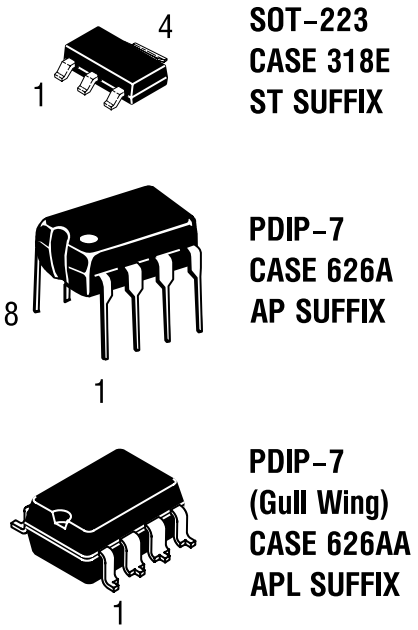

Рис. 2. **Корпусировка и маркировка NCP1014**

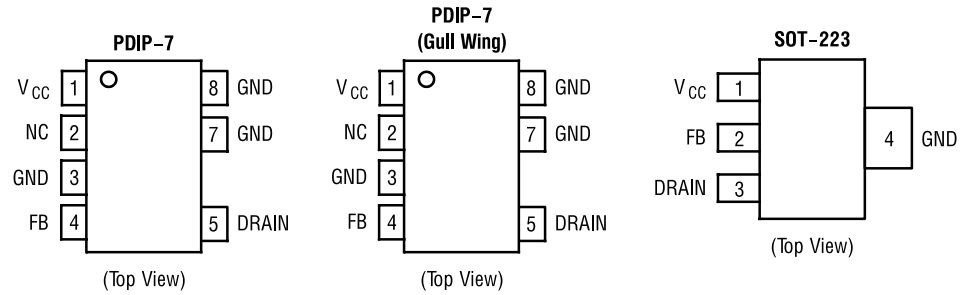

Рис. 3. **Схема расположения выводов**

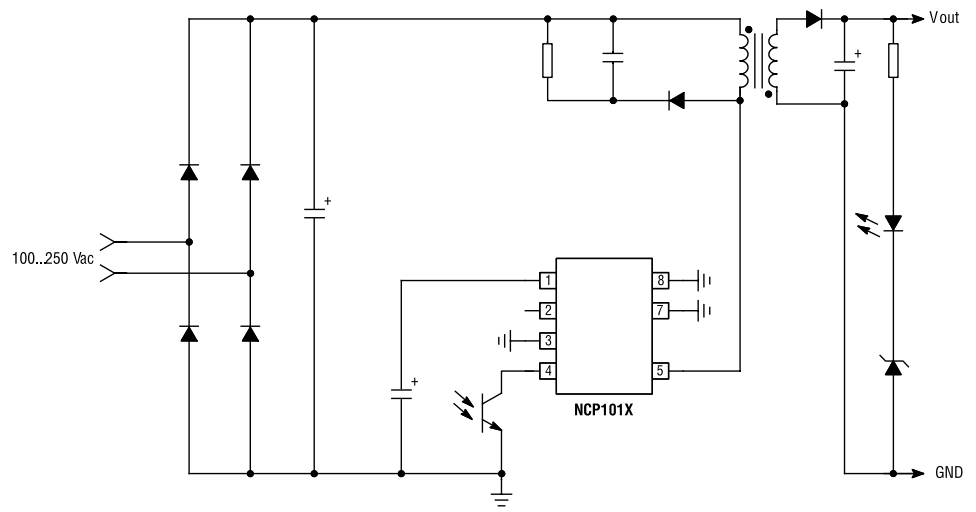

Рис. 4. **NCP1014 в схеме обратноходового (flyback) преобразователя**

• реализована система защиты от короткого замыкания с последующим возвратом в нормальный режим работы после его устранения. Функция позволяет отслеживать как непосредственно короткое замыкание в нагрузке, так и ситуацию с обрывом цепи обратной связи в случае повреждения развязывающей оптопары;

• встроенный механизм защиты от перегрева.

Контроллер NCP1014 выпускается в корпусах трех типов – SOT-223, PDIP-7 и PDIP-7 GULLWING (см. рис. 2) с расположением выводов, показанном на рис. 3. Последний корпус является особой версией корпуса PDIP-7 со специальной формовкой выводов, что делает его пригодным для поверхностного монтажа.

Типовая схема применения контроллера NCP1014 в обратноходовом (*Flyback*) преобразователе представлена на рисунке 4.

Метод расчета ИП на базе контроллера NCP1014

Рассмотрим метод пошагового расчета обратноходового преобразователя на базе NCP1014 на примере эталонной разработки ИП выходной мощностью до 5 Вт для питания системы из трех последовательно-включенных светодиодов [3]. В качестве светодиодов рассмотрены одноваттные белые светодиоды с током нормировки 350 мА и падением напряжения 3,9 В.

Первым шагом является определение входных, выходных и мощностных характеристик разрабатываемого ИП:

• диапазон входного напряжения – Vac(min) = 85 В, Vac(max) = 265 В;

• выходные параметры – Vout = 3 x 3,9 В ≈ 11,75 В, Iout = 350 мА;

• выходная мощность – Pout = Vout x Iout = 11,75 В x 0,35 А ≈ 4,1 Вт

• входная мощность – Pin = Pout/η, где η – оценочный КПД = 78%

Pin = 4,1 Вт/0,78 = 5,25 Вт

• диапазон входного напряжения по постоянному току

Vdc(min) = Vdc(min) x 1,41 = 85 x 1,41 = 120 В (dc)

Vdc(max) = Vdc(max) x 1,41 = 265 x 1,41 = 375 В (dc)

• средний входной ток – Iin(avg) = Pin / Vdc(min) ≈ 5,25/120 ≈ 44 мА

• пиковый входной ток – Ipeak = 5 x Iin(avg) ≈ 220 мА.

Первым входным звеном является предохранитель и EMI-фильтр, и их выбор является **вторым шагом** при проектировании ИП. Предохранитель должен выбираться исходя из значения тока разрыва, и в представленной разработке выбран предохранитель с током разрыва 2 А. Мы не будем углубляться в процедуру расчета входного фильтра, а лишь отметим, что степень подавления синфазных и дифференциальных помех в значительной мере зависит от топологии печатной платы, а также близости расположения фильтра к разъему питания.

Третьим шагом является расчет параметров и выбор диодного моста. Ключевыми параметрами здесь являются:

• допустимое обратное (блокирующее) напряжение диода – VR ≥ Vdc(max) = 375 В;

• прямой ток диода – IF ≥ 1,5 x Iin(avg) = 1,5 x 0,044 = 66 мА;

• допустимый ток перегрузки (*surge current*), который может достигать пятикратного значения среднего тока:

IFSM ≥ 5 x IF = 5 x 0,066 = 330 мА.

Четвертым шагом является расчет параметров входного конденсатора, устанавливаемого на выход диодного моста. Размеры входного конденсатора определяются пиковым значением выпрямленного входного напряжения и заданным уровнем входных пульсаций. Больший входной конденсатор обеспечивает более низкие значения пульсаций, но увеличивает пусковой ток ИП. В общем случае емкость конденсатора определяется следующей формулой:

Cin = Pin/[fac x (V^2dc(min) – (Vdc(min) – ΔV)^2)], где

fac – частота сети переменного тока (60 Гц для рассматриваемого дизайна);

ΔV – допустимый уровень пульсаций (20% от Vdc(min) в нашем случае).

Cin = 5,25/[60 x (120^2 – 96^2)] = 17 мкФ.

В нашем случае мы выбираем алюминиевый электролитический конденсатор емкостью 33 мкФ.

Пятым и основным шагом является расчет моточного изделия – импульсного трансформатора. Расчет трансформатора является наиболее сложной, важной и «тонкой» частью всего расчета источника питания. Основными функциями трансформатора в обратноходовом преобразователе является накопление энергии при замкнутом управляющем ключе и протекании тока через его первичную обмотку, а затем – ее передача во вторичную обмотку при отключении питания первичной части схемы.

С учетом входных и выходных характеристик ИП, рассчитанных на первом шаге, а также требования по обеспечению работы ИП в режиме непрерывного тока трансформатора, максимальное значение коэффициента заполнения (*duty cycle*) равно 48%. Все расчеты трансформатора мы будем проводить, основываясь на данном значении коэффициента заполнения. Обобщим расчетные и заданные значения ключевых параметров:

• частота работы контроллера fop = 100 кГц

Таблица 1. **Обзор оценочных плат**

Код заказа	Наименование	Краткое описание
NCP1014LEDGTGEVB	Драйвер светодиодов мощностью 8 Вт с коэффициентом мощности 0,8	Плата разработана с целью демонстрации возможности построения LED-драйвера с коэффициентом мощности > 0,7 (стандарт Energy Star) без применения дополнительной микросхемы PFC. Выходная мощность (8 Вт) делает представленное решение идеальным для питания структур подобных Cree XLAMP MC-E, содержащих четыре последовательных светодиода в одном корпусе.
NCP1014STBUCGEVB	Неинвертирующий понижающий преобразователь	Плата является доказательством утверждения, что контроллера NCP1014 достаточно для построения ИП низкого ценового диапазона для жестких условий работы.

- коэффициент заполнения dmax = 48%
- минимальное входное напряжение Vin(min) = Vdc(min) – 20% = 96 В
- выходная мощность Pout = 4,1 Вт
- оценочное значение КПД η = 78%
- пиковое значение входного тока Ipeak = 220 мА

Теперь мы можем произвести расчет индуктивности первичной обмотки трансформатора:

Lpri = Vin(min) x dmax/(Ipeak x fop) = 2,09 мГн

Соотношение количества витков обмоток определяется уравнением:

Npri/Nsec = Vdc(min) x dmax/(Vout + V_F x (1 – dmax)) ≈ 7

Нам осталось проверить способность трансформатора «прокачать» через себя требуемую выходную мощность. Сделать это можно с помощью следующего уравнения:

Pin(core) = Lpri x I^2peak x fop/2 ≥ Pout

Pin(core) = 2,09 мГн x $0{,}22^2$ x 100 кГц/2 = 5,05 Вт ≥ 4,1 Вт.

Из результатов следует, что наш трансформатор может прокачать требуемую мощность.

Можно заметить, что здесь мы привели далеко не полный расчет параметров трансформатора, а лишь определили его индуктивные характеристики и показали достаточную мощность выбранного решения. По расчету трансформаторов написано множество трудов, и читатель может найти интересующие его методики расчета, например в [4] или [5]. Освещение этих методик выходит за рамки данной статьи.

Электрическая схема ИП, соответствующая проведенным расчетам, представлена на рисунке 5. Теперь пришла пора ознакомиться с особенностями приведенного решения, расчет которых не был приведен выше, но которые имеют большое значение для функционирования нашего ИП и понимания особенностей реализации защитных механизмов, реализуемых контроллером NCP1014.

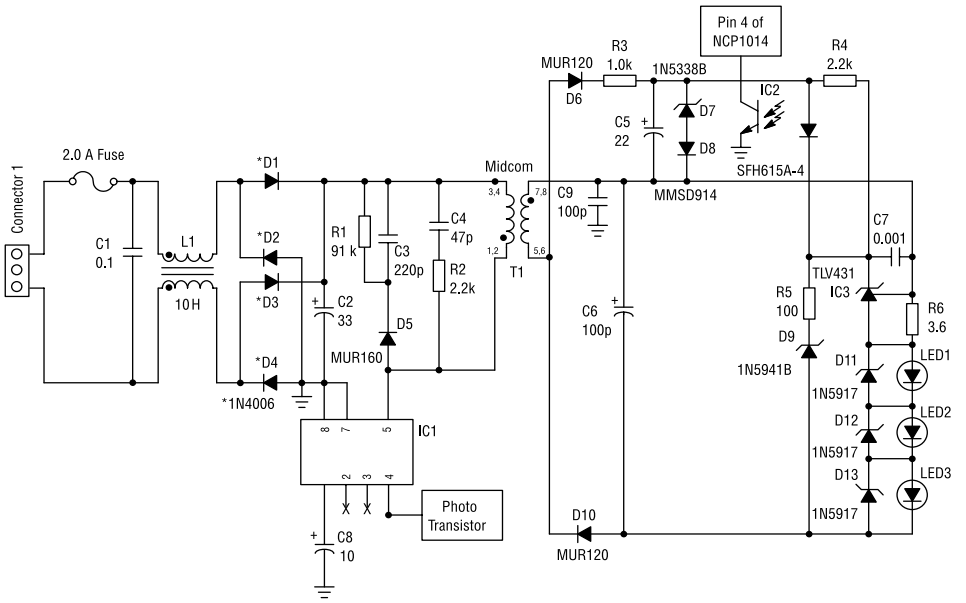

Рис. 5. **Принципиальная схема ИП**

Особенности работы схемы, реализующей ИП

Вторичная часть схемы состоит из двух основных блоков – блока передачи тока в нагрузку и блока питания цепи обратной связи.

При замкнутом управляющем ключе (прямой режим) работает схема питания цепи обратной связи, реализованная на диоде D6, токозадающем резисторе R3, конденсаторе C5 и стабилитроне D7, задающем совместно с диодом D8 требуемое напряжение питания (5,1 В) оптопары и шунт-регулятора IC3.

Во время обратного хода энергия, запасенная в трансформаторе, передается в нагрузку через диод D10. Одновременно осуществляется зарядка накопительного конденсатора C6, который сглаживает выходные пульсации и обеспечивает постоянное напряжение питания нагрузки. Ток нагрузки задается резистором R6 и контролируется шунт-регулятором IC3.

ИП имеет защиту от отключения нагрузки и короткого замыкания нагрузки. Защиту от КЗ осуществляет шунт-регулятор TLV431, основная роль которого – регулятор цепи ОС. Короткое замыкание возникает при условии короткого пробоя всех нагрузочных LED (в случае выхода из строя одного или двух LED их функции принимают на себя параллельные стабилитроны D11…D13). Значение резистора R6 подбирается так, чтобы при рабочем токе нагрузки (350 мА в нашем случае) падение напряжения на нем составляло менее 1,25 В. При возникновении КЗ ток через R6 резко возрастает, что приводит к открыванию шунта IC3 и включению оптопары IC2 и заставляет контроллер NCP1014 уменьшить выходное напряжение.

Механизм защиты от отключения нагрузки основан на включении стабилитрона D9 параллельно нагрузке. В условиях размыкания цепи нагрузки и, как следствие, повышения выходного напряжения ИП до 47 В происходит открытие стабилитрона D9. Это приводит к включению оптопары и заставляет контроллер снизить выходное напряжение.

Желаете познакомиться с NCP1014 лично? – Нет проблем!

Для тех, кто перед началом разработки собственного ИП на базе NCP1014 хочет убедиться в том, что это действительно простое, надежное и эффективное решение, компания ONSemiconductor выпускает несколько типов оценочных плат (см таблицу 1, рис. 6; доступны для заказа через компанию КОМПЭЛ).

Кроме того, существует еще несколько примеров готового дизайна различных ИП, помимо рассмотренного в статье. Это и 5 Вт AC/DC-адаптер для сотовых телефонов [6], и еще один вариант ИП для LED [7], а также большое количество статей по применению контроллера NCP1014, которые вы мо-

Рис. 6. **Внешний вид оценочной платы**

жете найти на официальном сайте компании ONSemiconductor – *http://www.onsemi.com.*

Компания КОМПЭЛ является официальным дистрибьютором ONSemiconductor и поэтому на нашем сайте *http://catalog.compel.ru* вы всегда можете найти информацию о доступности и стоимости микросхем, выпускаемых ONS, а также заказать опытные образцы, в том числе и NCP1014.

Заключение

Использование контроллера NCP1014, выпускаемого компанией ONS, позволяет разрабатывать высокоэффективные AC/DC-преобразователи для питания нагрузки стабилизированным током. Грамотное использование ключевых возможностей контроллера позволяет обеспечить безопасность работы конечного ИП в условиях размыкания или короткого замыкания нагрузки при минимальном числе дополнительных электронных компонентов.

Литература

1. Константин Староверов «Применение контроллеров NCP101X/102X при разработке сетевых источников питания средней мощности», журнал «Новости электроники», №3 , 2010, сс. 7-10.
2. *http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/NCP1010-D.PDF.*
3. *http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/AND8136-D.PDF.*
4. Мэк Раймонд. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению/Пер. с англ. Пряничникова С.В., М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008, – 272 с.: ил.
5. Вдовин С.С. Проектирование импульсных трансформаторов, Л.: Энергоатомиздат, 1991, – 208 с.: ил.
6. TND329-D. «5W Cellular Phone CCCV AC-DC Adepter»/*http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/TND329-D.PDF.*
7. TND371-D. «Offline LED Driver Intended for ENERGY STAR»/*http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/TND371-D.PDF.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

NCP4589 – LDO-регулятор с автоматическим энергосбережением

NCP4589 – новый КМОП LDO-регулятор на 300 мА от **ON Semiconductor.** NCP4589 переключается в режим низкого потребления при малой токовой нагрузке и автоматически переключается обратно в «быстрый» режим, как только нагрузка на выходе превышает 3 мА. NCP4589 может быть переведен в режим постоянной быстрой работы посредством принудительного выбора режима (управлением по специальному входу).

Основные характеристики NCP4589:

- Рабочий диапазон входных напряжений: 1,4...5,25 В
- Выходной диапазон напряжений: 0,8...4,0 В (с шагом 0,1 В)
- Входной ток в трех режимах:
  - Режим низкого потребления – 1,0 мкА при V_{OUT} < 1,85 В
  - Быстрый режим – 55 мкА
  - Режим энергосбережения – 0,1 мкА
- Минимальное падение напряжения: 230 мВ при I_{OUT} = 300 мА, V_{OUT} = 2,8 В
- Высокий коэффициент подавления пульсаций по напряжению: 70 дБ при 1 кГц (в быстром режиме).

NCP4620 – LDO-регулятор с широким диапазоном входных напряжений

NCP4620 – это КМОП LDO-регулятор на ток 150 мА от **ON Semiconductor** с диапазоном входных напряжений от 2,6 до 10 В. Устройство имеет высокую точность на выходе – порядка 1% – с низким температурным коэффициентом ±80 ppm/°C.

NCP4620 имеет защиту от перегрева и вход отключения (Enable), представлен в модификациях со стандартным выходом и выходом с автоматическим разрядом (Auto Discharge).

Основные характеристики NCP4620:

- Диапазон рабочего входного напряжения от 2,6 до 10 В (макс. 12 В)
- Диапазон выходных фиксированных напряжений от 1,2 до 6,0 В (с шагом 100 мВ)
- Прямое минимальное падение напряжения – 165 мВ (при 100 мА)
- Подавление пульсаций питания – 70 дБ
- Отключение питания микросхемы при перегреве до 165°C

Александр Самарин (г. Зеленоград)

ЭЛЕКТРОННЫЙ БАЛЛАСТ ДЛЯ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА NCP1351

Электронный балласт для светодиодных светильников** – это импульсный сетевой источник питания с выходным генератором тока, который обеспечивает стабильную работу во всем диапазоне питающих напряжений сети, а также комплексную защиту при перегрузках. Статья посвящена построению такого балласта с высокой эффективностью преобразования и малым уровнем ЭМИ на базе **ШИМ-контроллера NCP1351** компании **ON Semiconductor.

Типовая архитектура схемы электронного балласта для светодиодных светильников реализована на импульсном преобразователе напряжения. В зависимости от требуемой выходной мощности в структуре импульсного AC/DC-преобразователя могут быть использованы разные топологии. В частности, для реализации источников малой и средней мощности широко применяется топология обратноходового преобразования – Flyback. Структура Flyback-преобразователя состоит из диодного выпрямителя, емкостного фильтра, контроллера преобразователя, выходного силового ключа, импульсного трансформатора (рис. 1).

Для уменьшения уровня помех на входе дополнительно используется LC-фильтр.

В обратноходовом преобразователе длительность включенного состояния ключа больше длительности выключенного. Делается это для того, чтобы большее количество энергии было запасено в трансформаторе и передано в нагрузку. Обратная связь по напряжению организована через оптрон, а по току – через дополнительную обмотку силового трансформатора.

Ключевым элементом импульсного сетевого источника питания является микросхема ШИМ-контроллера. Его основная функция – управление силовыми транзисторами, стоящими в первичной цепи импульсного трансформатора, и поддержание выходного напряжения на заданном уровне с помощью сигнала обратной связи. Структура ШИМ-контроллеров также обеспечивает и дополнительные функции, повышающие эффективность и надежность источника питания:

- Ограничение тока и скважности импульсов в цепи управления силовыми транзисторами;
- Плавный запуск преобразователя после подачи питания (*Soft Start*);
- Встроенный динамический источник питания от высоковольтного входного напряжения;
- Контроль уровня входного напряжения с устранением «провалов» и «выбросов»;
- Защита от КЗ в цепи силового трансформатора и выходного выпрямителя;
- Температурная защита контроллера, а также ключевого элемента;
- Блокировка работы преобразователя при пониженном и повышенном входном напряжении;
- Оптимизация управления для дежурного режима и режима с пониженным током в нагрузке (пропуск циклов или переход на пониженную частоту преобразования);
- Оптимизация уровня ЭМИ.

Контроллер Flyback-преобразователей NCP1351

ШИМ-контроллер **NCP1351** компании ON Semiconductor является прекрасной основой для построения современных сетевых импульсных источников питания для широкого класса приложений, в частности – для светодиодных светильников. Микросхемы характеризует невысокая стоимость, высокая эффективность преобразования, экономичность за счет понижения энергопотребления в дежурном режиме, высокая надежность, обеспечиваемая наличием комплекса встроенных защит, а также низкий уровень ЭМИ.

В состав схемы преобразователя входят: входной фильтр, выпрямительный мост (в котором можно использовать недорогие диоды 1N4007), конденсатор фильтра, индуктивность фильтра, силовой ключ, выпрямительный диод и сглаживающий конденсаторный фильтр (рис. 2).

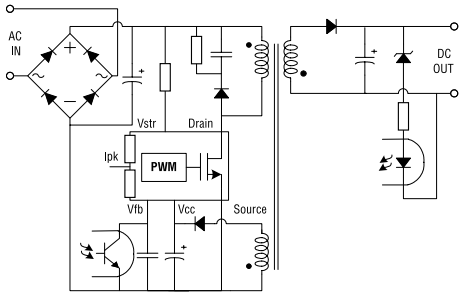

Рис. 1. **Типовая схема Flyback-преобразователя**

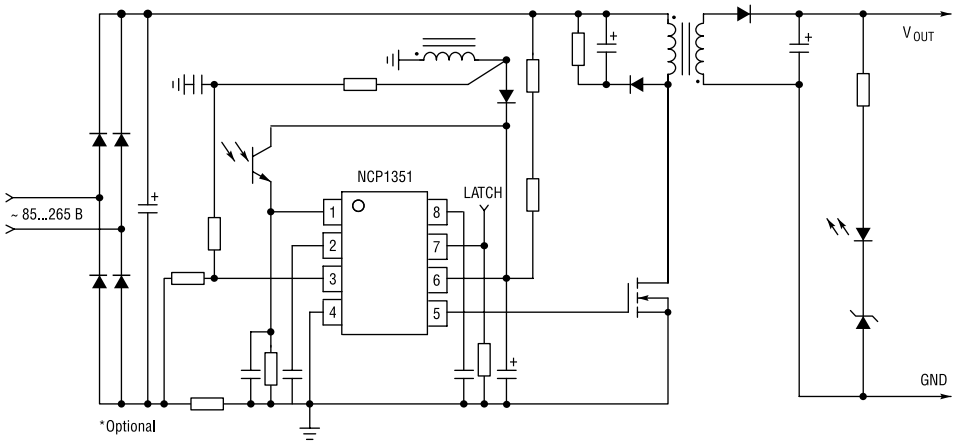

Рис. 2. **Структурная схема сетевого источника питания на базе NCP1351**

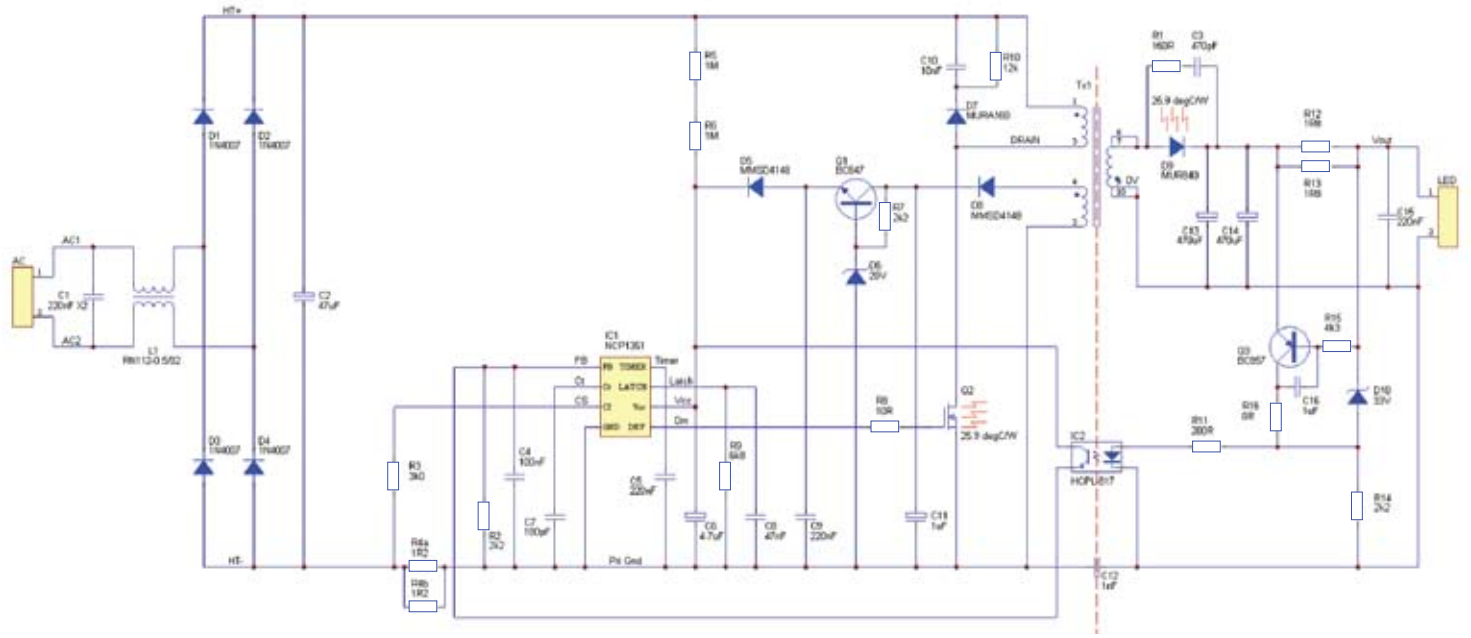

Рис. 3. **Схема электронного балласта для питания светодиодных светильников с мощностью до 25 Вт**

Микросхема имеет очень низкий ток покоя, позволяющий использовать высокоомные резисторы в схеме запуска преобразователя с питанием непосредственно от высоковольтной шины. Для управления используется технология фиксированного пикового тока в открытом состоянии ключа (*quasi fixed TON*). Контроллер снижает частоту переключения при уменьшении нагрузки. В результате источник питания (ИП) на базе NCP1351 обеспечивает отличную эффективность при изменении тока в нагрузке. Внешний подстраиваемый таймер непрерывно следит за наличием и уровнем сигнала обратной связи для того, чтобы обеспечить защиту ИП от короткого замыкания и токовой перегрузки. При срабатывании таймера NCP1351 прекращает работу и остается в режиме защелки для версии прибора A или же пытается выполнить перезапуск для версии прибора B. Блокировка работы преобразователя по входу LATCH производится при одном из двух условий: при повышении тока в обмотке трансформатора датчика перегрузки в первичной цепи или же по сигналу оптрона о перегрузке во вторичной цепи.

Блокировка срабатывает при обнаружении повышенного тока в цепи нагрузки, например, при коротком замыкании. Условие короткого замыкания определяется таймером длительностью 80 мс. Если повышенный ток детектируется более 80 мс, то ситуация оценивается как аварийная, и работа преобразователя блокируется.

Внутренняя структура контроллера потребляет минимальный уровень тока при запуске преобразователя. Этот базовый параметр особенно важен при проектировании ИП с низким потреблением в дежурном режиме. Технология токового датчика в цепи обратной связи с отрицательным током позволяет минимизировать уровень шума преобразователя при переключениях, обеспечивая максимальный уровень напряжения на резисторе токового датчика. Мощность рассеивания на датчике при этом минимальная.

Основные параметры контроллера:

- Квазипостоянный режим частотного регулирования тока (Quasi-fixed TON) и переменное время нахождения в фазе выключенного состояния;
- Очень низкий уровень тока при запуске преобразователя;
- Режим сжатия сигнала пикового тока, уменьшающий уровень акустического шума трансформатора;
- Возможность регулировки как в первичной, так и во вторичной цепях;
- Наличие входа блокировки защиты OTP, OVP;
- Использование дизеринга для улучшения спектра ЭМИ;
- Наличие внешней защиты от Easy External Over Power Protection (OPP);
- Защита при пониженном напряжении на входе;
- Очень низкий уровень потребления в дежурном режиме за счет режима расширения фазы выключенного состояния;
- Корпус SOIC-8;
- Защита от сверхтоков, с режимом защелки или автовосстановления после перегрузки (реализована в версиях A и B);
- Двухступенчатая защита от токовой перегрузки с защелкой или автовосстановлением после перегрузки (реализована в версиях C и D).

Области применения:

- Дополнительный ИП в системах энергопитания;
- Сетевой источник питания для принтеров, игровых приставок, дешевых сетевых адаптеров;
- Зарядные устройства для аккумуляторов;
- Электронный балласт светодиодных светильников.

Рассмотрим подробнее некоторые полезные функции, реализованные в структуре контроллера, позволяющие улучшить эффективность преобразования и надежность работы в критических режимах.

Функция блокировки (Latch) при аварийных ситуациях. Переход в аварийный режим при обнаружении критических ситуаций может предусматривать как принудительное ограничение тока, так и полную блокировку работы преобразователя. При блокировке останавливается задающий ШИМ-генератор, и запрещается подача активного сигнала для силового транзистора. В зависимости от типа или модификации микросхем возможны два сценария блокировки (*Latch*). В первом случае преобразователь «защелкивается» и не меняет свое состояние, даже если условие, вызвавшее его, уже пропало. Восстановление работы преобразователя возможно лишь после выключения сетевого напряжения и повторного включения питания. Во втором случае реализуются попытки автовосстановления (autorecovery) нормальной работы преобразователя. Для этого в структуре контроллера приблизительно на 1,5 секунды запускается таймер. После этого контроллер вновь проверяет наличие критических ситуаций, и, если они сохраняются, блокировка остается. В этом случае светодиодный индикатор сетевого источника будет мигать с периодом 1,5 секунды. Автовосстановление происходит только при срабатывании по понижению напряжения.

Режим пониженной частоты (Frequency foldback). В контроллере

NCP1351 используется режим с переходом на пониженную частоту (*Frequency foldback*). Такой переход происходит при уменьшении сигнала обратной связи ниже порогового. При уменьшении частоты пиковый ток пропорционально снижается примерно на 30% от максимального значения для того, чтобы предотвратить явление механического резонанса в трансформаторе и тем самым уменьшить риск возникновения нежелательных акустических шумов при изменении нагрузки, особенно в дежурном режиме.

Уменьшение ЭМИ за счет использования дизеринга частоты внутреннего генератора (Natural Frequency Dithering). Для контроллеров, работающих на фиксированной частоте, используется прием введения малой частотной модуляции около центральной частоты. Наличие вариаций частоты не влияет на работу преобразователя, однако позволяет «размыть» спектр ЭМИ и таким образом уменьшить амплитуду электромагнитного излучения, индуцируемого в цепи трансформатора и преобразователя. В качестве сигнала управления модуляцией используются естественные пульсации сетевого напряжения на конденсаторе фильтра.

Dual level OCP (Over Current Protection) – двухуровневая защита от токовой перегрузки. Защита от повышенного тока (*Overcurrent Protection*) в нагрузке и силовых цепях имеет два различных уровня. На низком уровне контроллер сохраняет способность к регулированию, но имеет долгий старт. На высоком уровне при потере сигнала регулирования запускается обычный таймер. Это позволяет ИП кратковременно работать в режиме критической мощности. Токовая защита зависит только от сигнала в цепи обратной связи.

Модуль электронного балласта для светодиодных светильников мощностью до 20 Вт

На базе контроллера NCP1351 инженерами компании ON Semi был разработан модуль источника питания, предназначенный для использования в качестве электронного балласта светодиодных светильников (рис. 3).

Основные параметры источника питания:

- Широкий диапазон входных напряжений сети 85…265 В;
- Гальваническая развязка выходной схемы от сети;
- Малые габариты и цена;
- Размер модуля 125x37x35 мм;
- Хороший уровень регулирования;
- Высокая эффективность преобразования;
- Защита от токовой перегрузки и короткого замыкания на выходе;
- Максимальное выходное напряжение 33 В;
- Диапазон рабочего тока 350…1500 мА;
- Эффективность преобразования 80% при номинальной нагрузке;
- Конвекционный тип охлаждения;
- Температурный диапазон 0…70°С.

Предложенная схема может обеспечивать и более высокую мощность. Однако для того, чтобы удовлетворять нормам требований IEC6100-3-2 Class C по электромагнитной совместимости, схема оптимизирована на работу при мощности менее 25 Вт.

Таблица 1. **Прямое падение напряжения для разных категорий мощных светодиодов**

Прямой ток, мА	Прямое напряжение, В
350	3,42
700	3,60
1000	3,72
1500	3,85

Таблица 2. **Варианты топологий светодиодных излучателей**

Тип/Число светодиодов в цепочке	Ток в цепочке светодиодов			
	350, мА	700, мА	1 А	1,5 А
LUXEON® I	11	–	–	–
LUXEON® III	10	6	4	–
LUXEON® Rebel	10	6	4	–
LUXEON® K2	11	6	4	2
Cree XR-E®	12	8	5	–
Cree XP-E®	12	8	–	–
OSRAM Platinum Dragon®	12	7	5	–
Напряжение на светодиодной цепочке, В	45	33	22	12
Резисторы порога ограничения выходного тока R12 & R13	3R6	1R8	1R2	0R8

Таблица 3. **Варианты топологий светодиодных излучателей**

Демонстрационная плата	Короткое описание
NCP1351ADAPGEVB	NCP1351 57 W ADAPTER EVB
NCP1351LEDGEVB	20 W CONSTANT CUR LED DRV
NCP1351PRINTGEVB	NCP1351 40 W PRINTER EVB
NCP1392LCDTVGEVB	NCP1392HV HB DRVW

Ток и прямое падение на мощных светодиодах

Яркость свечения светодиодов определяется уровнем тока, поэтому в цепи обратной связи источника используется контроль тока и обычный стабилитрон для ограничений максимального напряжения на выходе. В таблице 1 представлены типовые уровни прямого падения напряжения для разных типов мощных белых светодиодов Luxeon при номинальных рабочих токах.

Исходя из этих значений рассчитывается номинальное напряжение на выходе источника питания светодиодной цепочки. Например, для цепочки из восьми светодиодов с током 700 мА и суммарным потреблением 20,2 Вт получаем напряжение 28,8 В. В таблице 2 представлены возможные варианты организации светодиодных цепочек с использованием приборов различной мощности. Модифицирование модуля источника для различного уровня тока через светодиоды производится установкой требуемого номинала резисторов R12/R13 в схеме ограничения тока на транзисторе Q3.

В таблице 2 указаны номиналы напряжений источника питания для данных вариантов, а также расчетные значения резисторов R12/R13, задающих

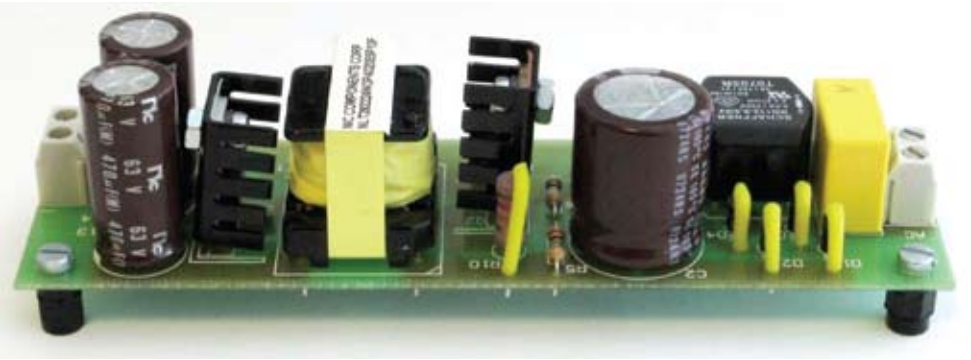

Рис. 4. **Внешний вид модуля электронного балласта для светодиодных светильников**

ограничение тока на выходе источника питания.

Подробная методика расчета и выбор компонентов для преобразователя приведена в источнике [3].

На рис. 4 показана конструкция модуля электронного балласта, реализованная на основе контроллера NCP1351. Размер платы 125x37 мм.

Модуль достаточно компактен для размещения в корпусах светодиодных настенных и потолочных светильников.

На рис. 5 показан график зависимости эффективности преобразования данного источника питания от напряжения на цепочке светодиодов.

График отражает практически очевидную зависимость — чем больше напряжение питания на светодиодной цепочке (и, соответственно, больше число светодиодов), тем выше эффективность преобразования. Чем ближе напряжение во входной цепи к выходному напряжению, тем выше эффективность. Для сетевого напряжения 115 В эффективность будет немного выше, чем для 220 В. Однако есть и предел, обусловленный уровнем потерь на силовых элементах преобразователя.

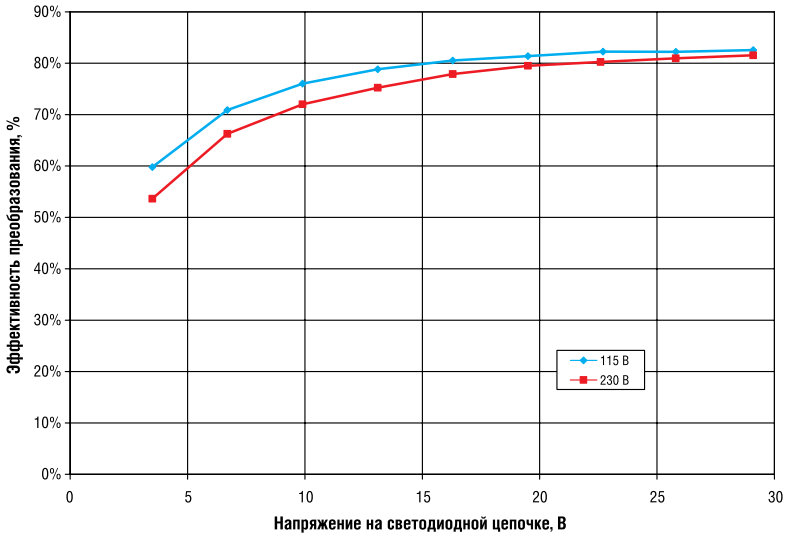

Рис. 5. **Зависимость эффективности преобразования от напряжения на цепочке**

Демо-платы контроллера AC/DC FlyBack конвертора NCP1351

Для демонстрации работы микросхемы контроллера NCP1351 в источниках питания компания ON Semi предлагает ряд демонстрационных плат (таблица 3). Эти платы доступны для заказа в компании КОМПЭЛ.

Базовая схема NCP1351PRINTGEVB используется в серийном импульсном источнике питания для линейки лазерных принтеров/сканеров Hewlett-Packard, что демонстрирует высокий уровень разработки и качество продукции ON Semi.

Литература

1. NCP1351 Variable Off Time PWM Controller. Datasheet

2. AND8278/D NCP1351 Evaluation Board 16 V/32 V – 40 W Printer Power Supply

3. Design Note – DN06040/D Universal Input, 20 W, LED Ballast.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Ирина Ромадина (КОМПЭЛ)

ПИТАНИЕ СВЕТОДИОДОВ ДО 1 ВТ: СВЕТОДИОДНЫЕ ДРАЙВЕРЫ NSI45/50XXX

***Линейный генератор тока** является самым простым прибором, обеспечивающим стабильные характеристики свечения светодиода в широком диапазоне питающих напряжений и температуры окружающей среды. В статье дан обзор новинок: **линейных светодиодных драйверов** серий **NSI45XXX** и **NSI50XXX.** Их особенность — широкий диапазон входных напряжений (до 45 В) и широкий диапазон рабочих температур (-55…150°С).*

Выходы линейных драйверов представляют собой генератор тока. Стабильный ток в широком диапазоне входных напряжений обеспечивает постоянную яркость и долговечность светодиодов. Линейные драйверы светодиодов используются в тех случаях, когда напряжение питания заведомо больше падения напряжения на линейке питаемых светодиодов. Основные достоинства драйверов такого типа — простота, дешевизна, а также отсутствие высокочастотных помех при работе. А в отдельных приложениях по соотношению цена/качество они сохраняют преимущество по сравнению с индуктивными и емкостными драйверами.

Линейные токовые драйверы серии NSI45\50xx

Компания Semiconductor Components Industries LLC, являющаяся подразделением ON Semi с декабря 2004 года, разработала серию линейных драйверов NSI45\50xx. Ее разработки в партнамбере имеют префиксы NSI и NCL, NUD, NLSF, NCP.

В линейных регуляторах серии NSI45\50xx используется патентованная технология Self-Biased Transistor (SBT), обеспечивающая регулировку тока в широком диапазоне входных напряжений до 45 В. В регулирующем элементе используется отрицательный температурный коэффициент, что обеспечивает защиту светодиодов от перегрева, а также повышенных напряжений и тока. Со стороны анодной цепи регулятора есть защита от импульсных бросков напряжения. Все микросхемы имеют широкий рабочий температурный диапазон -55…150°С.

Во всех микросхемах серии NSI45xx используется один и тот же кристалл. Для драйверов с фиксированным током номинал тока задается встроенным резистором. А для драйверов с регулируемым током имеется вывод для его регулировки. Ток задается внешним резистором. Три типа корпусов (SOD-123, SOT-223, DPAK-4) обеспечивают разные уровни рассеиваемой мощности.

Цена микросхем в основном зависит от корпуса. Самые дешевые — корпуса SOD-123. Более дорогие драйверы — с возможностью регулировки тока и в корпусе DPAK-4. Уровень этих цен сопоставим с мощными SMD-резисторами, которые традиционно используются как простейший вариант генератора тока для маломощных светодиодов.

Система обозначений микросхем:

NSI — префикс разработки подразделения Semiconductor Components Industries LLC;

45/50 — название семейства линейных драйверов;

10/20/25/30/60/90 — номинальный ток драйвера;

J — наличие вывода для установки тока;

AT — корпус SOD-123;

ZT — корпус SOT-223;

DDT4 — корпус DPAK-4.

Схемы включения линейных драйверов

Семейство драйверов NSI45/50xx обеспечивает управление маломощными светодиодами с рабочими токами 10…160 мА. Драйверы всех типов семейства допускают параллельное включение для увеличения суммарного тока в цепи светодиода до 400…600 мА. С помощью мощных драйверов типа NSI45090DDT4G можно обеспечить управление светодиодами мощностью 1…3 Вт. На рис. 1 показаны типовые схемы включения линейных драйверов с регулировкой тока.

Слева — топология с несколькими цепочками светодиодов, ток в каждой из которых задается отдельным генератором тока. Справа — параллельное объединение нескольких стабилизаторов для увеличения тока в цепочке светодиодов.

В данной схеме используются сверхъяркие светодиоды **HF3-R5570** красного свечения, рассчитанные на номинальный ток 20…60 мА и имеющие яркость 1 люмен при 20 мА.

При питании цепочки из трех светодиодов с током 100 мА напряжение на драйвере будет 3…5 В. Рассеиваемая мощность на корпусе одной микросхемы — 0,3…0,5 Вт. При токе 20…30 мА — мощность рассеивания

Таблица 1. **Основные параметры линейных светодиодных драйверов**

Тип прибора	Регулировка тока	Диапазон тока, мА	Корпус	Рассеиваемая мощность на корпусе, Вт	Макс. напряжение, В
NSI50010YT1G	–	10 ± 10%	SOD-123	0,46	50
NSI45020AT1G	–	20 ± 10%	SOD-123	0,46	45
NSI45020JZT1G	Есть	20…40 ± 15%	SOT-223	1,50	45
NSI45025AT1G	–	25 ± 10%	SOD-123	0,46	45
NSI45025AZT1G	–	25 ± 10%	SOT-223	1,40	45
NSI45030AT1G	–	30 ± 10%	SOD-123	0,46	45
NSI45030AZT1G	–	30 ± 10%	SOT-223	1,40	45
NSI45060DDT4G	Есть	40…100 ±15%	DPAK-4	2,70	45
NSI45090DDT4G	Есть	90…160 ±15%	DPAK-4	2,70	45

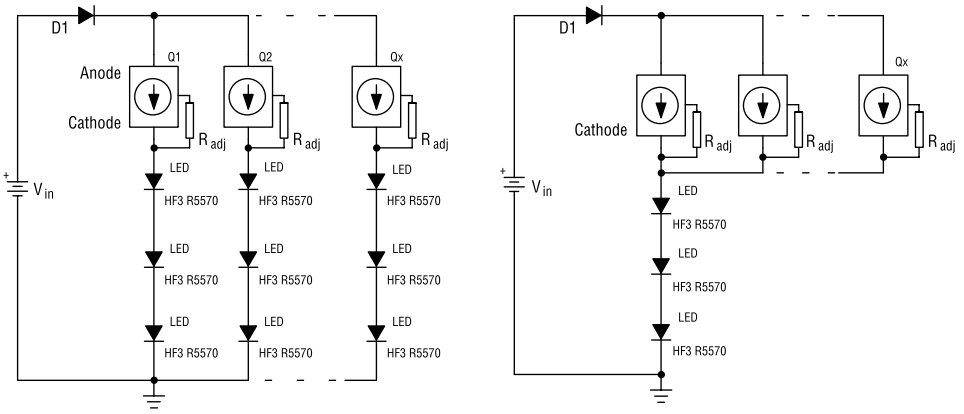

Рис. 1. **Типовые схемы включения линейных драйверов с цепью установки тока**

0,1…0,2 Вт. В этом случае можно использовать более дешевые драйверы в корпусе SOD-123.

Для установки требуемого значения тока регулируемых стабилизаторов следует выбрать нужный номинал токорегулирующего резистора Radj (на основании графика зависимости тока от сопротивления, представленного в описании ИС).

Применение линейных регуляторов тока NSI45\50xx

Драйверы линейки NSI45/50xx в основном ориентированы для использования в автомобильном секторе. Основное назначение — управление светодиодными индикаторами, расположенными на приборной панели автомобиля (дискретные индикаторы состояния автомобильных систем, графические полоски расходомеров, фоновая подсветка панели приборов и т.п.). Основные достоинства серии NSI45/50xxx — работа в широком диапазоне напряжений до 45/50 В, что обеспечивает защиту от бросков тока в автомобильной сети, а также широкий температурный диапазон -55…150°С.

Диапазон рабочих напряжений автомобильной сети 9…16 В. Однако возможны и скачки напряжений до 40 В при включении индуктивных нагрузок в бортовой сети автомобиля. Это — стартер, кондиционер, электроприводы стеклоподъемников, замки дверей и т.п. В список потенциальных применений маломощных светодиодных источников света в автомобилях входят:

- Линейка светодиодов центрального заднего стоп-сигнала (CHMSL);
- Подсветка индикаторов приборной панели автомобиля (торпеды);
- Подсветка режимных кнопок и переключателей в авто, индикаторов открытых дверей и непристегнутых ремней безопасности;
- Верхний свет в салоне (Dome Lighting);
- Подсветка зеркал (Mirror Lights);
- Противотуманный свет (Fog Lights, задние противотуманки — опциональные фонари);
- Подсветка порогов и гнезда ключа зажигания;
- RGB Ambient Lighting — внешняя декоративная подсветка корпуса автомобиля цветными RGB-светодиодами;
- Подсветка аварийного СТОП-сигнала;
- Светодиодная подсветка поворота на боковых зеркалах, подсветка приборной панели;
- Лампы подсветки автомобильного номера;
- Уголковый или стрелочный указатель поворота на боковых зеркалах автомобиля;
- Дополнительные габаритные светодиодные огни фур, фургонов и грузовиков.

Драйверы могут с успехом использоваться для управления как одиночными, так и кластерными светодиодными источниками света в других приложениях, таких как ночники, прикроватные светильники, аварийный и дежурный свет, декоративное оформление интерьеров, подсветка рекламных постеров, вывесок, светодиодных рекламных букв (Channel Lettering).

Рис. 2. **Рекламная вывеска со светодиодными буквами**

Рис. 3. **Светодиодный центральный стоповый сигнальный фонарь**

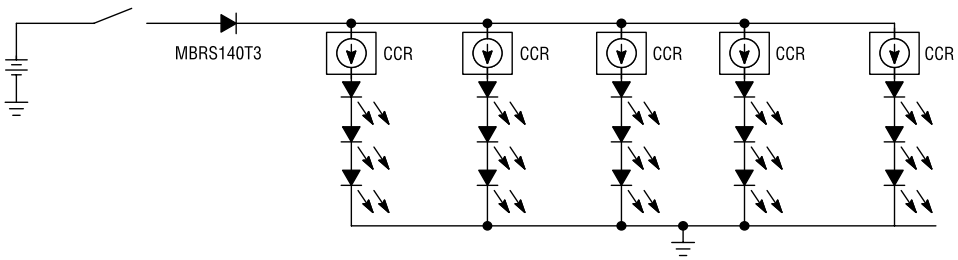

Рис. 4. **Схема светодиодного сигнала CHMSL**

Светодиодные буквы

Световые объемные буквы используются в качестве фасадной вывески и рекламного объявления (рис. 2). Долговечность, относительно невысокая стоимость, а также возможность использования в сочетании с другими рекламными средствами делают светодиодные буквы одним из самых востребованных видов рекламы.

Буквы заполняются светодиодами и подключаются особым образом, чтобы создать феерические эффекты переливов цвета. Такая вывеска заставляет рекламу работать!

Подсветка панели приборов в автомобиле

Для подсветки индикаторов на приборной панели автомобиля могут использоваться как одиночные светодиоды, так и цепочки из них с рабочими токами 20…40 мА. В современных автомобилях используется функция адаптивного изменения яркости подсветки «ночь-день», а также смена цвета фоновой подсветки приборной панели.

Дополнительный задний стоповый фонарь — CHMSL

CHMSL (*Centre High Mount Stop Lamp*) — центральная полоска заднего стопового сигнала. В автомобилях размещается внутри салона в верхней или нижней части заднего стекла (рис. 3).

(В универсалах и хэчбэках — вверху стекла задней двери). Предупреждающий фонарь имеет форму вытянутой полоски длиной 15…40 см. В настоящее время он реализуется в основном на светодиодных

полосках красного свечения. На рис. 4 показана схема светодиодного сигнала CHMSL на заднем стекле автомобиля.

Дополнительные сигналы поворота для легковых автомобилей и грузовиков

Сигнал поворота дублируется на задних фонарях, боковых индикаторах на крыльях, а также на зеркалах бокового обзора (сбоку и на плоскости самих зеркал), обеспечивая индикацию предполагаемого маневра в широком угловом пространстве и всех возможных ситуациях движения. При очень плотном движении, например, в пробке, основные задние сигналы поворота могут быть закрыты корпусами соседних автомобилей. На рис. 5. показана реализация светодиодного сигнала поворота на боковых зеркалах автомобиля.

Электронные датчики внешней освещенности позволяют автоматически регулировать яркость светодиодов в боковых зеркалах обзора, что повышает комфортность вождения и обеспечивает повышение уровня безопасности движения.

Отладочные платы

Для оценки возможностей светодиодных линейных драйверов семейства NSI45/50xx компания ON Semi предоставляет два типа демо-плат: **DS2361** и **CCRGEVB.** DS2361 демонстрирует возможности драйвера NSI5030T1G применительно к автомобильному сектору. На плате есть тестовые точки для контроля напряжений и токов, а также джамперы для выбора токовых режимов и конфигурации включения драйверов. CCRGEVB демонстрирует простоту, элегантность и низкую стоимость решений на основе линейных регуляторов тока компании ON Semiconductor. Плата содержит четыре отдельных схемы, в которых используются шесть типов драйверов: NSI45020AT1G, NSI45030AT1G, NSI45030AZT1G, NSI45035JZT1G, NSI45060DDT4G, NSI45090DDT4G.

Компания КОМПЭЛ является официальным дистрибьютором ON Semiconductor. Образцы всех представителей семейств драйверов NSI45xx\NSI50xx и демонстрационных плат DS2361доступны со склада компании в Москве.

Рис. 5. **Дублирующие сигналы поворота на крыле, зеркале бокового обзора снаружи и внутри (подсвечиваемая стрелка)**

Литература

1. NSI45020AT1G Constant Current Regulator & LED Driver. Datasheet
2. NSI45020JZT1G Adjustable Constant Current Regulator & LED Driver. Datasheet
3. NSI45025AT1G Constant Current Regulator & LED Driver. Datasheet
4. NSI45025AZT1G Constant Current Regulator & LED Driver. Datasheet
5. NSI45030AT1G Constant Current Regulator & LED Driver
6. NSI45035JZT1G Adjustable Constant Current Regulator & LED Driver
7. NSI45060DDT4G Adjustable Constant Current Regulator & LED Driver
8. AND8349/D Automotive Applications The Use of Discrete Constant Current Regulators (CCR) For CHMSL Lighting.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

В АВТОМОБИЛЕ И НЕ ТОЛЬКО: ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ДРАЙВЕРОВ СВЕТОДИОДОВ NUD4001/4011

*Специализированные **линейные драйверы NUD4001** и **NUD4011** от **ON Semiconductor** в основном разработаны для **автомобильных применений** и представляют собой **стабилизатор тока светодиодов.** Их преимуществом является простота использования — выходной ток задается единственным внешним резистором.*

Светодиоды — низковольтные полупроводниковые приборы. Для их питания, обеспечивающего длительный срок службы, необходимо стабилизировать именно протекающий через них ток, а не напряжение. Дело в том, что незначительные изменения прямого напряжения на светодиоде вызывают резкие скачки тока через светодиод. Кроме того, падения напряжения на светодиодах разных цветов довольно сильно отличаются. Например, прямое падение напряжения на светодиоде красного цвета примерно в 1,5 раза меньше, чем на синем, белом или зеленом светодиодах. Этот фактор необходимо учитывать при последовательном включении светодиодов, так как при одинаковом количестве последовательно включенных светодиодов разных цветов суммарное падение напряжения может отличаться на 50%.

Для питания светодиодов стабилизированным током выпускаются импульсные и линейные драйверы светодиодов, которые имеют свои преимущества и недостатки. В некоторых случаях целесообразно использовать линейные светодиодные драйверы из-за простоты включения и расчета, а также низкой цены и малого количества внешних компонентов. Линейные драйверы компании ON Semiconductor **NUD4001** и **NUD4011** предназначены для замены решений, выполненных на дискретных компонентах. Микросхема NUD4001 предназначена для низковольтных напряжений питания до 30 В при выходном токе до 500 мА. Драйвер NUD4011 применяется для проектирования высоковольтных драйверов с питанием до 200 В при выходном токе до 70 мА. Драйверы NUD4001 и NUD4011 выпускаются в корпусе SO8 для автомобильного диапазона рабочих температур -40…125°С.

Простейшая схема для питания светодиодов от мостового выпрямителя без интегрального драйвера приведена на рис. 1.

Недостатки этой схемы очевидны. Резистор R1 только ограничивает ток. О его стабилизации не может быть и речи. Колебания напряжения сети будут вызывать изменение напряжения на конденсаторе С1, что приведет к изменениям тока через светодиодную цепь и интенсивности свечения светодиодов. Кроме того, расчеты показывают, что резистор R1 должен иметь большую мощность (для рассматриваемой схемы 3 Вт). Добавление линейного стабилизатора напряжения позволяет повысить стабильность выходного напряжения (но не стабилизацию тока) через светодиоды. Однако и эта схема не сможет компенсировать изменение падения напряжения на светодиодах в широком диапазоне рабочих температур. Кроме того, получается неоправданное усложнение схемы.

Более простое и эффективное решение драйвера светодиодов — применение специализированных микросхем NUD4001 и NUD4011 компании ON Semiconductor, обеспечивающих стабилизированный ток на выходе. Типовая схема включения светодиодного драйвера NUD4001 приведена на рис. 2. По сути дела, NUD4001 и NUD4011 — это управляемые генераторы (стабилизаторы) тока, выходной ток которых задается внешним резистором. Стабилизация тока обеспечивается во всем диапазоне рабочих температур (40…125°С) и во всем диапазоне допустимых входных напряжений. Основное назначение драйвера NUD4001 — генератор тока для автомобильных светодиодных ламп (габаритные огни, указатели поворотов, стоп-сигналы, освещение салона). Входные цепи питания микросхемы NUD4001 выдерживают броски напряжения до 60 В. Микросхема светодиодного драйвера NUD4001 может также использоваться в качестве источника тока в недорогих зарядных устройствах для мобильных приложений.

Расчет параметров схемы на рис. 2 отличается простотой и состоит из следующих шагов:

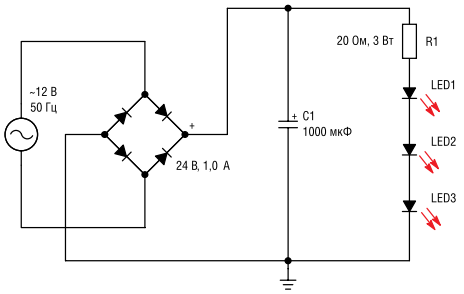

Рис. 1. **Питание светодиодов от мостового выпрямителя**

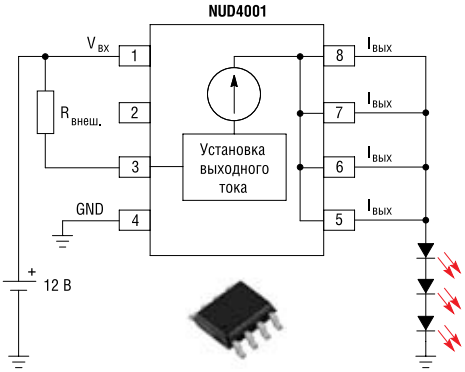

Рис. 2. **Схема включения NUD4001 для питания трех светодиодов от 12 В**

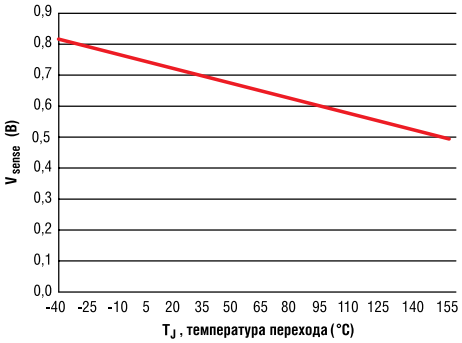

Рис. 3. **Зависимость напряжения Vsense от температуры перехода**

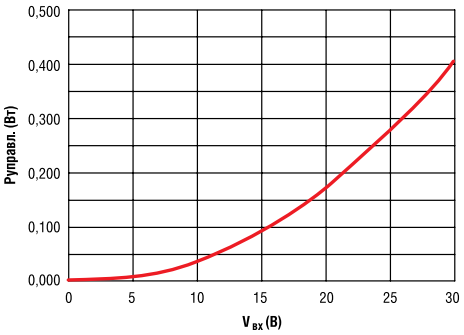

Рис. 4. **Зависимость мощности потребления NUD4001 от напряжения питания при отсутствии нагрузки**

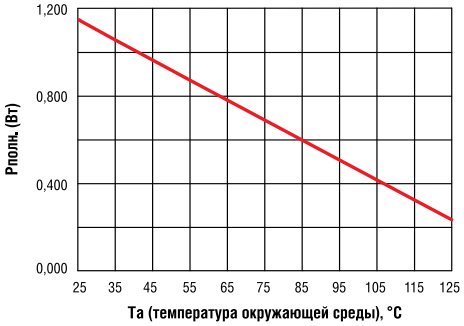

Рис. 5. **Зависимость допустимой полной рассеиваемой мощности NUD4001 от температуры**

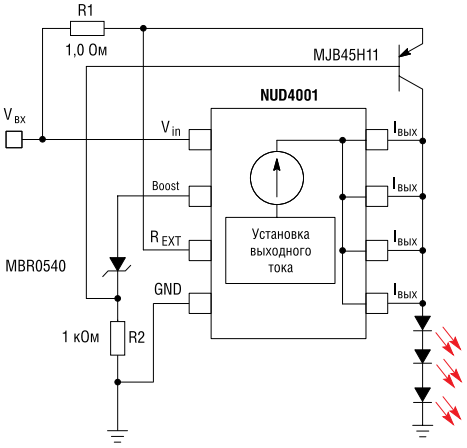

Рис. 6. **Увеличение выходного тока с помощью внешнего транзистора**

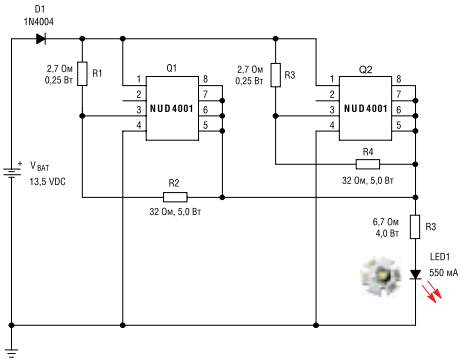

Рис. 7. **Параллельное включение NUD4001 для получения выходного тока 550 мА**

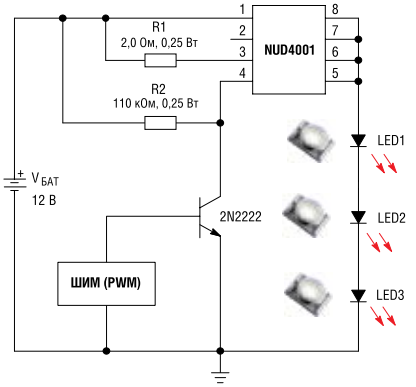

Рис. 8. **Управление драйвером NUD4001 с помощью ШИМ для регулировки яркости светодиодов**

1. Выбор тока через светодиод Iсветод. = Iвых, исходя из документации производителя светодиодов. Для примера выберем ток 350 мА.

2. Расчет резистора Rвнеш. (в качестве примера выбрана температура перехода Tj= 25°C):

Rвнеш = Vsense/Iсветод. = 0,7 (Tj =25°C)/0,350 А = 2,0 Ом. Значение Vsense определяется из графика на рис. 3. Эта зависимость и все остальные, приведенные в статье, взяты из документации производителя.

3. Выбор напряжения питания (оно же равно Vвх). В качестве примера выбрано напряжение 12 В.

4. Определение падения напряжения на трех светодиодах на основе параметров, взятых из документации производителя. Для примера будем считать, что падение напряжения на одном светодиоде составляет 3,5 В при токе 350 мА. Тогда падение на трех светодиодах будет 3,5 В x 3 = 10,5 В.

5. Расчет падения напряжения Vdrop на выходном ключе драйвера NUD4001:

Vdrop = Vвх – Vsense – Vсветод. x N = 12 В – 0,7 В (при Tj = 25°C) – 10,5 В = 0,8 В, где N – количество последовательно включенных светодиодов.

6. Расчет рассеиваемой мощности на микросхеме драйвера NUD4001:

Pdriver = Vdrop x Iвых = 0,8 В x 0,350 А = 0,280 Вт

7. Расчет мощности управления Руправл., потребляемой самой микросхемой при отсутствии нагрузки. Этот параметр определяется с помощью графика на рис. 4. Для напряжения питания 12 В собственная мощность потребления составляет 0,055 Вт.

7. Расчет полной мощности Рполн., рассеиваемой на микросхеме NUD4001:

Рполн. = Руправл. + Pdriver = 0,055 Вт + 0,280 Вт = 0,335 Вт.

8. Сравнение рассчитанной полной мощности с максимально допустимой, приведенной на рис. 5. Полученная в результате расчета мощность 0,335 Вт (при 25°C) не превышает максимально допустимую. Если при определенной температуре окружающей среды рассчитанная рассеиваемая мощность превышает допустимую, то необходимо уменьшать выходной ток драйвера или включать микросхемы параллельно. В некоторых случаях изменение количества последовательно включенных светодиодов позволяет достичь меньшего падения напряжения Vdrop на микросхеме NUD4001. Изменение напряжения питания также позволяет снизить падение напряжения на выходном ключе светодиодного драйвера NUD4001, уменьшив при этом рассеиваемую мощность на микросхеме.

Интересной особенностью драйвера NUD4001 является наличие вывода Boost, который дает возможность подключения внешнего силового транзистора для дополнительного увеличения суммарного выходного тока нагрузки. Схема с внешним транзистором приведена на рис. 6. Подробный расчет параметров этой схемы приведен в статье по применению AND8198/D «Using the NUD4001 to Drive High Current LEDs», которую легко найти на сайте производителя *www.onsemi.com.*

Другой способ увеличения выходного тока – параллельное включение драйверов NUD4001. Этот способ позволяет снизить рассеиваемую мощность на каждой микросхеме, что особенно актуально в автомобильных приложениях, где схема драйвера работает при повышенных температурах. Схема параллельного включения для питания светодиода током 550 мА при напряжении питания 13,5 В (аккумулятор автомобиля) приведена на рис. 7.

Эффективную регулировку яркости светодиодов можно осуществить с помощью ШИМ-регулирования, коммутируя подключения вывода GND-микросхемы драйвера к общему проводу. Рекомендуемая схема с импульсным регулированием интенсивности свечения светодиодов приведена на рис. 8.

Для быстрого ознакомления с работой драйвера NUD4001 компания ON Semiconductor выпускает демонстрационную плату NUD4001DEVB. Плата позволяет провести эксперименты с регулировкой интенсивности свечения светодиодов при токе до 350 мА и измерить параметры схемы при разных режимах работы. Подробное описание и формулы для расчета схемы драйвера приведены в статье по применению AND8234/D «NUD4001 Dimming Ability Demonstration Board».

Более подробную информацию по рассмотренным в этой статье микросхемам драйверов светодиодов и демонстрационных плат можно найти на сайте производителя по адресу *www.onsemi.com.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – *e-mail: analog.vesti@compel.ru*

Ирина Ромадина (КОМПЭЛ)

ВСТРОЕННАЯ КОРРЕКЦИЯ МОЩНОСТИ: ЛИНЕЙКА СВЕТОДИОДНЫХ ДРАЙВЕРОВ NCL30XXX

*Главная особенность светодиодных драйверов **NCL30000/NCL300001/NCL30100** компании **ON Semiconductor,** ориентированных на применение в **сетевых светодиодных светильниках малой, средней и большой мощности** — встроенный корректор коэффициента мощности (ККМ).*

Расширение областей применения светодиодов является следствием снижения стоимости не только самих светодиодов, но и драйверов. Номенклатура драйверов ON Semi постоянно обновляется в соответствии с требованиями рынка. Высокая эффективность преобразования энергии при малых размерах изделия, адекватная цена и высокая степень надежности — ключевые элементы стратегии компании. Серия микросхем драйверов светодиодов **NCL30xxx** разработана подразделением Semiconductor Components Industries LLC, вошедшим в состав ON Semi в декабре 2004 года.

Эффективность сетевых преобразователей напряжения для источников света

Повышение КПД и плотности мощности являются доминирующими факторами при разработке схем управления светодиодным светильником с сетевым питанием. Применение технологии корректировки коэффициента мощности (ККМ) является одним из ключевых аспектов при их разработке. Использование ступени коррекции коэффициента мощности позволяет повысить КПД преобразования и уменьшить уровень сетевых помех.

Коррекция формы входного тока в сетевых преобразователях обеспечивает максимально возможную эффективность передачи энергии из входных цепей. В настоящее время все оборудование для освещения в Европе должно соответствовать нормам IEC61000-3-2 Class C. Эти требования относятся к большинству типов осветительных систем с входной мощностью от 25 Вт и выше. В них определен допустимый уровень гармоник сетевого напряжения, вплоть до 39-й. Нормы по гармоническим составляющим потребляемого тока и коэффициенту мощности для систем электропитания мощностью более 50 Вт и всех типов осветительного оборудования определяет стандарт МЭК IEC 1000-3-2.

Нормы, относящиеся к ККМ, включены в пакет требований для коммерческих источников освещений ENERGY STAR® Solid State Lighting Luminaire.

Необходимость ККМ в мощных сетевых источниках вторичного электропитания также регламентируется требованиями по электромагнитной совместимости ГОСТ Р 51317-2000.

В светодиодных драйверах серии **NCL30000\30001,** ориентированных на использование в светильниках с сетевым питанием, используется встроенный ККМ.

Драйвер NCL30000 для светильников с мощностью до 40 Вт

Микросхема NCL30000 является контроллером Flyback-преобразователя, являющегося разновидностью импульсного преобразователя напряжения с гальванической развязкой. Его особенность — наличие встроенного ККМ. Контроллер предназначен для реализации сетевых светодиодных источников света низкой и средней мощности до 40 Вт. Выходное напряжение преобразователя позволяет подключать цепочку мощных белых светодиодов от 4 до 15 штук.

Режим управления преобразованием CrM (critical conduction mode) позволяет реализовать как топологию flyback, так и режим понижения напряжения (buck). В режиме CrM частота переключения преобразователя зависит от изменения как входного напряжения, так и тока в нагрузке. Это позволяет уменьшить потери на переключение, а также на выпрямление во вторичной цепи. Контроллер обеспечивает низкий стартовый ток и малый ток в цепи датчика обратной связи. Микросхема драйвера гарантирует надежную работу в широком диапазоне температур -40...125°C.

Светодиодная лампа в формате E27 на базе драйвера NCL30000

Одним из самых эффектных приложений контроллера NCL30000 является реализация светодиодной лампы с цоко-

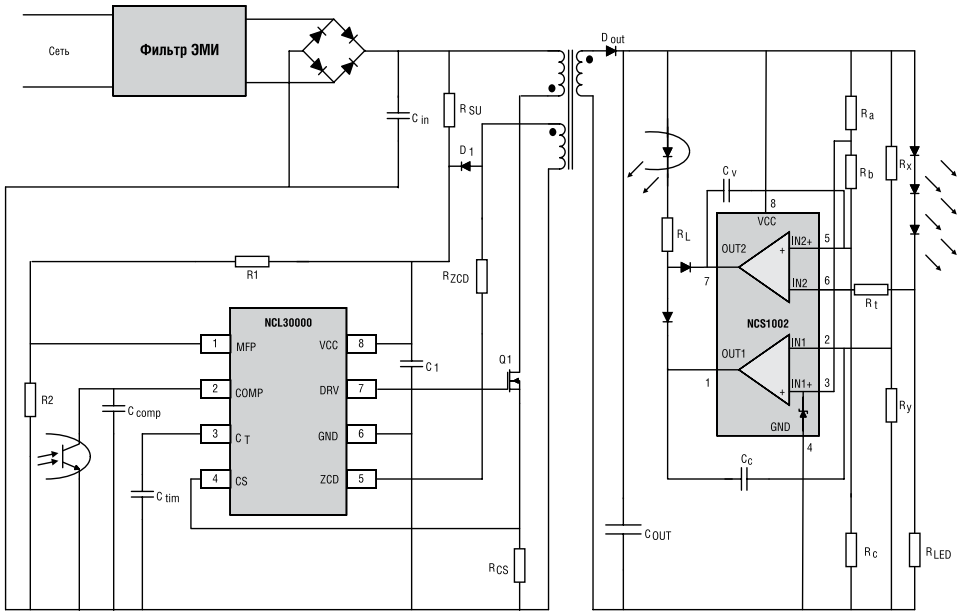

Рис. 1. **Структура схемы Flyback-преобразователя на основе контроллера NCL30000**

Рис. 2. **Схема платы управления светодиодной лампой в форм-факторе PAR30 с цоколем E27**

лем E27. На основе драйвера NCL30000 инженерами компании ON Semi был разработан типовой встраиваемый в корпус лампы источник тока на 450 мА для питания 11 Вт светодиодного модуля MPL-EZW компании Cree. Для получения требуемого светового потока в 1200 лм, аналогичного потоку от лампы накаливания мощностью 100 Вт, требуется 12…14 одноваттных светодиодов с номинальной светоотдачей не ниже 100 лм/Вт при рабочем токе 350 мА. Схема платы драйвера показана на рисунке 2.

Разработка светодиодной лампы сталкивается с проблемой отвода тепла, выделяющегося в малом объеме, поскольку перегрев светодиодов нежелателен. Источником тепла в светодиодном светильнике, кроме самих светодиодов, является ИП или драйвер. Для его отвода используется радиатор, встроенный в цоколь лампы и естественная конвекция. Светодиодная лампа реализована на базе стандартного корпуса типа PAR30 с цоколем E27 (рис. 3).

Преимуществом рассматриваемой схемы является минимальное количество электролитических конденсаторов (C8 и C11). В условиях повышенной температуры замкнутого объема лампы именно они определяют надежность и срок службы преобразователя.

Драйвер на базе NCL30000 отвечает требованиям класса B по электромагнитной совместимости стандарта EN55022. Значение ККМ составляет 0,98 для сети ~115 В и 0,87 – для сети ~220 В.

Входной фильтр и демпфирующая цепочка предназначены для гашения колебательных процессов, возникающих в результате токовых всплесков при рабо-

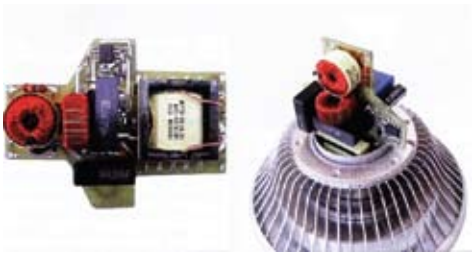

Рис. 3. **Слева – компоновка элементов схемы преобразователя, справа – размещение платы драйвера в цоколе лампы E27**

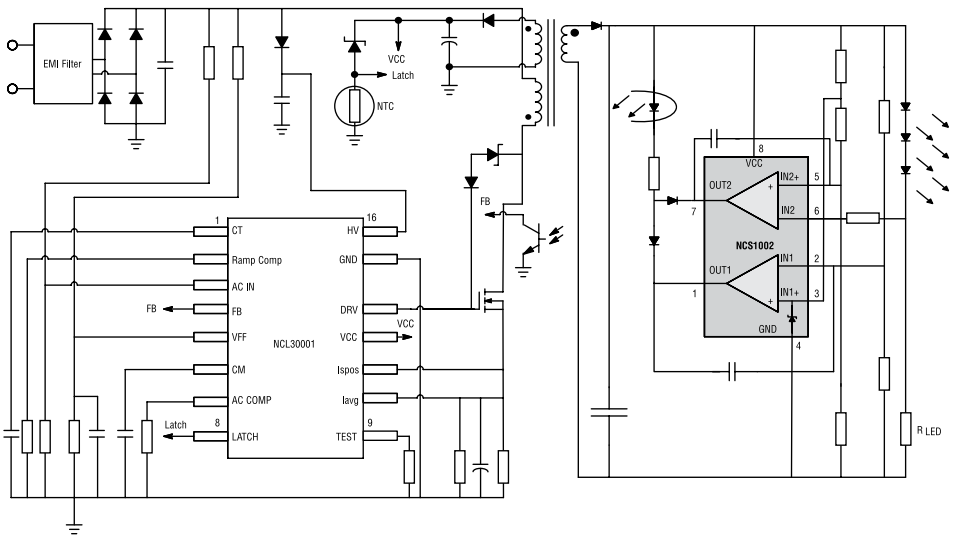

Рис. 4. **Структура преобразователя напряжения для питания светодиодных источников света с мощностью 40…150 Вт**

те тиристорного регулятора. Рассматриваемое техническое решение может быть масштабировано на мощности до 40 Вт, если заменить трансформатор и ключ на более мощные и оптимизировать номиналы пассивных элементов.

NCL30001 – драйвер для источников света мощностью до 150 Вт

Микросхема NCL30001 (рис. 4) является контроллером, сочетающим в себе ККМ и изолированный преобразователь напряжения понижающего типа. Контроллер идеален для приложений, реализующих светодиодное освещение в диапазоне выходных мощностей 40...150 Вт и с выходными напряжениями более 12 В. Обратноходовой преобразователь напряжения работает в режиме непрерывного тока (CCM) с постоянной частотой преобразования.

NCL30001 может быть сконфигурирована как драйвер постоянного тока или постоянного напряжения для схем контроллеров светодиодных светильников с двухступенчатой схемой преобразования. Микросхема также содержит схему формирования напряжения запуска, детектор понижения входного напряжения (brown out), внутренний таймер контроля перегрузки, защиту входных цепей от защелкивания, защиту от перегрева, а также встроенный высокоточный умножитель напряжения. Частота преобразования может регулироваться в диапазоне 20...250 кГц. Микросхема обеспечивает уменьшение акустических шумов в цепях нагрузки за счет использования алгоритма Soft-Skip™. NCL30001 имеет корпус SOIC-16.

Микросхема драйвера обеспечивает надежную работу в широком диапазоне температур -40...125°C. Основные области применения: внутреннее и наружное освещение, уличные светильники, ландшафтная и архитектурная подсветка.

Пример реализации светодиодного источника света мощностью до 150 Вт

Компания ON Semiconductor разработала базовый дизайн светодиодного светильника на основе драйвера NCL30001. В первичной ступени (рис. 5) используется преобразователь напряжения с корректором мощности и работающий в режиме понижающего конвертора, а во вторичной гальванически развязанной цепи стоит контроллер NCS1002 постоянного тока и напряжения (CVCC). На базе этой схемы могут быть спроектированы светодиодные светильники с выходной мощностью 40...125 Вт, предназначенные для использования в уличных источниках света, для внутреннего освещения рефрижераторов (малое выделение тепла), в светильниках для офисного потолочного освещения, а также в потолочных светильниках с тросовым подвесом. Высокая токовая нагрузочная способность драйвера обеспечивает надежное управление мощными светодиодами Cree XLamp™ XP-G, Seoul Semiconductor P7, Bridgelux на 800 и 1200 люмен LED Arrays, а также светодиодами OSRAM Platinum и Golden Dragon Plus. Использование этих типов белых светодиодов с высокой яркостью свечения позволяет сократить их число в цепочке

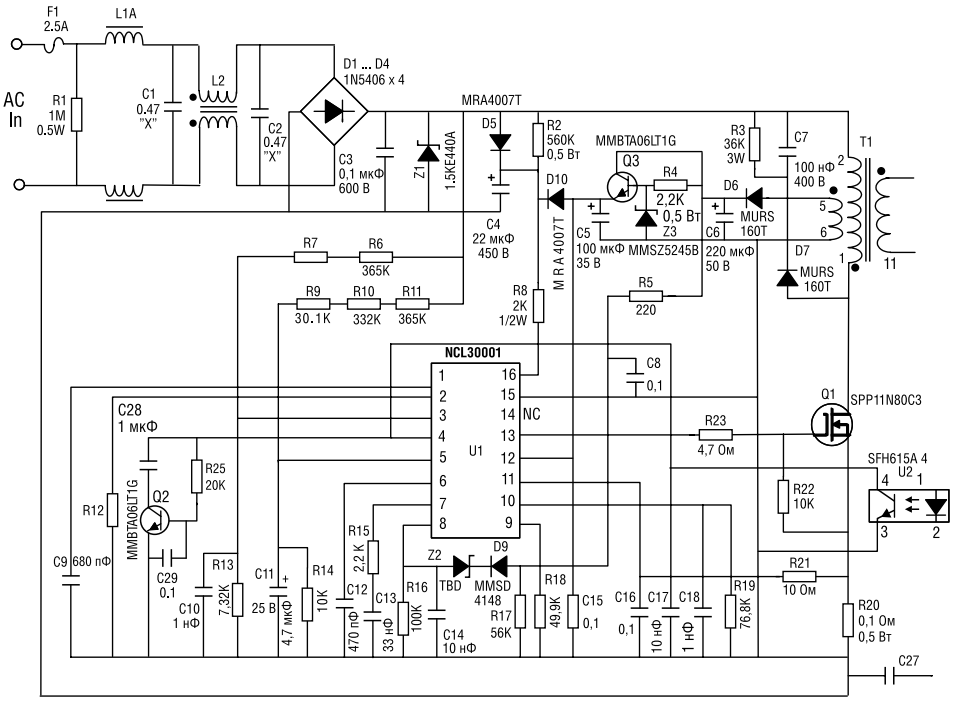

Рис. 5. **Первичная цепь преобразователя напряжения с ККМ**

Рис. 6. **3...5 Вт светодиодные лампы в формате MR16**

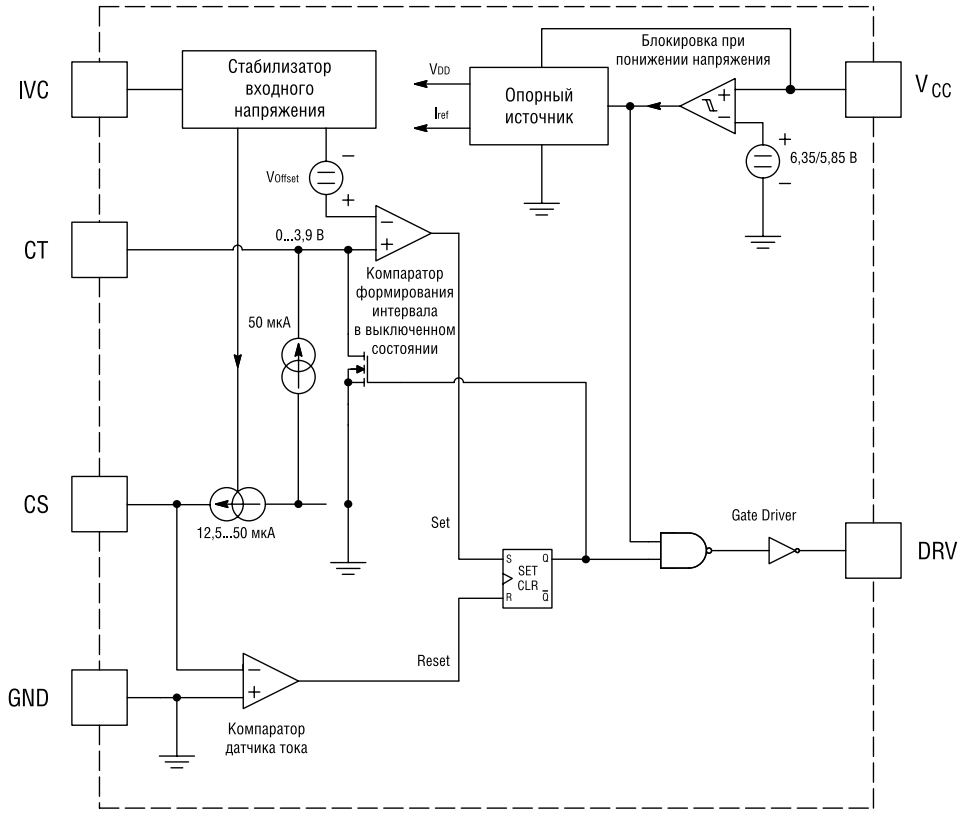

Рис. 7. **Структура драйвера NCL30100**

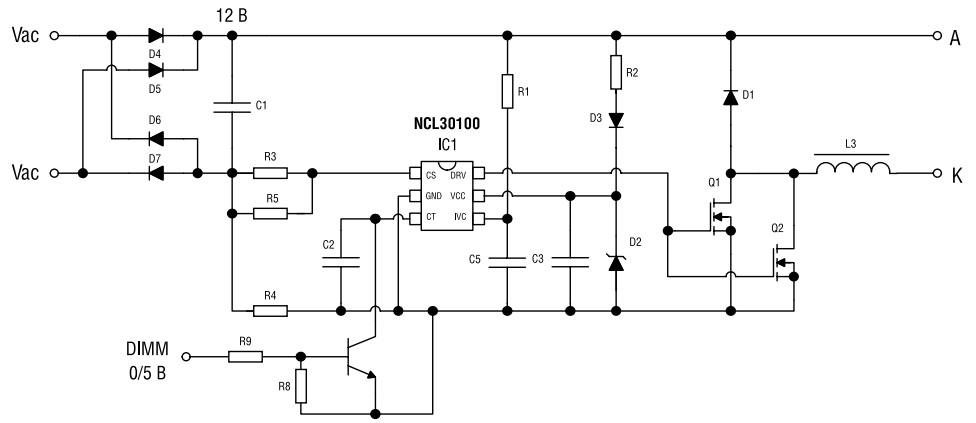

Рис. 8. **Типовая схема включения драйвера при питании от переменного напряжения MR16**

и упростить схему управления за счет использования одноступенчатой структуры преобразования энергии.

NCL30100 – ультракомпактный драйвер для точечных источников света мощностью до 10 Вт

Драйвер NCL30100 специально разработан для компактных светодиодных применений, в которых важны высокий КПД и миниатюрные размеры компонентов. В первую очередь, это светодиодные лампы формата MR16 для точечных светильников небольшой мощности 3…7 Вт (рис. 6).

Конструкция светодиодной лампы MR16 содержит от одного до трех мощных белых светодиодов мощностью 1…3 Вт, корпус радиатора, отражатель, плату контроллера светодиодов и цоколь. Светодиодные лампы формата MR16 ориентированы на замену аналогичных галогеновых. В настоящее время используется два типа галогеновых ламп форм-фактора MR16: одни рассчитаны на питание от напряжения 12 В, другие – от 220 В. 12 В лампы питаются через развязывающий понижающий трансформатор 220/12 В и обычно устанавливаются в местах, где требуется использование более низкого безопасного напряжения, например, в ванных. Для светодиодных ламп MR16, рассчитанных на низкое напряжение 12 В, используется цоколь GU5.3. Для MR16, рассчитанных на напряжение 220 В, используется цоколь GU10. При этом если цоколь GU5.3 просто вставляется штырьками в патрон и плотно там фиксируется, то GU10 имеет утолщения на конце контактов, которые необходимы для поворотного соединения с патроном. Цифры в обозначении цоколя показывают расстояние между центрами штырьков в миллиметрах. Буква U указывает на модификацию конструкции цоколя, используемую только для ламп MR16.

Структура и параметры драйвера NCL30100

Контроллер использует архитектуру управления (рис. 7), основанную на слежении за импульсным значением тока с квазипостоянным временем нахождения мощного ключа в закрытом состоянии. Метод управления оптимизирован для непрерывной работы в режиме понижения напряжения, что позволяет устранить выходную фильтрующую емкость, а также сократить стоимость изделия, используя менее ресурсоемкие элементы. Режим работы импульсного понижающего преобразователя напряжения CCM (continuous conduction mode) позволяет исключить необходимость установки выходного фильтрующего конденсатора и сократить размеры платы контроллера. В топологии обратноходовой схемы используются мощные и недорогие полевые транзисторы N-типа. Для минимизации потерь мощности в источнике на базе NCL30100 используется токовый датчик, стоящий в цепи обратного хода преобразователя. Время фазы закрытого состояния ключа определяется номиналом внешнего конденсатора небольшой емкости. Параметры обратной связи позволяют обеспечить надежное регулирование тока на рабочих частотах вплоть до 700 кГц, что дает возможность использовать индуктивность с очень малыми номиналами и габаритами.

Основные достоинства микросхемы – компактный корпус, большая эффективность преобразования, отсутствие выходной емкости. Типовая схема включения драйвера при питании от переменного напряжения MR16 показана на рис. 8.

Основные параметры драйвера:

- Режим ШИМ-импульсов – квазипостоянное время в закрытом состоянии;
- Режим обратной связи по току – пиковый токовый контроль;
- Частота регулирования до 700 кГц;
- Эффективность свыше 95%;
- Защита от обрыва в цепи светодиода;
- Низкий ток покоя и пусковой ток;
- Блокировка при снижении напряжения питания;
- Компактный и тонкий корпус TSOP-6;
- Рабочий температурный диапазон: -40…125°C.

Области применения:

- 12 В светодиодные лампы в формате MR16 (замена аналогичных галогеновых ламп);
- Ландшафтное освещение;
- Автономные светодиодные светильники с зарядкой от солнечных панелей;
- Подсветка транспортных средств;
- Внешние светодиодные источники освещения;
- Светодиодная подсветка интерьеров.

Основные параметры:

- Входное напряжение (Vin) 12 Vac (12 В выпрямленного после диодного моста);
- Номинальный ток светодиода 700 мА (rms);
- Прямое падение на светодиоде 3,2 В;
- Частота регулирования 450 кГц.

Для диммирования используется ШИМ-сигнал частотой 1 кГц с изменяе-

Таблица 1. **Номенклатура демоплат для контроллеров серии NCL30xxx**

Название демоплаты	Тип драйвера, контроллера	Основные параметры
NCL30000LED2GEVB	NCL30000	15 Вт, 4…15 белых светодиодов, ток 350 мА 220/240 Vac Triac Dimmer, PF > 0,96
NCL30000LED3GEVB	NCL30000	17 Вт, 350 мА, диапазон сетевого напряжения 90…305 Vac, без диммирования
NCL30001LEDGEVB	NCL30001	80W 0.9PF CC LED DRIVER, диапазон сетевого напряжения 90…265 Vac, выходной ток до 1,5 А
NL30100ADLRMGEVB	NCL30100	Демоплата светодиодной лампы в формате MR16
NL30100ASLPDGEVB	NCL30100	Однослойная демоплата светодиодного светильника с регулировкой яркости

мой скважностью от 0 до 99%. Печатная плата с микросхемой контроллера NCL30100 для встраивания в цоколь светодиодной лампы формата MR16 имеет размеры 17,6x12 мм.

Конструкция и применение точечных светодиодных ламп в формате MR16

Светодиодные лампы MR16 led 12 В предназначены для прямой замены галогеновых ламп MR16 с цоколем GU5,3 в стандартных потолочных точечных светильниках, а также в люстрах и настольных лампах. Они рассчитаны на стандартное пониженное напряжение 12 В, что обеспечивает их электрическую и пожарную безопасность.

Основные параметры:

- Напряжение 12 В AC/DC;
- Диаметр лампы 50 мм;
- Потребление электроэнергии 3,0 Вт;
- Срок службы 50000 часов;
- Вес 35 г.

Яркость светодиодной лампы — 180…350 люмен. Плата располагается в корпусе колбы и стыкуется с радиатором и отражателем, на котором установлены мощные светодиоды.

Точечные светильники, потолочные встраиваемые светильники для натяжных потолков, встраиваемые светильники для подвесных потолков, мебельные светильники — все используют в качестве источника света светодиодные лампы MR16. Они также используются для подсветки садовых дорожек, прудов и бассейнов, ступенек и т.д. MR16 имеют малое тепловыделение, что позволяет встраивать лампы в поверхности из дерева, пластика из ламинированной ДСП, не переживая при этом за тепловые деформации, коробления и отслоения поверхности.

Светодиодная лампа MR 16 потребляет всего 3…5 Вт, при этом обеспечивает световой поток как у галогенной лампы MR 16 с энергопотреблением 35…50 Вт. Они экономят до 90% электроэнергии, т.е. светодиодное освещение сокращает потребление электричества до 10 раз.

Светодиодное освещение с использованием светодиодных ламп MR 16 имеет существенное преимущество при освещении и подсветки витрин магазинов, освещение магазинов, галерей, картин. Широкая номенклатура углов свечения светодиодных ламп MR16 от 20 до 120 градусов и цветовой температурой по сравнению с галогенными лампами позволяют успешно использовать лампы для световых дизайнерских решений, например, для декоративной и акцентной подсветки.

Демонстрационные платы светодиодных контроллеров и драйверов

Для проведения отладки проектов и оценки возможностей светодиодных регуляторов компания ON Semi разработала серию демонстрационных плат (таблица 1).

Демо-платы доступны и для российских разработчиков. Нужный вариант можно выбрать из каталога и заказать через компанию КОМПЭЛ.

Литература

1. Драйверы для светодиодных источников света ON Semiconductor. Ирина Ромадина. Электронные Компоненты №12 2009 г.
2. Драйвер мощных светодиодов на базе контроллера NCL30000 фирмы ON Semiconductor. Ирина Ромадина. Современная электроника №9 2010 г.
3. NCL30000 Power Factor Corrected Dimmable LED Driver. Datasheet. dec. 2009
4. AND8448 Configuring the NCL30000 for TRIAC Dimming. Jim Young ON Semiconductor
5. NCL30001 High-Efficiency Single Stage Power Factor Correction and Step-Down Offline LED Driver. Datasheet. march 2010.
6. NCL30000LED1GEVB/D 90-135 Vac up to 15 Watt Dimmable LED Driver Demo Board Operation. Jim Young. ON Semiconductor
7. NCL30100 Fixed Off Time Switched Mode LED Driver Controller. Datasheet ON Semi. январь 2011 г.
8. A Constant Current Adjustable 0.7 A to 1.5 A, Up to 55 Vdc Single Stage Power Factor Corrected LED Power Supply. Frank Cathell. ON Semiconductor.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Роман Криночкин (г. Винница)

СО ВСТРОЕННЫМ КЛЮЧОМ НА 1,5 А: ДРАЙВЕРЫ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ NCP/NCV 3065/3066 ОТ ONS

*Превосходным выбором для схем управления светодиодными системами являются **драйверы мощных светодиодов NCP/NCV 3065/3066** от **ONSemiconductor.** Они представляют собой **регуляторы с управляющим ключом,** оптимизированные для применений с **LED.** Рабочий температурный диапазон этих изделий составляет **-65...150°C.***

Драйверы различных светодиодов (в том числе и мощных) занимают далеко не последнее место на динамично развивающемся рынке оптоэлектронной техники. В самом деле, только подумайте, сколько вокруг нас осветительных приборов, рекламных вывесок, информационных панелей, экранов — все это тем или иным образом основано на светодиодах, а значит и на электронных схемах управления ими. Использование для этих целей простых источников напряжения недопустимо, так как напряжение прямого смещения может колебаться в пределах до 20% в зависимости от изменения температуры и неточностей технологического процесса [4].

Сегодня в фокусе обзора драйверы (т.е. микросхемы управления) для мощных светодиодов компании ONSemiconductor: **NCP/NCV 3065/3066.** Эти устройства относятся к классу силовых регуляторов с управляющим ключом, оптимизированных для применений с LED.

Ключевые характеристики:

- Встроенный ключ на 1,5 А;
- Диапазон входных напряжений 3...40 В;
- Низкое напряжение обратной связи 235 мВ;
- Циклический ограничитель тока;
- Частота работы настраивается вплоть до 250 кГц
- Возможность работы с любым типом керамических выходных конденсаторов или вовсе без них;
- Возможность регулировки силы свечения (на основе ШИМ);
- Встроенная термозащита.

Типовая схема включения для микросхем 3065 приведена на рис. 1 [1]. Версия NCV предназначена для автомобильных и других применений, требующих расширенного температурного диапазона.

Как видно из схемы, для данного прибора, как и для прочих регуляторов с силовым ключом, необходим выходной фильтр в виде индуктивно-емкостной нагрузки. Принцип работы регулятора состоит в следующем. Во время первичного запуска внутренний компаратор определяет, что величина выходного напряжения меньше номинала. Это приводит к тому, что выходной регулятор переключается с частотой встроенного генератора. Таким образом производится накачка выходного конденсатора Cout, и напряжение на нем начинает постепенно увеличиваться. Как только оно превысит пороговую величину срабатывания компаратора (Vth = 0,235 В), выходной ключ закрывается, давая возможность конденсатору Cout разрядиться на полезную нагрузку. Таким образом, регулятор отслеживает ток нагрузки путем преобразования его в падение напряжения на резисторе Rsense, и, регулируя напряжение, добивается константности соответствующего нагрузочного тока. В качестве выходного ключа используется составной транзистор, включенный по схеме Дарлингтона. Причем NCP3065 может быть включен в схему как в режиме повышения (boost), так и в режиме понижения (buck). То есть, в случае, если напряжение, необходимое для питания диодного кластера, ниже входного, существует возможность включения в boost-режиме, при котором схема одновременно выполняет функции повышения уровня напряжения.

Функциональная схема устройства изображена на рис. 2. Частота переключения выходного ключа зависит от частоты внутреннего задающего генератора, которая задается номиналом конденсатора CT, попеременно разряжающегося и заряжающегося через внутренний источник тока. Типичный коэффициент заполнения выходного сигнала составляет около 85,7%. Для защиты выходного ключа применяется система отслеживания тока на базе второго компаратора и внешнего резистора. Дело в том, что обычно включение ключа осуществляется компаратором, а выключение — задним фронтом сигнала задающего генератора. В случае же превышения тока второй компаратор вообще выключает выходной ключ. В приборах подобной конструкции такая схема защиты — необходимейший элемент. Так как мы имеем дело с источником тока, отслеживающим напряжение, то чтобы вывести его из строя достаточно либо обрыва

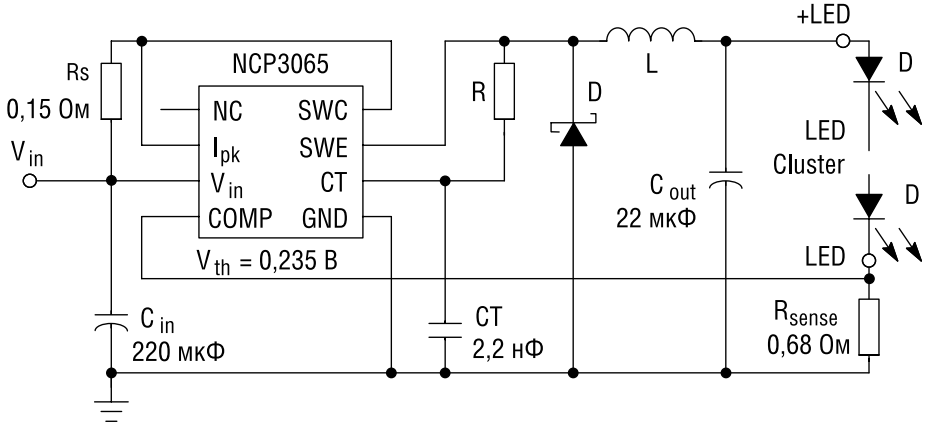

Рис. 1. **Типичное включение по понижающей (buck) схеме**

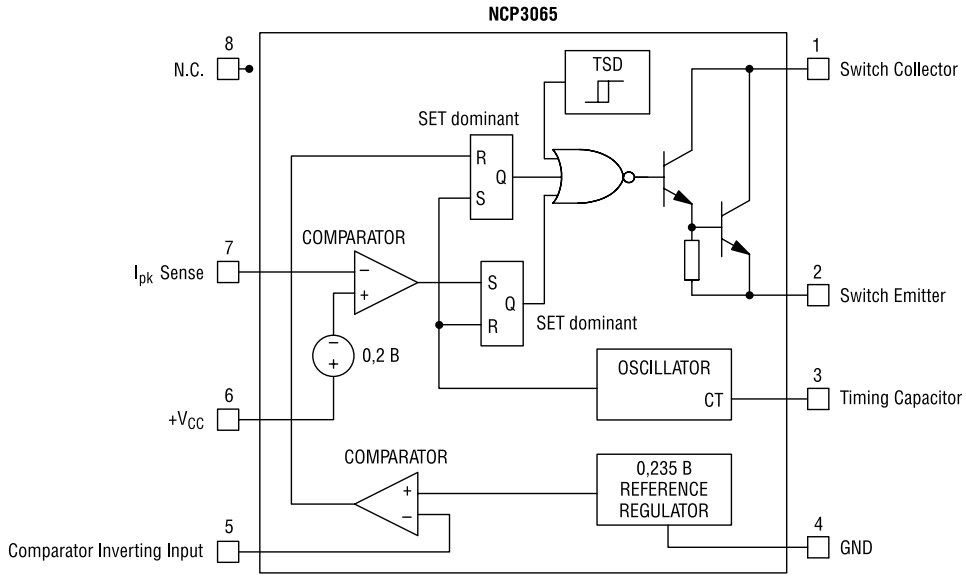

Рис. 2. **Функциональная схема NCP3065**

соединения чувствительного элемента в цепи нагрузки (Rsense), либо просто не подключить вход COMP, либо случайно замкнуть выходные клеммы. Прибор оснащен схемой защиты от перегрева, которая включается при 165°С и имеет гистерезис по температуре.

NCP3065 можно использовать и без сглаживающего выходного конденсатора Cout (например, для экономии места на печатной плате). Частота пульсации тока в цепи составляет около 100 кГц, что значительно больше, чем способен уловить человеческий глаз.

Для регулирования силы свечения выходного кластера светодиодов можно использовать оригинальные приемы, рекомендуемые в **AND8298** [2]. Например, регулирование с помощью ШИМ-сигнала путем его подачи на вход ограничения по току Isense или путем его выпрямления на RC-цепочке и суммирования с напряжением на Rsense. Оба варианта приводят к уменьшению среднего тока через светодиоды и, таким образом, к уменьшению силы свечения пропорционально коэффициенту заполнения управляющего ШИМ-сигнала.

NCP3066 практически идентичен NCP3065, отличается он лишь наличием встроенного управляющего входа, что в общем случае позволяет упростить реализацию схемы димминга (dimming, регулировка тока). Максимальная частота ШИМ на входе – 1 кГц. Для нормальной работы схемы напряжение на этом входе должно быть 2,4…25 В. При его падении ниже 0,8 В микросхема отключается и переводится в режим пониженного энергопотребления (менее 100 мкА). То же самое произойдет, если оставить этот вывод неподключенным. [3].

Электрические параметры:

- Входное напряжение до 42 В;
- Ток до 1,5 А;
- Температурный диапазон -65…150°С;
- Падение напряжения на выходном транзисторе 1 В;
- Ток потребления 7 мА;
- Частота генератора до 250 кГц.

Отметим, что на сайте ONSemiconductor существует автоматизированный инструмент разработки, помогающий в проектировании схем драйверов светодиодов на базе NCP3065/3066. В режиме мастера вам предложат определить такие параметры, как диапазон входных напряжений, прямое смещение, нормальный и пиковый токи, сопротивление, количество диодов. После чего на основании этих параметров система предложит возможную схему реализации преобразователя, а также форму и амплитуду сигналов, смоделированные в различных точках предложенной схемы. Симуляция основана на технологиях Simplis. Доступ к инструменту разработки осуществляется со страницы продукта NCP 3065 [5] нажатием на кнопку Design It! (требуется регистрация).

Что же касается перспективных применений, то их огромное количество. Не зря же, например, производится автомобильная индустриальная версия с индексом NCV. Использование светодиодов в автомобилях оправдывается как по экономичности (энергоэффективность LED до 85%), так и по надежности работы (по сравнению с теми же лампами накаливания). Например, вспомогательные фары, габаритные и поворотные огни, освещение салона, указатели приборной панели – отличный рынок, не так ли? И это только в автомобилях. Тем более, что можно без проблем приобрести данные регуляторы – компания КОМПЭЛ является официальным дистрибьютером ONSemiconductor. Так что ни с поставками, ни с техподдержкой проблем возникнуть не должно. Продолжая тему использования, необходимо отметить такие сферы, как домашнее и уличное освещение, подсветка дисплеев и табло, светодиодные фонари. Словом, «светить всегда, светить везде!»

Литература

1. NCP3065 Datasheet.
2. High Intensity LED Drivers using NCP3065/NCV3065.
3. NCP3066 Datasheet.
4. TND373/D. 1W to 5W LED Driver for MR16 LED
5. *http://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=NCP3065PG.*

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru

Александр Самарин (г. Зеленоград)

СВЕТОДИОДНЫЕ ДРАЙВЕРЫ С ПРЕФИКСОМ CAT (CATALYST) – ЭТО ТОЖЕ ПРОДУКЦИЯ ON SEMI

Catalyst Semiconductor, Inc. *выпускает широкую номенклатуру* ***светодиодных драйверов,*** *для различных секторов применения, использующих разные технологии преобразования энергии. В октябре 2008 года компания вошла в состав* ***ON Semiconductor.***

В активе Catalyst Semiconductor — разработки линейных светодиодных драйверов, драйверов с емкостным преобразованием энергии, а также индуктивные Step Up/Step Down-драйверы для питания мощных светодиодов. Микросхемы этой компании, в том числе и драйверы светодиодов, имеют в названии префикс CAT. Все разработки отличаются наличием оригинальных и патентованных решений, расширяющих функциональные возможности микросхем и обеспечивающих эффективность их применения. В таблице 1 приведены основные параметры светодиодных драйверов Catalyst.

Линейные драйверы

Линейные драйверы светодиодов используются в тех случаях, когда напряжение питания заведомо больше падения напряжения на линейке питаемых светодиодов. Выходы линейных драйверов представляют собой генератор тока. Стабильный ток в широком диапазоне входных напряжений обеспечивает постоянную яркость и долговечность светодиодов. Линейные драйверы светодиодов не могут соперничать по эффективности преобразования энергии с емкостными или индуктивными. Основные их достоинства — простота и дешевизна, а также отсутствие высокочастотных помех при работе. А при удачном сочетании питающего напряжения и схемы включения светодиодов может быть получена эффективность не намного хуже, чем у индуктивных и емкостных драйверов. В отдельных приложениях по соотношению цена/качество они даже имеют преимущество. Например, в автомобильном секторе эффективность менее важна, чем цена.

В секторе линейных драйверов можно выделить драйверы двухполюсники с фиксированным значением тока, трехполюсники с регулируемым током и многоканальные драйверы. Реализация линейных драйверов в микрокорпусах с размерами 3x3x0,8 и 4x4x0,8 мм позволяет размещать их в цоколях светодиодных автомобильных ламп, имеющих такой же форм-фактор, что и автомобильные лампы накаливания.

Светодиодный линейный драйвер CAT4101

Микросхема драйвера обеспечивает рабочий ток до 1 А, а также регулировку яркости за счет использования ШИМ-модуляции. При питании от 12 В аккумулятора драйвер может управлять параллельной цепочкой из 2…3 светодиодов мощностью 1…3 Вт. Корпус драйвера TO-263-5.

Уровень тока задается внешним резистором.

Драйвер ориентирован преимущественно на использование в конструкции светодиодных автомобильных ламп (габариты, фара стоп-сигнала, фонари поворота), а также в светодиодных модулях для освещения салона автомобиля. На рис. 1 показаны светодиодные лампы стоп-сигнала и «двухнитевые» лампы «стоп-сигнал — поворот» мощностью 21 Вт, в которых используются линейные драйверы.

Драйвер для индикаторов приборной панели автомобиля

Многоканальный драйвер **CAT310** в основном ориентирован для использования в автомобильном секторе. Основное назначение — управление индикаторами, расположенными на приборной панели автомобиля (дискретные индикаторы состояния автомобильных систем, графические полоски расходомеров и т.п.), но может с успехом использоваться для управления кластерными светодиодными источниками света в других приложениях. Рабочие токи по каждому каналу до 50 мА. Основные достоинства — работа в широком диапазоне напряжений до 40 В, что обеспечивает защиту от бросков тока в автомобильной сети и широкий температурный диапазон -40…125°C.

Допускается последовательное каскадирование микросхем для загрузки данных.

Серия драйверов CAT40xx для светодиодных экранов

Серия драйверов состоит из трех микросхем **CAT4004, CAT4008** и **CAT4016**, отличающихся числом выходов (от 4 до 16). Загрузка данных от источника осуществляется по последовательному синхронному каналу. Диапазон регулирования 2…100 мА. В выходных цепях драйвера не требуется установка дополнительных токозадающих резисторов. Выходные каскады выполнены по схеме LDO, прямое падение напряжения в них не более 400 мВ. Диапазон питающих напряжений 3…5,5 В. Скорость загрузки по последовательному каналу до 25 МГц. Допускается каскадирование микросхем для расширения числа управляемых каналов.

Уровень тока, протекающего через светодиоды, задается одним внешним резистором. Микросхема доступна в корпусах SOIC, TSSOP, QSOP и TQFN.

Рис. 1. **Лампы стоп-сигнала и двухнитевые лампы «стоп-сигнал – поворот»**

Таблица 1. **Основные параметры светодиодных драйверов Catalyst**

Тип	Особенности	Диапазон входных напряжений, В	Суммарный. вых. ток, м А	Частота преобр., кГц	Макс.число светодиодов в цепочке	Макс.число цепочек светодиодов
Линейные драйверы						
CAT310	10 каналов, 4-проводный интерфейс управления	3…5,5	500	–	1	10
CAT4002A	2 канала с 32 уровнями димминга	2,4…5,5	40	–	1	2
CAT4002B	2 канала с 32 уровнями димминга	2,4…5,5	50	–	1	2
CAT4003B	3 канала с 32 уровнями димминга	2,4…5,5	75	–	1	3
CAT4004	4 канала, EZ Dim интерфейс	2,4…5,5	100	–	4	1
CAT4008	8 каналов, 4-проводный интерфейс управления	3…5,5	800	–	8	1
CAT4016	16 каналов, 4-проводный интерфейс управления	3…5,5	1600	–	16	1
CAT4101	1 канал, выходной ток 1 А	3…5,5	1000	–	8	1
CAT4103	RGB, 3-канальный, 4- проводный интерфейс управления	3…5,5	525	–	8	3
CAT4104	4 цепочки по 8 светодиодов	3…5,5	700	–	8	4
CAT4109	3 канальный RGB с ШИМ	3…5,5	525	–	7	3
Драйверы с емкостным преобразованием						
CAT3224	2 канала	2,5…5,5	4000	800	1	2
CAT36042	Quad mode, 4 канала	2,5…5,5	120	1000	1	4
CAT3604V	Quad mode, 4 канала	3…5,5	120	1000	1	4
CAT3606	6 каналов	3…5,5	180	1000	1	6
CAT3612	2 канала	3…5,5	300	1000	1	2
CAT3614	4 канала	3…5,5	124	1000	1	4
CAT3616	6 каналов	3…5,5	186	1000	1	6
CAT3626	6 каналов , интерфейс I2C	3…5,5	192	1000	1	6
CAT3636	Quad mode, 6 каналов	2,5…5,5	192	1000	1	6
CAT3637	Quad mode, 6 каналов	2,5…5,5	180	1000	1	6
CAT3643	Quad mode, 3 канала	2,5…5,5	90	1000	1	3
CAT3644	Quad mode, 4 канала	2,5…5,5	100	1000	1	4
CAT3647	Quad mode, 3 канала	2,5…5,5	100	1000	1	3
CAT3648	Quad mode, 4 канала	2,5…5,5	100	1000	1	4
Драйверы Boost/Buck						
CAT37	Boost, 1 канал по 4 LED	2…5,5	25	1000	4	1
CAT32	Boost, 1 канал по 4 LED	2…5,5	25	1200	4	1
CAT4106	Boost, 4 канала по 10 LED	3…5,5	175	1000	10	4
CAT4134	Boost, 2 канала по 3 LED	2,8…5,5	500	1000	3	2
CAT4139	Boost, 5 LED последовательно	2,2…5,5	350	1000	5	1
CAT4201	Buck, 7 LED	7…36	350	50..1000	7	1
CAT4237	Boost, 8 LED последовательно	2,8…5,5	100	1000	8	1
CAT4238	Boost, 10 LED последовательно	2…5,5	100	1000	10	1
CAT4240	Boost, 10 LED последовательно	2…5,5	350	1000	10	1

Таблица 2. **Линейка драйверов CAT36xx с емкостным преобразованием для мобильной аппаратуры**

Драйвер	Число каналов	Суммарный ток, мА	Назначение	Наличие регулировки тока
CAT3604	4	120	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Нет
CAT3606	6	180	Подсветка основного и дополнительного ЖК-дисплея в мобильных устройствах	Нет
CAT3612	2	300	Проблесковые маячки, фонари	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™
CAT3614	4	124	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™
CAT3616	6	186	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™
CAT3626	6	192	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу I²C
CAT3637	6	180	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™
CAT3636	6	180	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™
CAT3644	4	100	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™
CAT3647	3	100	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™
CAT3648	4	100	Подсветка ЖК-дисплеев, полей клавиатуры	Есть, по интерфейсу 1-wire EZDim™

Шестиканальный контроллер-драйвер светодиодов CAT4026

Микросхема **CAT4026** представляет собой шестиканальный источник тока для питания цепочек светодиодов средней мощности в модулях задней подсветки ЖК-панелей. В драйвере реализованы следующие функции: защита от коротких замыканий, обнаружение обрывов в цепочках, адаптивная обратная связь по SMPS, раздельная регулировка тока по каналам, термозащита, общее диммирование по всем каналам в ШИМ- или аналоговом режиме. Микросхема выпускается в корпусе SOIC-28. Драйвер может также использоваться и в светодиодных источниках освещения.

CAT4109 – трехканальный драйвер для управления RGB-светодиодами

Драйвер обеспечивает управление яркостью RGB-светодиодов средней мощности по трем независимым каналам. Выходной ток каждого канала до 175 мА. Драйвер может использоваться для управления светодиодной подсветкой ЖК-панелей, в светодиодных ландшафтных светильниках, светофорах и для подсветки рекламных щитов. Номинальный уровень тока, обеспечивающий стабильность цветового излучения, задается внешними резисторами.

Драйверы с емкостным преобразованием (CHARGE PUMP)

Драйверы с емкостным умножением напряжения предназначены для использования в аппаратуре с батарейным питанием. Диапазон входных напряжений 2,5…5,5 В. Эффективность преобразования достигает 93%. Частота преобразования 1 МГц. Основные достоинства драйверов – простота и дешевизна. Малые размеры корпуса QFPN-16 – 3x3x0,8 мм. Структура драйверов содержит защиту от коротких замыканий и обнаружение обрыва в выходных цепях.

Регулировка выходного тока реализована в микросхемах **CAT3612… CAT3648.** Ток регулируется с 16 градациями с шагом 2 мА через числоимпульсный однопроводной интерфейс EZDim. Линейка драйверов **CAT36xx** с емкостным преобразованием для мобильной аппаратуры показана в таблице 2.

Величина максимального тока устанавливается внешним резистором.

Работа на высокой частоте позволяет использовать керамические конденсаторы малого номинала и размера. Корпус драйвера TQFN-16 имеет размеры 4x4 мм.

Особенностью емкостных преобразователей серии **CAT363x** и **CAT364x** является использование высокой частоты 800…1000 кГц и патентованного метода преобразования с переменным коэффициентом умножения Quad Mode (т.е. четырех режимов преобразования). На рис. 2 показано изменение эффективности преобразования в зависимости от изменения входного напряжения. По мере падения входного напряжения коэффициент умножения напряжения автоматически меняется – 1x; 1,33x; 1,5x; 2x. Переменный режим обеспечивает получение максимальной эффективности использования энергии батареи.

Максимальная эффективность преобразования в 93% достигается, когда напряжение на батарее близко к напряжению на светодиоде (около 3,5 В). При дальнейшем падении входного напряжения ниже прямого падения напряжения на светодиоде включается режим с коэффициентом умножения на 1,33x, и так далее. В структуре шестиканального драйвера CAT 3606 используется режим QUAD Mode.

В интерфейсе используется широтно-импульсный протокол кодирования данных. Осуществляется адресация контрольных регистров и задание уровня тока по каждому каналу. Ток задается встроенными ЦАП по каждому каналу. По сути, каждый канал имеет на выходе программируемый линейный регулятор тока. Диаграмма однопроводного управляющего интерфейса EN/SET показана на рис. 3.

CAT3224 – драйвер светодиодных проблесковых фонарей и фотовспышек

Интеллектуальный драйвер **CAT3224** предназначен для светодиодных ламп-вспышек, но может также использоваться и в аварийных проблесковых фонарях, бакенах, сигнальных буях. В качестве накопителя энергии для вспышки используется двухсекционный конденсатор большой емкости (1,1 Ф). Схема управления драйвера обеспечивает зарядку конденсаторов через емкостной повышающий преобразователь до напряжения 5,4 В и формирование токовых импульсов длительно-

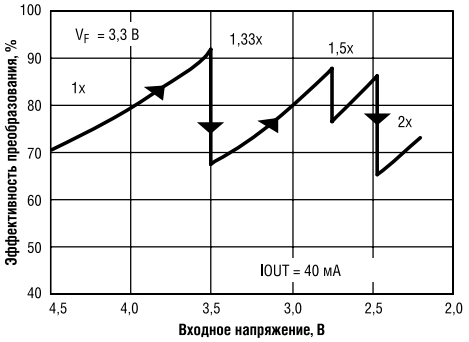

Рис. 2. **Четыре режима работы емкостного умножителя в зависимости от величины входного напряжения**

Таблица 3. **Основные параметры индуктивных драйверов повышающего типа**

Тип	Uin, В	Макс. Uвых., В	Корпус	Выходной ток, мА	Число светодиодов в цепочке	Число каналов
CAT4106	3…5,5	36	TQFN-16	4x 75	10	4
CAT4134	2,8…5,5	16	TDFN-12	2x250	3	2
CAT4139	2,2…5,5	22	TSOT-23	350	5	1
CAT4237	2,8…5,5	30	SOT-23	100	8	1
CAT4238	2…5,5	38	TSOT-23	100	10	1
CAT4240	2…5,5	38	SOT-23	750	10	1

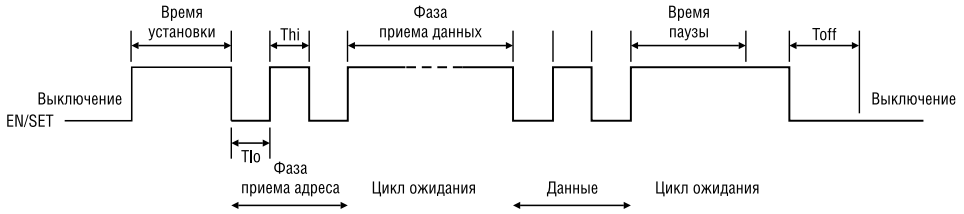

Рис. 3. **Диаграмма однопроводного управляющего интерфейса EN/SET**

стью 300 мс и амплитудой 2 А по двум выходам LEDA и LEDB. После завершения цикла зарядки формируется сигнал флага готовности вспышки для управляющего контроллера. Длительность вспышки задается внутренним таймером.

Выходной формирователь может также работать и в режиме стабилизации постоянного тока – 200 мА по каждому каналу (режим фонаря). Рабочий ток для каждого режима (зарядка, вспышка, «фонарь») задается с помощью трех внешних резисторов. Драйвер может использоваться и в других промышленных светотехнических системах, например, в стробоскопах, в которых газоразрядные импульсные источники света заменяются на светодиодные.

Индуктивные драйверы

Драйверы повышающего типа (STEP Up, Boost)

Основное назначение этой серии драйверов – управление источниками подсветки в портативной аппаратуре (камеры, GPS-навигаторы, электронные игры, ноутбуки, медиаплееры). Драйверы данного типа обеспечивают повышение напряжения батарейного питания, используемого в мобильных и портативных устройствах, до уровня напряжения, достаточного для питания цепочки светодиодов. В большинстве случаев питание мобильных устройств производится от 2…3 батарей типа АА/ААА, аккумуляторов того же типоразмера или литиевых батарей с номинальным напряжением 3,6…4,2 В. Выходное напряжение драйверов 16…38 В. В таблице 3 показаны основные параметры индуктивных драйверов повышающего типа.

Температурный диапазон микросхем -40…85°С. Имеются функция автоматического выключения при падении напряжения и функция защиты от короткого замыкания на выходе. Частота преобразования около 1 МГц. Микросхемы имеют низкое собственное потребление логики управления драйвером – всего около 0,6 мА.

CAT4201- драйвер Step Down для мощных светодиодов

Драйверы понижающего типа применяются для тех вариантов питания, когда входное напряжение больше напряжения на линейке светодиодов, подключенных к выходу. Число возможных светодиодов в последовательной цепочке определяется диапазоном изменения входного напряжения. Драйверы могут использоваться в системах с аккумуляторным питанием (9…36 В), в том числе и в транспортных средствах 12/24 В. Для увеличения выходного нагрузочного тока, например, до 1 А при питании мощных 3 Вт светодиодов возможно и параллельное включение нескольких драйверов. Корпус TSOT-23; выходной ток 350 мА; до семи светодиодов в цепочке.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru