



Искажения сигналов конденсаторами с высокой диэлектрической проницаемостью керамики

34

Простой LDO стабилизатор на основе оптоизолятора

58

Оборотная сторона бесплатных образцов

40

11 Microchip анонсировала новые семейства микроконтроллеров PIC и AVR

МОЖЕТ ЛИ ТОК В ОБМОТКЕ ДРОССЕЛЯ ИЗМЕНИТЬСЯ МГНОВЕННО?

26



РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

www.rlocman.ru/magazine

Официальные версии только здесь: без регистрации и назойливой рекламы, с высокой скоростью скачивания.



РАДИОЛОЦМАН.ФОРУМ

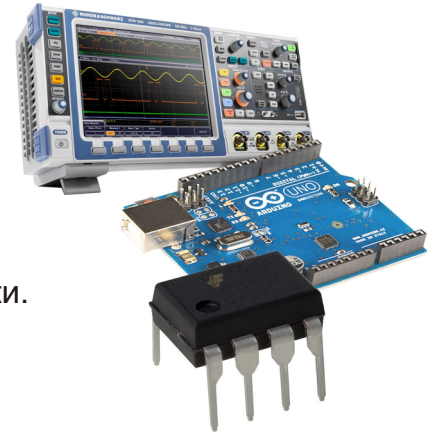
www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РАДИОЛОЦМАН.ЦЕНЫ

www.rlocman.ru/price

Подберите оптимального поставщика электронных компонентов, измерительной и электронной техники. Цены, условия поставки и доставки.



РАДИОЛОЦМАН.СОЦ.СЕТИ

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman



google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

А. Гаврилюк
В. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
Н. Радунцева
М. Русских
А. Русу

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

По вопросам размещения рекламы, публикации авторских материалов, с замечаниями и пожеланиями обращаться:

rlocman@rlocman.ru

+7 (903) 721-72-14

www.rlocman.ru

Официальные версии журнала распространяются бесплатно и без регистрации только на сайте РадиоЛоцман

При любом использовании материалов, опубликованных в журнале, ссылка на РадиоЛоцман обязательна. Полное или частичное воспроизведение или тиражирование каким бы то ни было способом материалов настоящего издания допускается только с письменного разрешения редакции.

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление
бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 КПД новых DC/DC преобразователей Helix Semiconductors превышает 97%
- 5 GaN Systems анонсирует самые сильноточные в мире GaN транзисторы
- 6 Toshiba начинает производство сильноточных супрессоров для защиты линий питания
- 6 АКМ разработала микросхему детектора напряжения с ультранизким потреблением энергии
- 7 Analog Devices выпустила новый 20-амперный микромодуль для питания сильноточных низковольтных устройств
- 9 Теперь Arduino можно использовать для программирования Linux устройств Интернета вещей
- 10 TDK представляет миниатюрную катушку транспондера для систем контроля давления в шинах
- 11 Microchip анонсировала новые семейства микроконтроллеров PIC и AVR
- 12 Texas Instruments представляет высокоинтегрированные синхронные преобразователи с лучшими в отрасли характеристиками
- 14 Silicon Labs сообщила о разработке Wi-Fi приемопередатчиков для IoT устройств с батарейным питанием
- 15 Diodes анонсирует 60-вольтовый понижающий драйвер светодиодов с внешней регулировкой яркости
- 16 Toshiba анонсирует выпуск оптоизоляторов для источников питания с цифровым управлением и интеллектуальных силовых модулей
- 17 ABLIC представила семейство самых миниатюрных в мире LDO стабилизаторов
- 18 Toshiba выпускает новые микросхемы драйверов N-канальных MOSFET
- 19 ON Semiconductor разработала новые высокоэффективные контроллеры для приложений светодиодного освещения
- 20 EPC представляет две eGaN микросхемы, объединяющие мощные высокочастотные GaN МОП-транзисторы и драйверы затворов
- 21 Toshiba приступает к производству 600-вольтовых планарных MOSFET следующего поколения
- 21 Infineon интегрировала датчики тока в IGBT модули EconoDUAL 3
- 22 Toshiba начинает производство 1.5-амперных LDO стабилизаторов в ультраминиатюрных корпусах
- 23 Texas Instruments расширяет семейство мультистандартных беспроводных микроконтроллеров SimpleLink
- 24 Diodes анонсирует эффективные и точные линейные контроллеры светодиодов

Статьи

- 26 Может ли ток в обмотке дросселя измениться мгновенно? Часть 1
- 30 Основные понятия электромагнитной совместимости и практические рекомендации по проектированию печатных плат
- 34 Искажения сигналов конденсаторами с высокой диэлектрической проницаемостью керамики
- 39 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 25 лет назад начались первые продажи Intel Pentium
- 40 Обратная сторона бесплатных образцов
- 42 К 100-летию корпорации Panasonic. Путь Коносуке Мацусита. Часть 1

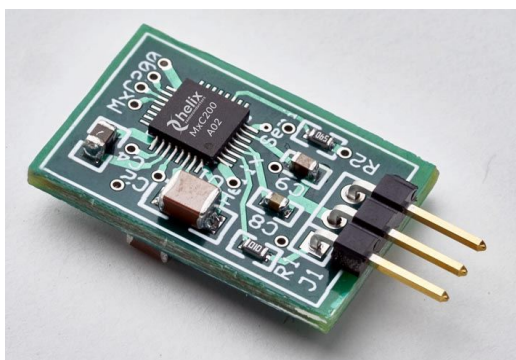
Схемы

- 48 Контроллер активного выпрямителя со сверхбыстрым откликом и низкой рассеиваемой мощностью
- 52 Дистанционный термометр на основе кварцевого резонатора с прямой индикацией в градусах Цельсия
- 54 Управляемый фазосдвигатель для частоты 70 МГц
- 56 Драйвер цепочки мощных светодиодов из доступных компонентов
- 58 Простой LDO стабилизатор на основе оптоизолятора
- 60 Простой драйвер светодиодов для уличного освещения
- 62 Простая схема превращает осциллограф и генератор в характериограф для полевых транзисторов
- 65 Использование универсального дифференциального драйвера АЦП для управления ВЧ коммутатором
- 68 Повышение КПД дешевых импульсных преобразователей
- 70 Простой таймер для выключения вентилятора в ванной комнате
- 72 «Нестабильный» источник питания имитирует поведение солнечной батареи

КПД новых DC/DC преобразователей Helix Semiconductors превышает 97%

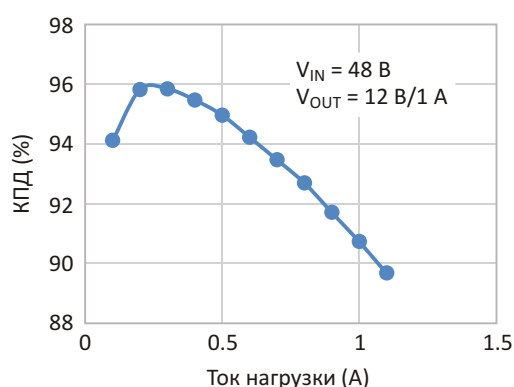
Высочайший КПД в приложениях DC/DC преобразования

Фаблесс компания Helix Semiconductors объявила о начале серийного производства высокоэффективной конфигурируемой микросхемы 15-ваттного DC/DC преобразователя MxС200. Известная первоначально под обозначением HS200, микросхема MxС200 преобразует входные напряжения от 12 до 49 В в ряд выбираемых выходных напряжений. Например, в конфигурации преобразователя входного напряжения 48 В в выходное напряжение 12 В микросхема обеспечивает пиковый КПД более 97% и свыше 90% при полной нагрузке.



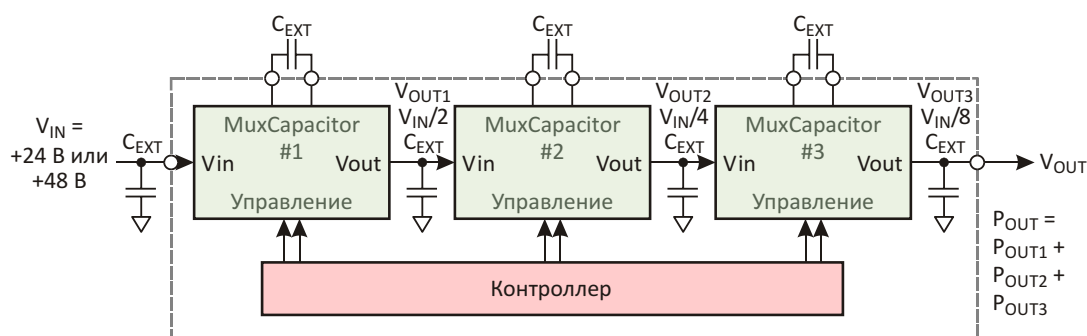
«Выпуском MxС200 и других продуктов, основанных на технологии MuxCapacitor, Helix Semiconductors отвечает на растущую потребность в более энергоэффективных микросхемах для развивающихся рынков AC/DC и DC/DC преобразователей, – говорит Гарольд А. Бломквист (Harold A. Blomquist), президент и генеральный директор Helix Semiconductors. – Уникальная архитектура MxС200 образована тремя каскадами на коммутируемых конденсаторах, каждый из кото-

рых делит входное напряжение вдвое. Подключать нагрузку суммарной мощностью до 15 Вт можно к выходу любого из этих трех каскадов, и, в частности, ко всем трем одновременно. Разработанная компанией технология MuxCapacitor позволяет преобразователю MxС200 достигать беспрецедентно высоких значений КПД, практически не меняющихся в диапазоне от полной нагрузки до 5%».



Типовая зависимость КПД MxС200 от тока нагрузки.

Широкая сфера применения MxС200 включает беспроводные точки доступа, камеры видеонаблюдения, шлюзы Интернета вещей и VoIP-телефоны, а также приложения преобразования напряжения промежуточных шин 24 В и 48 В, телекоммуникационные системы с напряжением питания 48 В и различные устройства с питанием по сети Ethernet. Кроме того, MxС200 может использоваться в системах отопления, кондиционирования и вентиляции и в промышленных контролле-



Типовая схема использования MxС200 в локализованных к нагрузке источниках питания.

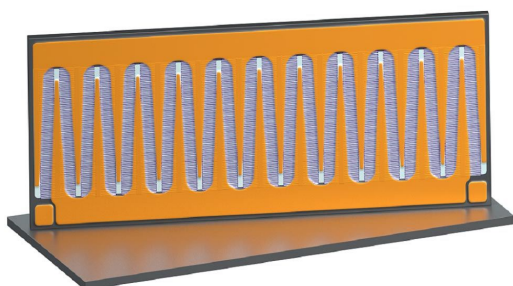
рах. Фактически, MxС200 – очень гибкое устройство, способное выполнять преобразование входных напряжений от 12 до 48 В в выходные напряжения до 3.0 В.

MxС200 – последнее устройство в семействе MuxCapacitor емкостных преобразова-

телей компании Helix Semiconductors, запущенное в массовое производство и дополнившее чипсеты AC/DC преобразователей, анонсированные компанией в 2017 году. Ориентировочная цена одной микросхемы в партиях из 10,000 приборов составляет \$3.00.

GaN Systems анонсирует самые сильноточные в мире GaN транзисторы

Обнаружив характеристики новых 120-амперных 650-вольтовых нитрид-галлиевых (GaN) E-HEMT транзисторов, канадская компания GaN Systems подтвердила свое лидирующее положение в отрасли мощных GaN приборов. Растущие уровни мощности порождают потребность во все более высоких рабочих токах. Поэтому многочисленные преимущества GaN сегодня могут быть востребованы в автомобилестроении, промышленности и возобновляемой энергетике.



650-вольтовый GaN E-HEMT с допустимым током 120 А увеличивает удельную отдачу энергии преобразователей диапазона от 20 кВт до 500 кВт, включая автомобильные антипробуксовочные системы, бортовые зарядные устройства особо высокой мощности, крупномасштабные накопители энергии и промышленные приводы электродвигателей. Этот транзистор, в два раза превосходящий по допустимой токовой нагрузке самые мощные приборы, когда-либо выпускавшиеся GaN Systems, позволит потребителям, не увеличивая габаритов систем, эффективно удвоить их выходную мощность.

Новые транзисторы GS-065-120-1-D, поставляемые в виде кристаллов для пользовательских силовых модулей, имеют наименьшее в отрасли мощных полупроводников сопротивление открытого канала и наибольший ток среди всех 650-вольтовых GaN

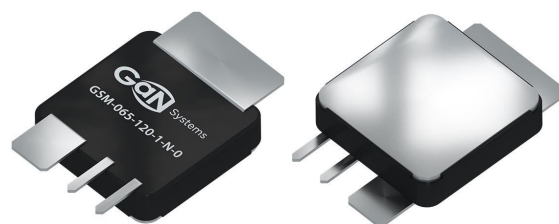
HEMT. Мощные модули занимают до 40% рынка силовой электроники. Потребители смогут использовать эти кристаллы в модулях полумостовой, полномостовой и шеститранзисторной конфигураций для создания более совершенных устройств большой мощности.

«Это наиболее значимый GaN продукт на сегодняшнем рынке, оптимизированный для совместимости с технологиями как встраиваемых, так и традиционных модулей, – заявил Джим Витам (Jim Witham), генеральный директор компании GaN Systems. – Расширяя семейство наших флагманских продуктов, этот транзистор воплощает все преимущества технологии GaN и наш подход к силовым GaN транзисторам, основа которого – простота использования, большая плотность мощности и высокий КПД. Он позволит с меньшими затратами и при меньших размерах создавать системы питания с беспрецедентными уровнями мощности».

Оценочные модули

Для изучения характеристик бескорпусного транзистора GS-065-120-1-D предлагаются два оценочных модуля GSM-065-120-1 и GSM065-240-1:

- 120-амперный GSM-065-120-1-N-0 содержит один кристалл GS-065-120-1-D;
- 240-амперный GSM-065-240-1-N-0 содержит два кристалла GS-065-120-1-D, соединенных параллельно.



Оценочный модуль GSM-065-120-1.

Toshiba начинает производство высокоточных супрессоров для защиты линий питания

Высокоэффективные ограничительные диоды для защиты линий питания в интерфейсах мобильных устройств

Toshiba Electronics Europe начала массовое производство новой серии супрессоров (ограничителей напряжения) для защиты линий питания USB и разъемов питания, используемых в мобильных устройствах.



Диоды серии DF2SxxP2 защищают линии питания смартфонов и планшетов, предотвращая сбои и повреждения оборудования электростатическими и грозовыми разрядами, проникающими по шнурам питания и сигнальным кабелям, а также от бросков напря-

жения, возникающих при включении и выключении устройства. Супрессоры могут также использоваться для защиты зарядных линий интерфейса USB Type-C с напряжениями шины от 5 В до 20 В, который будет широко использоваться в ближайшем будущем.

Технологическую основу диодов составляет запатентованный Toshiba процесс, используемый в производстве стабилитронов. По сравнению с существующими компонентами, эта технология позволяет снизить динамическое сопротивление на 80% и более чем на 30% увеличить допустимый пиковый ток. Каждый диод серии выдерживает разряды статического электричества с напряжением 30 кВ.

В серии DF2SxxP2 будет 6 диодов, рассчитанных на защиту линий питания с напряжениями 5 В, 12 В и 20 В. Каждый диод будет доступен либо в компактном корпусе SOD-963 (CST2C), либо в стандартном SOD-323 (USC). Корпуса имеют размеры 1.6 мм × 0.8 мм × 0.48 мм и 2.5 мм × 1.25 мм × 0.9 мм, соответственно.

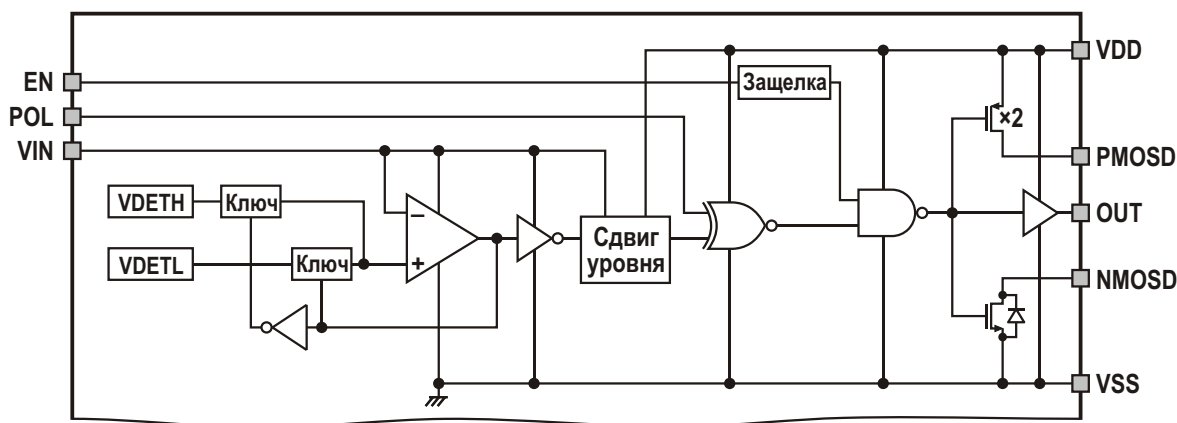
АКМ разработала микросхему детектора напряжения с ультранизким потреблением энергии

Снижение потребляемого тока – первостепенная задача, стоящая перед разработчиками систем управления устройствами, извлекающими слабую энергию из окружающей среды и преобразующими ее в энергию электричества. Точно также, это крайне важно в схемах контроля батарей и других накопителей электрической энергии, таких, как небольшие литий-ионные аккумуляторы, литий-ионные конденсаторы или ионисторы, используемых в носимых устройствах и требующих максимально возможного времени автономной работы.

С учетом этих требований компания Asahi Kasei Microdevices (АКМ) разработала КМОП микросхему высокоточного двухканального детектора напряжения AP4410BES. В каждом

канале устройства, потребляющего рекордно низкий для своего класса приборов ток 26 нА (типичное значение), интегрированы схема детектора напряжения, Р-канальный МОП-транзистор и два соединенных параллельно





Блок-схема одного канала AP4410BEC.

N-канальных МОП-транзистора. В настоящее время потребителям доступны предсерийные образцы микросхем AP4410BEC SJ и AP4410BEC JT.

Особенности

- **Сверхнизкое потребление мощности:**

Типовое значение тока, потребляемого микросхемой AP4410BEC, равно 26 нА. Это позволяет создавать исключительно экономичные схемы детекторов напряжения.

- **Широкое окно гистерезиса:**

Широкий диапазон напряжений верхнего и нижнего порогов дает возможность реализовать на одной микросхеме AP4410BEC схемы защиты как от глубокого разряда, так и от перезаряда аккумулятора.

- **Сверхминиатюрный корпус:**

AP4410BEC выпускается в 20-контактном корпусе WLCSP с размерами 1.955 мм × 1.555 мм, идеальном для устройств с жесткими ограничениями по площади печатной платы.

Основные технические характеристики

- Широкий выбор пороговых напряжений:
 - Верхний порог детектора напряжения (VDETH) 1.8 В ... 4.4 В,
 - Нижний порог детектора напряжения (VDETL) 1.7 ... 4.3 В;
- Ультранизкое потребление тока: 26 нА на канал (типичное значение);
- Точность детектора: ±35 мВ;
- Напряжение питания: от 1.2 В до 5.5 В;
- Время отклика: не более 500 мкс;
- Диапазон рабочих температур: от -40 °С до 85 °С;
- Корпус: 20-контактный WLCSP (1.955 мм × 1.555 мм, шаг контактов 0.4 мм).

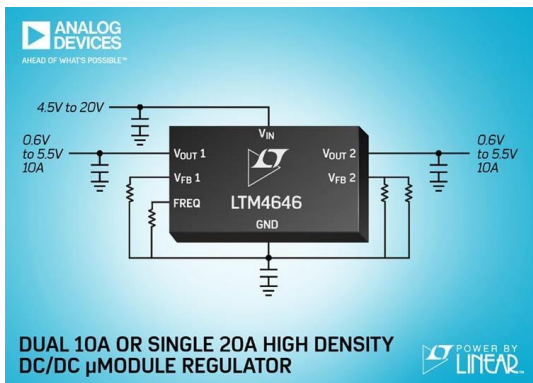
Области применения

- Управление питанием в устройствах сбора энергии.
- Управление зарядом литий-ионных конденсаторов и ионисторов.
- Защита литий-ионных аккумуляторов в носимых устройствах.

Analog Devices выпустила новый 20-амперный микромодуль для питания сильноточных низковольтных устройств

Analog Devices анонсировала начало производства микромодуля понижающего преобразователя LTM4646, предназначенного для питания локализованных к источнику нагрузок с напряжением от 5 В или 12 В. Максимальный выходной ток LTM4646 в одноканальном режиме составляет 20 А, а в двухка-

нальном – 10 А на канал. Новый модуль, содержащий дроссели, силовые MOSFET и схему управления со всеми необходимыми компонентами, выпускается в корпусе BGA с размерами 11.25 мм × 15 мм × 5.01 мм. По сравнению с существующими 10-амперными двухканальными модулями, размеры закон-



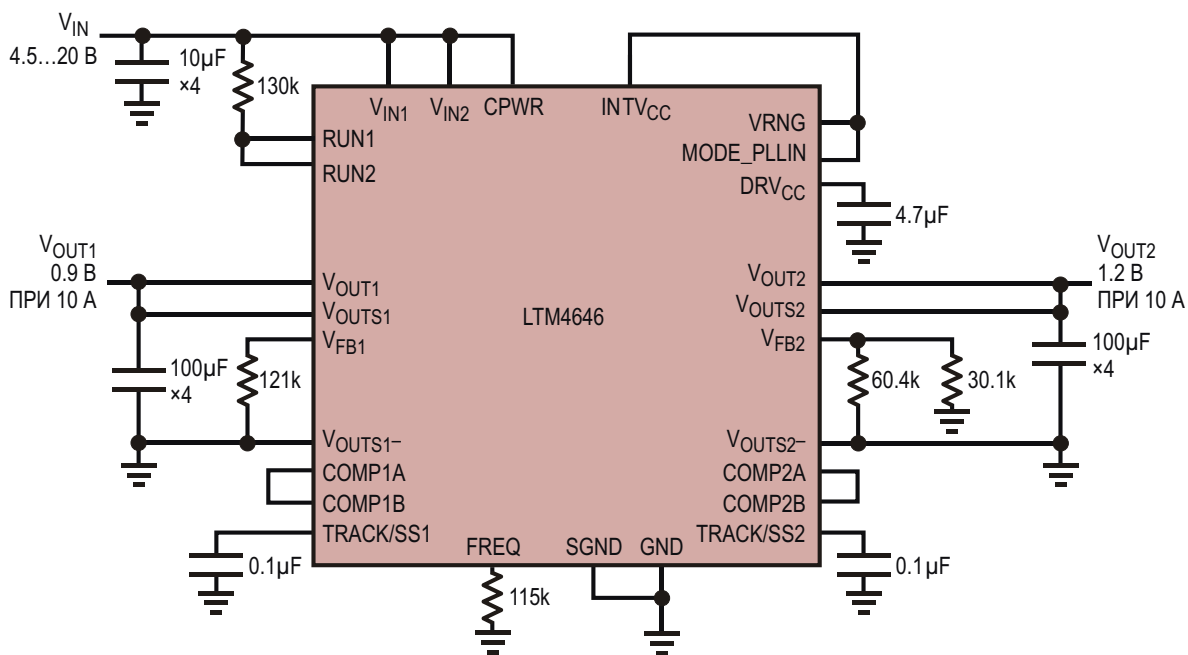
ченного преобразователя, сделанного с использованием LTM4646, уменьшаются более чем на 25%. Благодаря двухканальной архитектуре, компактному корпусу и высокой точности стабилизации выходного напряжения, размеры решения, основанного на LTM4646, отвечают требованиям, предъявляемым к системным платам с высокой плотностью монтажа, обеспечивающим питанием такие низковольтные и сильноточные устройства, как ПЛИС, специализированные микросхемы, микропроцессоры и графические процессоры. В число приложений LTM4646 входят платы PCIe, средства телекоммуникационной инфраструктуры, платформы облачных вычислений, а также медицинское, диагностическое и измерительное оборудование.

Выходное напряжение каждого канала поддерживается с гарантированной точностью $\pm 1.5\%$ при любой нагрузке в диапазоне

температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кроме того, в обоих каналах модуля имеются усилители сигналов удаленных датчиков, позволяющие компенсировать падения напряжения на сопротивлениях печатных проводников, обусловленные большими токами нагрузки. Предусмотрена возможность выбора между внутренней и внешней частотной компенсацией петли ОС, что дает пользователям возможность оптимизировать устойчивость контура регулирования и реакцию на переходные процессы при минимальном количестве выходных конденсаторов.

При входном напряжении 12 В и выходном напряжении 1 В пиковый КПД равен 86%. При воздушном охлаждении со скоростью 200 футов в минуту LTM4646 обеспечивает непрерывное питание нагрузки полным током 20 А при температуре окружающей среды до $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Архитектура с управлением по току позволяет для увеличения выходной мощности включать несколько LTM4646 в параллельной многофазной конфигурации с очень хорошим распределением токов между каналами.

LTM4646 может автономно работать при входном напряжении от 4.5 В до 20 В, а при наличии внешнего 5-вольтового источника смещения нижняя граница смещается до 2.375 В. Выходные напряжения программируются одним внешним резистором в диапазоне от 0.6 В до 5.5 В, позволяя использовать



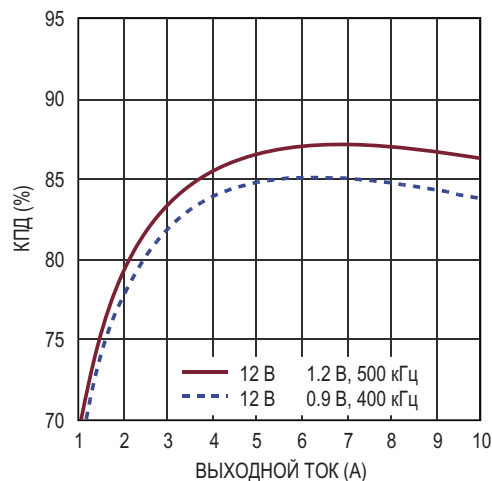
Типовая схема включения LTM4646.

модуль для питания не только низковольтных цифровых устройств, но и стандартных системных шин с напряжениями 2.5 В, 3.3 В и 5 В. Частота переключения может программироваться в пределах от 250 кГц до 1.3 МГц с помощью единственного резистора, а для приложений, чувствительных к уровню помех, можно синхронизировать модуль внешним тактовым сигналом с частотой от 300 кГц до 1 МГц. Кроме того, модуль защищен от повышенного напряжения и перегрузки по току.

Диапазон рабочих температур LTM4646 составляет от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

Сводка основных характеристик LTM4646

- Один 20-амперный или два 10-амперных выхода;
- Широкий диапазон входных напряжений: от 4.5 В до 20 В;
- Минимальное входное напряжение 2.375 В при наличии внешнего источника питания управляющих цепей модуля;
- Диапазон выходных напряжений: от 0.6 В до 5.5 В;
- Максимальная общая ошибка выходного напряжения $\pm 1.5\%$;
- Многофазная конфигурация с перераспределением токов;
- Дифференциальный усилитель для удаленного измерения напряжения в каждом канале;
- Внутренняя или внешняя частотная компенсация петли ОС;



Зависимость КПД от выходного тока. Входное напряжение 12 В, выходные напряжения 0.9 В и 1.2 В, токи нагрузки 10 А в каждом канале.

- Корпус BGA с размерами 11.25 мм × 15 мм × 5.01 мм;
- Доступные варианты финишного покрытия шариковых контактов корпуса:
 - бессвинцовый припой SAC305, отвечающий требованиям директивы RoHS,
 - оловянно-свинцовый припой (63/37%).

Цены и доступность

Микромодули LTM4646 выпускаются серийно в корпусах BGA с размерами 11.25 мм × 15 мм × 5.01 мм. Потребителям доступны также единичные образцы. Цена одного прибора в партиях из 1000 штук начинается от \$18.85.

Теперь Arduino можно использовать для программирования Linux устройств Интернета вещей

Команда Arduino

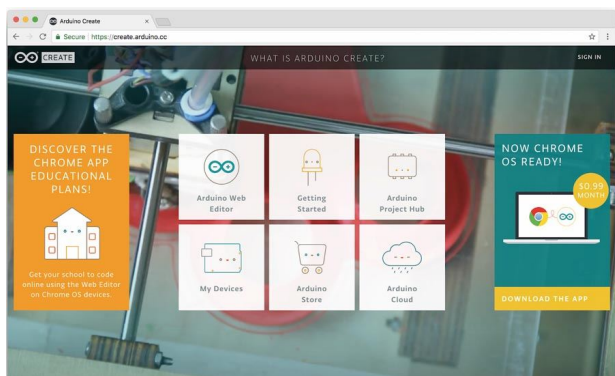
Arduino

Управление и программирование одноплатных компьютеров Raspberry Pi и BeagleBone в среде Arduino Create

Выступая на конференции Embedded Linux, основатель Arduino Массимо Банци (Massimo Banzani) сообщил о расширении числа архитектур, поддерживаемых платформой Arduino Create для разработки приложений Интернета вещей. С обновлением платформы для пользователей Arduino Create станет доступна поддержка широкого

спектра популярных одноплатных Linux компьютеров, таких как AAЕON UP, Raspberry Pi и BeagleBone, при этом работать с ними можно будет так, как если бы они были обычными платами Arduino. Используя возможности обновленного инструмента Arduino Connector, на Linux-плате могут одновременно выполняться несколько программ Arduino,

взаимодействуя и обмениваясь данными друг с другом. Кроме того, управлять устройствами IoT, созданными в Arduino Create, и обновлять их прошивки можно удаленно, независимо от того, где они находятся.

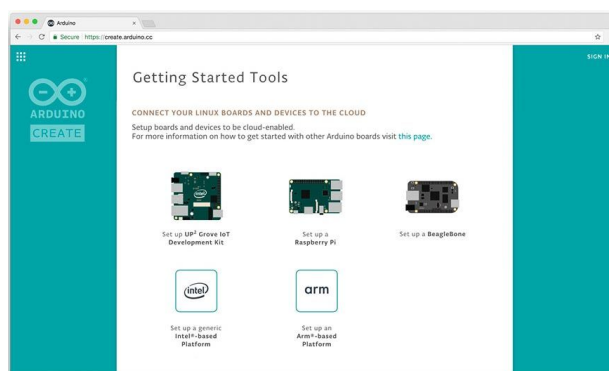


Напомним, Arduino Create – это облачная платформа создания приложений, в состав которой входят интегрированная среда разработки и редактор кода, технический центр по проектам Arduino, форум, магазин, материалы для быстрого старта, а также облачный сервис с поддержкой MQTT для приложений IoT. Платформа содержит все необходимые инструменты разработчика, доступ к которым можно получить из браузера в любой точке мира.

С целью дальнейшего упрощения разработки IoT устройств и приложений, команда Arduino, в дополнение к уже существующему набору для одноплатных компьютеров Intel, разработала новый комплект готовых решений и инструментов для плат Raspberry Pi и BeagleBone. С помощью обновленных инструментов любой пользователь, даже не обладающий знаниями в этой области, сможет настроить новое устройство с нуля через

«облако», следуя инструкциям интуитивно понятных мастеров в веб-интерфейсе. Кроме того, в ближайшее время команда разработчиков Arduino планирует добавление новых функций и расширение набора инструментов.

«С этим обновлением платформы Arduino расширяет свои возможности в область периферийных вычислений, позволяя любому, кто имеет опыт программирования Arduino, управлять и разрабатывать сложные мультиархитектурные приложения IoT на шлюзах, – сказал технический директор Arduino Максимо Банци. – Это важный шаг вперед в деле демократизации доступа к профессиональному Интернету вещей».

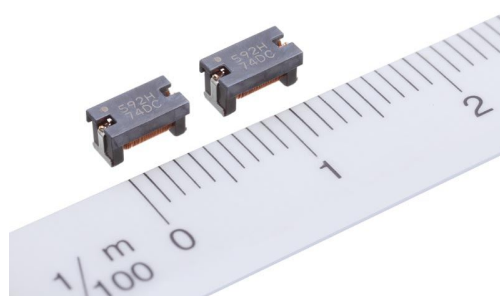


«С помощью Arduino мы хотим помочь каждому стать активным игроком в цифровом мире. Возможность выполнения кода Arduino и управления подключенными Linux устройствами – важный шаг в этом направлении, особенно для приложений Интернета вещей, требующих большей вычислительной мощности, таких как искусственный интеллект и компьютерное зрение», – добавил Фабио Виоланте (Fabio Violante), генеральный директор Arduino.

TDK представляет миниатюрную катушку транспондера для систем контроля давления в шинах

Компания TDK представляет миниатюрную автомобильную катушку транспондера TPLC553030-592H для систем контроля давления воздуха в шинах с центральной рабочей частотой 125 кГц.

Новое устройство имеет размеры всего 5.5 мм × 3.0 мм × 3.0 мм и занимает на 30% меньшую площадь, чем его предшественники. Благодаря оптимизации геометрии и материала сердечника, миниатюрная катушка



обеспечивает высокую чувствительность около 25 мВ/мкТл, что позволяет считывать параметры давления с той же дистанции, что и при использовании более крупных 8-миллиметровых катушек.

Новая катушка транспондера имеет индуктивность 5.89 мГн, минимальную добротность 35 и максимальное сопротивление 70 Ом. Устройство соответствует нормам автомобильного стандарта AEC-Q200, отвечает предписаниям директивы RoHS и может использоваться в широком диапазоне температур от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

Основные области применения

- Системы контроля давления воздуха в шинах.

Основные особенности и преимущества

- На 30% меньшая площадь по сравнению с предшествующими компонентами.
- Высокая чувствительность около 25 мВ/мкТл при миниатюрных размерах.
- Соответствуют требованиям стандарта AEC-Q200.

Microchip анонсировала новые семейства микроконтроллеров PIC и AVR

Благодаря интеграции независимой от ядра периферии и интеллектуальных аналоговых блоков, новые микроконтроллеры PIC и AVR позволят упростить разработку сложных проектов

Независимо от того, используются ли они в первоначальной версии встраиваемой системы, в качестве основного контроллера приложения Интернета вещей или же в качестве вспомогательного компонента для разгрузки основного процессора, но роль 8-разрядных микроконтроллеров продолжает расширяться. В большинстве своем они просты в понимании и применении, однако дополнительные аппаратные и программные инструменты, такие как независимая от ядра периферия, интеллектуальные аналоговые блоки и конфигуратор кода MPLAB Code Configurator, позволяют добиться повышения вычислительной мощности, снижения энергопотребления и конструкторских усилий, необходимых для скорейшего продвижения устройства на рынок. Компания Microchip, учитывая потребности клиентов, разработала и представила два новых семейства 8-разрядных микроконтроллеров.



Микроконтроллеры семейства PIC16F18446 – это идеальные приборы для применения в сенсорных узлах и датчиках. PIC16F18446 и встроенный в него аналого-цифровой преобразователь с блоком вычислений сохраняют полную работоспособность в диапазоне напряжений питания 1.8 В – 5 В, обеспечивая тем самым совместимость с большинством аналоговых и цифровых датчиков. 12-разрядный АЦП автономно выполняет фильтрацию своих данных, повышая точность измерений, производимых с помощью аналоговых датчиков, что в конечном счете сказывается на качестве данных для конечного пользователя. Поскольку АЦП имеет возможность «разбудить» процессор только когда это необходимо, а не в заранее определенные периоды, потребление системы снижается, что определяет возможность применения этого микроконтроллера в приложениях с батарейным питанием.

В семейство AVR вошла новая серия микроконтроллеров ATmega4809, предназначенных для реализации эффективных приложений управления и контроля, в которых особое внимание уделяется времени срабатывания и отклика на события. Высокая производительность интегрированного АЦП позволяет ускорить преобразование аналоговых сигналов и получить детерминированные системные ответы. Представленные приборы являются первыми микроконтроллерами



лерами серии ATmega с независимой от ядра периферией (Core Independent Peripherals, CIP). Микроконтроллеры могут выполнять определенные задачи на аппаратном уровне, что приводит к уменьшению объема кода. Например, с помощью блока настраиваемой пользовательской логики (Configurable Custom Logic, CCL) можно подключить АЦП к индивидуальной комбинации внешних триггеров на аппаратном уровне, не используя процессорное ядро, что улучшает время отклика и снижает энергопотребление. Также микроконтроллеры ATmega4809 могут использоваться в системе для разгрузки основного процессора. Использование независимой от ядра периферии для выполнения задач управления и контроля в микроконтроллере, а не в основном процессоре системы, ощутимо улучшит качество пользовательского взаимодействия.

Благодаря своим характеристикам, микроконтроллер ATmega4809 был выбран для

встраивания в платы Arduino следующего поколения.

Поддержка разработчиков

Новые микроконтроллеры PIC16F18446 совместимы с программатором-отладчиком MPLAB PICkit 4. В качестве платформы разработки может использоваться отладочная плата Curiosity (DM164137). Все отладочные инструменты поддерживаются в интегрированной среде разработки MPLAB X.

Прототипирование и разработка на микроконтроллерах ATmega4809 поддерживаются оценочным набором ATmega4809 Xplained Pro (ATmega4809-XPRO). Отладочная плата содержит сенсорные кнопки, светодиоды и разъемы для подключения плат расширения. Встроенный в плату программатор-отладчик поддерживается в среде Atmel Studio 7 и Atmel Start.

Отладочные платы Curiosity и ATmega4809-XPRO содержат дополнительные mikroBUS-совместимые разъемы для подключения плат и модулей расширения от компании mikroElektronika.

Цена и доступность

Анонсирование микроконтроллеры доступны для заказа в промышленных объемах в нескольких вариантах корпусного исполнения, с различным объемом памяти и количеством выводов по цене: PIC16F18446 – от \$0.68 за штуку, ATmega4809 – от \$0.83 за штуку в партиях из 10,000 приборов.

Texas Instruments представляет высокоинтегрированные синхронные преобразователи с лучшими в отрасли характеристиками

Новые понижающие DC/DC преобразователи упрощают решение проблем электромагнитной совместимости и повышают надежность приложений, работающих в сложных условиях эксплуатации промышленного и автомобильного оборудования

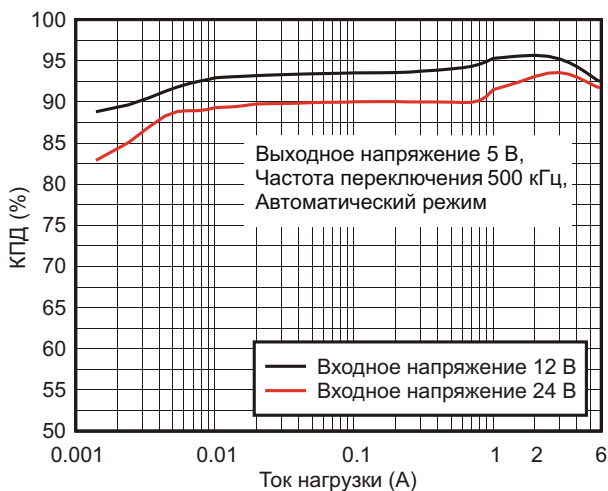
Texas Instruments (TI) представила два семейства синхронных понижающих DC/DC преобразователей с широкими диапазонами входных напряжений, самыми низкими в отрасли уровнями излучаемых помех и лучшими тепловыми характеристиками. Высокоинтегрированные 5- и 6-амперные понижающие преобразователи LM73605/6, а также 2.5- и 3.5-амперные LM76002/3 имеют оптимизированное расположение выводов и

самые низкие в своем классе тепловые сопротивления, что упростит выполнение требований стандартов электромагнитной совместимости и повысит надежность источников питания, работающих в тяжелых условиях эксплуатации промышленного и автомобильного оборудования.

Микросхемы LM73605/6 рассчитаны на преобразование входных напряжений от 3.5 В до 36 В, а LM76002/3 – от 3.5 В до 60 В.



Оба семейства не только отвечают требованиям Класса 5 стандарта электромагнитной совместимости CISPR 25, но и превосходят их. Программируемая частота переключения преобразователей может устанавливаться как выше полосы АМ, чтобы исключить влияние радиопомех на вещательный диапазон и снизить размеры и стоимость выходного фильтра, так и ниже полосы АМ, чтобы оптимизировать КПД.

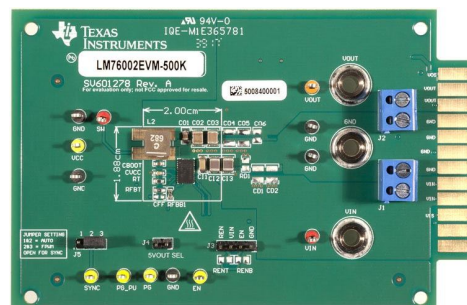


Зависимость КПД от тока нагрузки для микросхем LM73605/LM73606.

Миниатюрный корпус QFN с уникальными смачиваемыми торцами контактных площадок, имеющий ультранизкое тепловое сопротивление 7.1 °C/Вт, повышает надежность монтажа и упрощает процесс производства благодаря возможности оптического контроля качества пайки. Оптимизированное расположение выводов корпуса предоставляет гибкость в конструировании печатной платы, позволяет улучшить отвод тепла и минимизировать уровни эмиссионных и кондуктивных помех.

Ключевые особенности и преимущества микросхем LM73605/6 и LM76002/3

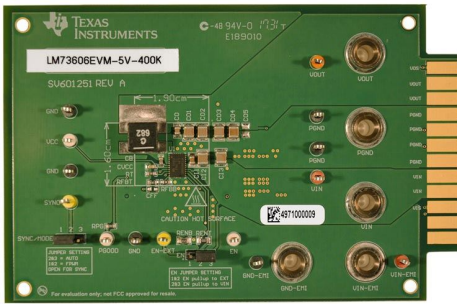
- Новые DC/DC преобразователи обеспечивают работу при входных напряжениях до 60 В в системах с номинальными напряжениями 12 В, 24 В или 48 В, таких как приемопередатчики базовых станций, ультразвуковые сканеры, драйверы двигателей, инверторы и устройства управления сервоприводами.
- При входном напряжении 12 В, выходном напряжении 5 В, частоте преобразования 500 кГц и полной нагрузке КПД новых приборов достигает 92%. Кроме того, очень низкий собственный ток потребления в режиме ожидания, равный 15 мкА, увеличивает КПД при легкой нагрузке.
- Предназначенные для автомобильной техники версии микросхем LM76002-Q1, LM76003-Q1, LM73605-Q1 и LM73606-Q1 могут использоваться в различных компактных приложениях автоэлектроники, таких как головные информационно-развлекательные устройства и камеры переднего и кругового обзора, используемые для автономного вождения.



LM76002EVM-500K – плата оценочно-модуля синхронного понижающего преобразователя.

Техническая поддержка и средства разработки

- В блоге на сайте TI можно прочитать о том, как создать преобразователь с регулируемым выходным напряжением на основе микросхемы LM73605 в инвертирующей понижающе-повышающей конфигурации.
- Ускорить процесс конструирования помогут онлайн среда разработки WEBENCH, а также базовые проекты, которые можно загрузить с сайта TI:
 - 3-амперного преобразователя с малым уровнем шумов и фиксированным выходным напряжением от ±2.5 В до ±12 В, предназначенного для питания



LM73606EVM-5V-400K – плата оценочного модуля синхронного понижающего преобразователя.

генератора непрерывных ультразвуковых импульсов;

- о двухканального автомобильного зарядного устройства USB с портом управления питанием.

- Доступны для заказа следующие оценочные модули:
 - о LM76002EVM-500K,
 - о LM76003EVM-500K,
 - о LM73605EVM-5V-2MHZ,
 - о LM73605EVM-5V-400K,
 - о LM73606EVM-5V-400K.

Корпус, цены и доступность

Приборы выпускаются в 30-контактных корпусах WQFN с размерами 4 мм × 6 мм. Для партий из 1000 микросхем цена одного преобразователя LM73605 и LM73606 установлена равной \$2.93, а LM76002 и LM76003 – \$2.88. Все продукты уже доступны для приобретения в онлайн-магазине TI или у авторизованных дистрибьюторов компании.

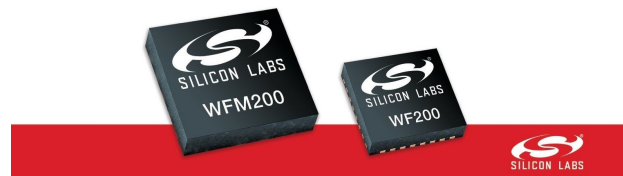
Silicon Labs сообщила о разработке Wi-Fi приемопередатчиков для IoT устройств с батарейным питанием

Wi-Fi приемопередатчики и модули с ультранизким энергопотреблением открывают двери для нового класса Wi-Fi устройств с батарейным питанием

Компания Silicon Labs сообщила о разработке семейства Wi-Fi приемопередатчиков и модулей, предназначенных для беспроводных устройств с батарейным питанием, включая IP камеры видеонаблюдения, терминалы продаж и бытовые устройства медицинского контроля и диагностики. Оптимизированные для достижения максимальной энергоэффективности приемопередатчики WF200 и модули WFM200 поддерживают стандарт Wi-Fi 802.11 b/g/n диапазона 2.4 ГГц, обеспечивая высокий уровень технических характеристик и надежность соединения, необходимую в условиях большого количества устройств, подключенных в домашних и коммерческих сетях.

Модуль WFM200, выпускаемый в 52-выводном корпусе LGA с размерами 6.5 мм × 6.5 мм, при среднем трафике потребляет ток 200 мкА и представляет собой систему-в-корпусе (СвК) с интегрированным чипом WFM200, антенной и некоторыми дискретными элементами. Предусмотрена также возможность подключения внешней антенны. В виде отдельной микросхемы чип приемопередатчика WFM200 доступен в 32-выводном корпусе LGA (4 мм × 4 мм).

New Wi-Fi Devices for the IoT
Slash Power Consumption in Half



Самые миниатюрные в мире сертифицированные СвК WFM200 с интегрированной антенной помогут разработчикам ускорить выпуск на рынок беспроводных устройств Wi-Fi с батарейным питанием, а также сократить их размеры. Кроме того, сверхнизкое энергопотребление устройств WF200/WFM200 идеально подходит для их использования в IoT устройствах и сенсорных узлах с автономным питанием.

Отличительные особенности приемопередатчика WF200 и модуля WFM200

- Исключительно низкое энергопотребление в режиме приема (48 мА) и передачи (138 мА);



Блок-схема модуля WFM200.

- Ультранизкое потребление мощности: усредненный ток, расходуемый Wi-Fi, составляет 200 мкА;
- Превосходный бюджет канала 115 дБ обеспечивает большую дальность передачи сигналов Wi-Fi;
- Миниатюрные размеры корпусов чипа (QFN32 4 × 4 мм) и СвК (LGA52 6.5 × 6.5 мм) идеальны для приложений со строгими ограничениями по объему;
- Отличное разнесение антенн и надежное сосуществование с другими устройствами в переполненном диапазоне 2.4 ГГц;
- Расширенный набор функций безопасности: защищенный загрузчик, зашифрованный обмен данными с хост-микроконтроллером, аппаратный ускоритель шифрования с поддержкой AES, PKE и TRNG;
- Предварительная сертификация на соответствие требованиям FCC, CE и IC минимизирует время, трудоемкость и риски разработки;

- Комплексные средства разработки и стартовый набор, включающий встраиваемые и Linux-драйверы для хост-системы, позволяют разработчикам в течение минут приступить к конструированию.

Безопасность в WFM200 обеспечивается защищенной загрузкой для авторизации встроенного ПО и защищенной отладкой для блокирования несанкционированного доступа к отладочным портам. Встроенный аппаратный ускоритель шифрования поддерживает алгоритмы AES, PKE и TRNG.

Для обеспечения более высокого уровня безопасности шифруется также обмен данными с хост-устройством, что резко снижает шансы несанкционированного доступа к пользовательской и системной информации.

Доступность

На данный момент компания предлагает образцы приемопередатчиков WF200 и модулей WFM200. Промышленное производство намечено начать в 4 квартале 2018 года.

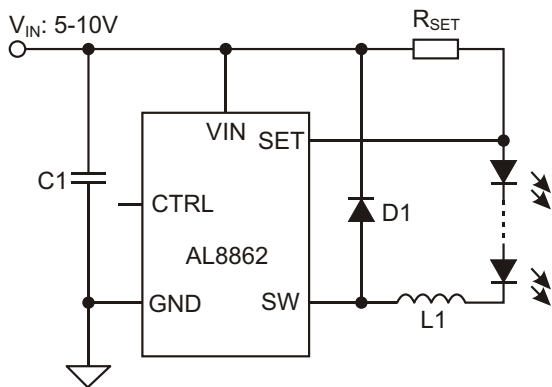
Diodes анонсирует 60-вольтовый понижающий драйвер светодиодов с внешней регулировкой яркости

Компания Diodes анонсировала начало производства понижающего драйвера светодиодов AL8862 с широким диапазоном входных напряжений и интегрированным мощным MOSFET. Микросхема, поддерживающая

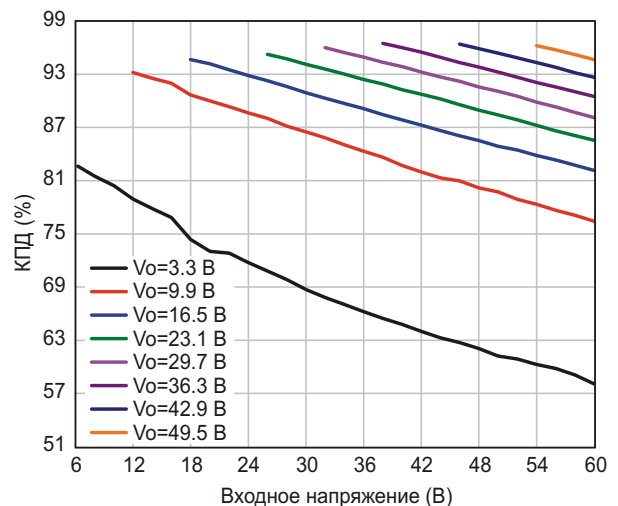
аналоговое и ШИМ управление яркостью, хорошо подходит для разработчиков схем светодиодного освещения, ищущих пути минимизации размеров печатной платы и общей стоимости компонентов устройства. КПД



драйвера, рассчитанного на диапазон входных напряжений от 5 В до 60 В, может достигать КПД 97%, а максимальный выходной ток, стабилизируемый с типовой точностью 5%, равен 1 А. AL8862 может использоваться в коммерческом, промышленном или архитектурном освещении. Низкий профиль корпуса микросхемы означает, что ее можно устанавливать в приложения любых размеров.



Типовая схема включения AL8862.



Зависимость КПД от входного напряжения. ($R_{SET} = 0.15 \text{ Ом}$, $L = 68 \text{ мкГн}$).

Внешний вывод управления позволяет регулировать яркость аналоговым или ШИМ сигналом, расширяя функциональность системы освещения, например, за счет смешивания цветов. Наличие интегрированного 60-вольтового MOSFET дает возможность использовать AL8862 в приложениях с большей выходной мощностью. Ультранизкое сопротивление открытого канала MOSFET, изготовленного по запатентованной Diodes технологии, составляет всего 0.4 Ом, что обеспечивает высокий КПД и минимизирует требуемое количество внешних компонентов. В драйвере предусмотрена полная защита от возможных неисправностей, вызванных короткими замыканиями или обрывами, а также перегревом прибора.

Микросхема AL8862 выпускается в компактном корпусе SO-8EP со сниженным тепловым сопротивлением.

Toshiba анонсирует выпуск оптоизоляторов для источников питания с цифровым управлением и интеллектуальных силовых модулей

Большие пути утечки и широкий диапазон рабочих температур идеальны для тяжелых промышленных приложений

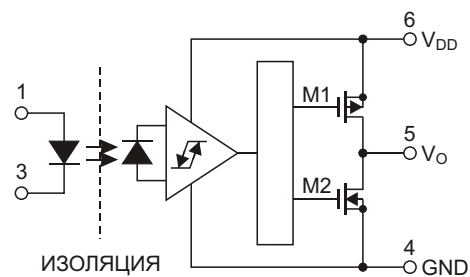
Toshiba Electronics Europe анонсировала выпуск новых быстродействующих оптоизоляторов, предназначенных для изоляции линий управления затворами MOSFET. TLP2735 – это первый оптоизолятор фирмы Toshiba, в котором реализованы функции входного гистерезиса и блокировки при пониженном напряжении.

Блокировка при пониженном напряжении снижает восприимчивость оптоизоляторов к шумам, часто возникающим в кабелях источников питания и способным нарушить работу оборудования. Благодаря равному 5 кВ с.к.з напряжению изоляции между входом и выходом и полному соответствию требованиям стандарта безопасности IEC60747-5-5, новый



прибор TLP2735 подходит для всех приложений с повышенными требованиями к качеству изоляции.

Широкий диапазон выходных напряжений от 9 В до 20 В идеально соответствует напряжениям, необходимым для затворов большинства MOSFET. Высокое напряжение питания означает, что это устройство может использоваться для изоляции интеллектуальных силовых модулей.



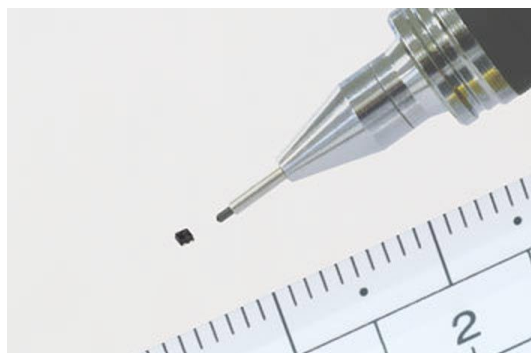
Внутренняя схема TLP2735.

Малая задержка распространения сигнала, не превышающая 100 нс, позволяет передавать данные со скоростью до 10 Мбит/с.

Устройство выпускается в низкопрофильном корпусе для поверхностного монтажа SO6L с максимальной высотой 2.3 мм, обеспечивающем пути утечки по корпусу и между выводами не менее 8 мм. Оптоизолятор, рассчитанный на работу в диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, может использоваться в промышленных приложениях с тяжелыми условиями эксплуатации.

ABLIC представила семейство самых миниатюрных в мире LDO стабилизаторов

Компанией ABLIC (бывшая Seiko Instruments) анонсировано новое семейство 150-миллиамперных автомобильных LDO стабилизаторов S-19251 с выходными напряжениями от 1.0 В до 3.5 В, рассчитанных на работу в диапазоне входных напряжений до 5.5 В при температуре до $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ и потребляющих низкий ток 20 мкА. Один из корпусов, в котором выпускаются микросхемы, – HSNT-4(0808)В с размерами 0.8 мм × 0.8 мм × 0.41 мм, – согласно проведенным ABLIC исследованиям, по состоянию на январь 2018 года является самым миниатюрным в мире для приборов такого класса и полностью отвечает растуше-



му спросу на компоненты уменьшенных размеров. Микросхемы S-19251 подходят для небольших автомобильных электронных блоков управления, а в перечень типичных приложений входят источники питания оборудования автомобильного интерьера, такого как измерительные приборы, кузовное электрооборудование, подсветка приборной панели, интеллектуальные транспортные системы, аксессуары, навигационные и аудиосистемы и другие устройства.

Кроме того, в настоящее время приборы проходят сертификацию на соответствие стандарту AEC-Q100, и уже получили одобрение Рабочей группы автомобильной промышленности (AIAG) в части процесса производства автомобильных компонентов (PPAP).

Особенности микросхем S-19251

- Самый миниатюрный в мире корпус HSNT-4(0808)В с высокой теплорассеивающей способностью;
- Удобные для монтажа выводы, выходящие на торцевые поверхности корпуса;

- Сертифицированы для автомобильной техники;
- Сочетание низкого тока потребления (20 мкА) и высокого коэффициента подавления пульсаций питания (75 дБ).

Основные технические характеристики

- Выходной ток: до 150 мА;
- Выходное напряжение: от 1.0 В до 3.5 В с шагом 0.05 В;
- Входное напряжение: от 1.5 В до 5.5 В;
- Погрешность выходного напряжения: $\pm 2.5\%$ (в диапазоне температур от $-40\text{ }^\circ\text{C}$ до $+105\text{ }^\circ\text{C}$);

- Ток потребления в рабочем режиме: 20 мкА (тип.);
- Коэффициент подавления пульсаций: 75 дБ (типичное значение для версии с выходным напряжением 1.2 В на частоте 1 кГц);
- Корпуса:
 - HSNT-4(0808)В (самый миниатюрный в мире),
 - HSNT-4(1010)В,
 - SOT-23-5;
- Проходят процедуру подтверждения соответствия стандарту АЕС-Q100;
- Одобрены AIAG в части PPAP.

Toshiba выпускает новые микросхемы драйверов N-канальных MOSFET

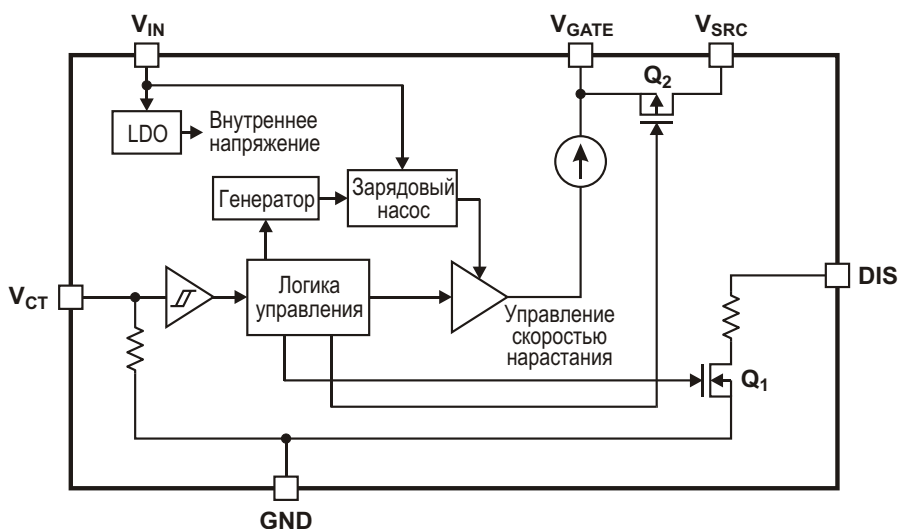
Сверхминиатюрные устройства, идеальные для приложений быстрой зарядки аккумуляторов

Toshiba Electronics Europe запустила в серийное производство два новых драйвера затворов N-канальных MOSFET, предназначенных для устройств быстрой зарядки и других силовых приложений.

Новые микросхемы драйверов с интегрированными зарядовыми насосами TSK401G (активный уровень управления высокий) и TSK402G (активный уровень управления низкий) ориентированы, в первую очередь, на использование в силовых мобильных приложениях зарядки аккумуляторов при совместном включении с N-канальными MOSFET, имеющими низкое сопротивление



открытого канала. Драйвер поддерживает ряд функций безопасности, включая защиту



Блок-схема драйверов TSK40xG.

от повышенного напряжения, ограничение пусковых бросков тока и автоматический разряд выходной емкости.

Устройство работает при входных напряжениях от 2.7 В до 28 В, потребляя собственный ток всего 121 мкА. Время включения напряжения затвора составляет 0.58 мс, а время выключения – 16.6 мкс.

С помощью одного из новых драйверов и одного или двух внешних N-канальных MOSFET может быть реализована высокоэффективная схема источника питания. К

примеру, идеальным для мобильных или бытовых приложений будет сочетание микросхемы драйвера TCK40xG и MOSFET SSM6K513NU, позволяющее создать 100-ваттный источник питания с очень небольшими размерами.

Несмотря на высокий уровень интеграции, микросхемы удалось разместить в самом миниатюрном в отрасли корпусе WCSP6E с размерами 0.8 мм × 1.2 мм × 0.55 мм.

Toshiba уже приступила к серийному производству новых драйверов.

ON Semiconductor разработала новые высокоэффективные контроллеры для приложений светодиодного освещения

Микросхемы, стабилизирующие ток и напряжение, обеспечивают высокую точность и широкий диапазон диммирования в современных приложениях светодиодного освещения

ON Semiconductor анонсировала два новых квазирезонансных ШИМ контроллера с корректорами коэффициента мощности и стабилизацией по току первичной обмотки, предназначенных для систем светодиодного освещения. Диммируемая микросхема NCL30386 и недиммируемая версия NCL30388 предоставляют самый широкий на рынке набор возможностей разработчикам светодиодных светильников, используемых в офисных и промышленных приложениях.



Оба устройства представляют собой однокаскадные ШИМ-контроллеры с высокими коэффициентами мощности, стабилизирующими ток и напряжение по току первичной обмотки в обратныхходовых, понижающе-повышающих или SEPIC преобразователях. Использование квазирезонансного режима

работы позволило достичь высоких уровней КПД, превосходящих значения, установленные такими экологическими стандартами Евросоюза, как ENERGY STAR и NEMA.

Интегрированный цифровой алгоритм коррекции обеспечивает в универсальном диапазоне входных напряжений лучшее в отрасли значение коэффициента мощности, превышающее 0.9, и коэффициент нелинейных искажений менее 10%. Встроенный высоковольтный источник пускового тока гарантирует быстрый запуск, низкое потребление в режиме ожидания и широкий рабочий диапазон выходных напряжений. Напряжение и ток стабилизируются цифровым контуром управления по току первичной обмотки с типовой точностью порядка $\pm 2\%$, обеспечивая равномерную освещенность при любых условиях.

Приборы просты в использовании и работают в широком диапазоне питающих напряжений постоянного тока от 9.2 В до 26 В со следящим изменением частоты и ограничением ее минимального значения, обеспечивая высокий КПД при всех напряжениях. Еще больше упрощается использование новых микросхем благодаря набору интегрированных функций безопасности, включающему защиту от кратковременных провалов и чрезмерного повышения напряжения, а также обнаружение коротких замыканий на выходе, в обмотках и диоде.

Для создания законченного устройства обеим микросхемам требуется немного внеш-

них компонентов, что сокращает стоимость материалов, размеры решения и срок его вывода на рынок.

Кроме того, в NCL30386 реализованы отличные механизмы контроля яркости, включающие, в частности, возможность выбора между линейным и квадратичным законами регулирования. Два специальных входа,

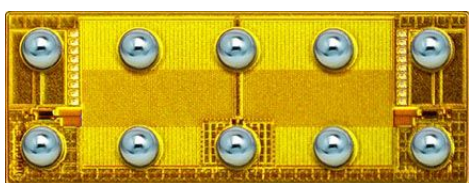
выделенных для аналогового и ШИМ управления, поддерживают широкий диапазон аналогового диммирования с минимальным коэффициентом заполнения 0.5% и при полном отсутствии слышимых шумов.

Промышленное производство микросхем NCL30386 и NCL30388 началось в марте 2018 года.

ЕРС представляет две eGaN микросхемы, объединяющие мощные высокочастотные GaN МОП-транзисторы и драйверы затворов

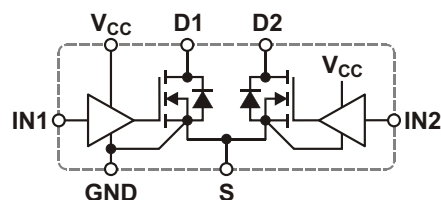
Монолитные GaN интегральные приборы EPC2112 и EPC2115 позволят разработчикам систем питания повысить КПД и сократить размеры своих устройств

Компания Efficient Power Conversion (EPC) анонсировала выпуск мощных GaN МОП-транзисторов обогащенного типа (eGaN FET) EPC2112 и EPC2115 с интегрированными драйверами затворов. 200-вольтовый eGaN FET EPC2112 с сопротивлением открытого канала 40 мОм дополнен драйвером затвора. Двухтранзисторный EPC2115 также содержит драйверы затворов, а сами eGaN FET рассчитаны на напряжение 150 В и имеют сопротивления каналов 70 мОм. Оба устройства, способных работать на частотах до 7 МГц, выпускаются в малоиндуктивных сверхминиатюрных корпусах BGA, представляющих собой пассивированные кристаллы размером 2.9 мм × 1.1 мм.



Эти монолитные микросхемы помогут разработчикам повысить КПД, сберечь место на печатной плате и снизить стоимость по сравнению с решениями на кремниевых приборах. Ультранизкая емкость и нулевое время обратного восстановления GaN МОП-транзисторов позволят создать множество высокоэффективных решений.

Чтобы обеспечить оптимальные характеристики в различных условиях эксплуатации, интегрированные драйверы обоих устройств специально согласованы с eGaN транзисторами. Дополнительный вклад в увеличение



Блок схема драйвера EPC2115.

эффективности новых приборов вносят миниатюрные низкоиндуктивные корпуса. Объединение транзисторов и драйверов в одну монолитную микросхему исключает индуктивность межсоединений, улучшая КПД на больших частотах переключения. Это имеет особое значение для высокочастотных приложений, таких как резонансные беспроводные передатчики энергии и высокочастотные DC/DC преобразователи.

В качестве примеров использования новых микросхем можно заказать две типовые платы дифференциальных усилителей класса E. Плата EPC9089 соответствует классу 4 (33 Вт) стандарта беспроводной



Демонстрационная плата EPC9131.

зарядки, установленного консорциумом AirFuel Alliance, и содержит микросхему EPC2112. Плата EPC9088 соответствует классу 3 (16 Вт) и основана на приборе EPC2115. Особенности EPC2112 можно изучить также с помощью новой демонстрационной платы преобразователя SEPIC EPC9131, предназначенного для низковольтных DC/DC приложений, работающих на частоте 300 кГц.

Цены и доступность

В партиях из 1000 приборов микросхемы EPC2112 и EPC2115 продаются по цене \$3.29 и \$3.44 за штуку, соответственно. Отладочные платы EPC9088 и EPC9089 можно купить за \$158.13 и \$159.13, соответственно. Плата EPC9131 стоит \$215.62.

Все перечисленные продукты можно заказать у дистрибьюторской компании Digi-Key.

Toshiba приступает к производству 600-вольтовых планарных MOSFET следующего поколения

В новых устройствах сочетаются высокий КПД и низкий уровень шумов

Компания Toshiba объявила о начале производства серий 600-вольтовых планарных MOSFET, изготавливаемых по новой технологии, имеющей фирменное название «-MOS IX». Приборы предназначены для импульсных источников питания малой и средней мощности подобных тем, которые используются в ноутбуках, сетевых адаптерах, игровых консолях и осветительных приложениях.



Благодаря оптимизированной конструкции кристаллов, приборы серии -MOS IX позволяют до 5 дБ снизить пиковые уровни электромагнитных излучений по сравнению с транзисторами предыдущего поколения -MOS VII, сохранив столь же высокие значения КПД. На первом этапе в семейство -MOS IX вошли транзисторы TK1K9A60F, TK1K2A60F, TK750A60F и TK650A60F с сопротивлениями открытого канала от 1.9 Ом до 0.65 Ом. Устройства, рассчитанные на те же диапазоны лавинного и постоянного токов, что и транзисторы предыдущего поколения, упростят модернизацию существующих схем.

Новые MOSFET выпускаются в стандартных корпусах TO-220SIS. В ближайшее время Toshiba планирует расширить семейство -MOS IX более высоковольтными транзисторами, а также версиями на 500 В и 650 В.

Infineon интегрировала датчики тока в IGBT модули EconoDUAL 3

Свои IGBT модули EconoDUAL 3 компания Infineon вывела на новый уровень интеграции. Теперь стали доступны устройства с встроенными шунтовыми резисторами для контроля уровня переменного тока. Внедрение этих модулей поможет производителям инверторов снизить стоимость, улучшить характеристики и упростить конструкцию своих устройств. EconoDUAL 3 с интегрированными шунтами могут использоваться в драйверах двигателей общего назначения, источниках бесперебойного питания и

солнечных энергетических установках. Они также идеально подходят для транспортных



средств сельскохозяйственного и коммерческого назначения, а также для автобусов.

Новые поколения инверторов создавались с целью снижения затрат и увеличения плотности мощности при больших сроках службы. До сих пор возможности совершенствования модулей были ограничены электрическими характеристиками IGBT, диодов и технологий межсоединений. Благодаря интеграции шунтов, внешние датчики тока стали больше не нужны. Это уменьшает размеры системы, а также снижает стоимость материалов и трудоемкость производства. Дополнительно интеграция шунтов намного повышает точность измерения больших токов в широком диапазоне температур, а значит, и точность управления двигателями.

Новое семейство модулей EconoDUAL 3 с токовыми шунтами поддерживает токи в диа-

пазоне от 300 А до 600 А при напряжении 1200 В. Все устройства выпускаются на основе хорошо отработанной Infineon технологии Trench/Field-stop IGBT четвертого поколения. Для снижения теплового сопротивления и продления срока службы модули могут поставляться с предварительно нанесенным термоинтерфейсным материалом. Кроме того, использование корпуса PressFIT обеспечивает высокую скорость и простоту монтажа.

Доступность

450- и 600-амперные модули EconoDUAL 3 уже освоены в серийном производстве. В ближайшее время начинается выпуск дополнительного варианта с выходным током 300 А. Модули всех трех классов будут поддерживаться оценочной платой, которая появится приблизительно в середине 2018 года.

Toshiba начинает производство 1.5-амперных LDO стабилизаторов в ультраминиатюрных корпусах

Новые устройства с лучшими в отрасли характеристиками подавления пульсаций питания и самым быстрым откликом на переходные процессы в нагрузке

Toshiba Electronics Europe начала продажи новой серии LDO стабилизаторов в самых миниатюрных в отрасли корпусах WCSP6F размером всего 1.2 мм × 0.8 мм × 0.3 мм. Серия TCR15AG, в которую входят 47 приборов с различными выходными напряжениями, подходит для любых мобильных и модульных приложений, требующих компактных и тонких устройств LDO, способных регулировать большие токи.



Несмотря на миниатюрные размеры, микросхемы серии TCR15AG могут пропускать большие токи до 1.5 А, что позволяет исполь-

зовать их в источниках питания таких радиочастотных приложений, как чипсеты Wi-Fi или беспроводные модули для Интернета вещей. Новая серия стабилизаторов может также найти применение в источниках питания сильноточных устройств, включая ноутбуки, цифровые камеры, внешние накопители и абонентские приставки.

Приборы серии TCR15AG обеспечивают лучшее в отрасли подавление пульсаций питания (95 дБ) для приборов своего класса и самый быстрый отклик на переходные процессы в нагрузке, что значительно уменьшает уровни выходных пульсаций и шумов микросхем управления питанием или DC/DC преобразователей. Микросхемы TCR15AG помогут минимизировать флуктуации выходного напряжения, возникающие вследствие резких изменений потребляемых токов при сменах режимов работы цифровых камер и радиочастотных схем, и нередко являющиеся факторами, ограничивающими их характеристики.

Низкое падение напряжения обеспечивается использованием внешнего напряжения смещения, которое улучшает энергоэффективность системы и способствует увеличе-

нию времени между зарядками аккумуляторов мобильных устройств.

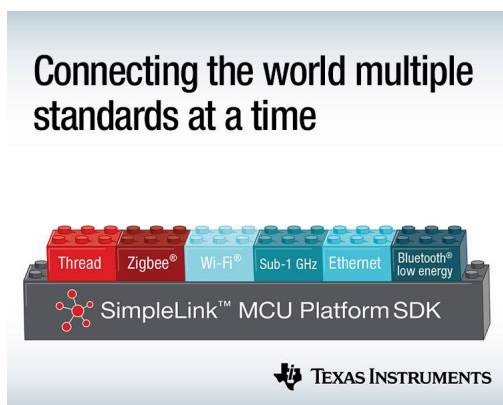
Защищенные от перегрузки по току и перегрева LDO стабилизаторы могут работать во множестве приложений. Устройства выпускаются как с фиксированными, так и с регули-

руемыми выходными напряжениями. Диапазон фиксированных напряжений составляет от 0.65 В до 3.6 В, а выходные напряжения регулируемых стабилизаторов могут устанавливаться внешними резисторами в диапазоне от 0.6 В до 3.6 В.

Texas Instruments расширяет семейство мультистандартных беспроводных микроконтроллеров SimpleLink

Мультистандартные многодиапазонные микроконтроллеры семейства SimpleLink с ультранизким энергопотреблением предлагают расширенный набор функций для реализации промышленных приложений с использованием нескольких беспроводных протоколов

Для удовлетворения растущих потребностей в средствах сетевого подключения зданий, промышленных предприятий и энергосистем Texas Instruments (TI) выпустила новейшее семейство беспроводных и проводных микроконтроллеров SimpleLink. Новые устройства потребляют рекордно низкую для отрасли мощность и поддерживают одновременно нескольких стандартов и частотных полос для протоколов Thread, Zigbee и Bluetooth 5, а также для систем субгигагерцового диапазона. Расширенная платформа SimpleLink на основе ядра ARM Cortex M-4 с увеличенным объемом памяти и практически неограниченными сетевыми возможностями позволит, используя 100% существующих программных кодов, усовершенствовать сети беспроводных датчиков и подключить их к облакам.



Новые микроконтроллеры семейства SimpleLink поддерживают следующие варианты беспроводных подключений:

- **Беспроводной микроконтроллер CC1312R:** протоколы субгигагерцового диапазона;

- **Мультипротокольные микроконтроллеры CC1352R и CC1352P:**

Протоколы субгигагерцового диапазона, Bluetooth Low Energy, ZigBee, Thread;

- **Микроконтроллер CC2642R:**

Bluetooth Low Energy;

- **Мультистандартный микроконтроллер CC2652R:**

Bluetooth low energy, Thread и Zigbee;

- **Микроконтроллеры серии MSP432P4:**

Хост-устройства с встроенной Flash-памятью 2 Мбайт.

Особенности и преимущества новых микроконтроллеров SimpleLink

- **Ультранизкое энергопотребление:**

Самые малопотребляющие в отрасли беспроводные и хост-микроконтроллеры могут проработать от таблеточной батарейки более 10 лет, а появившиеся теперь независимые от ядра контроллеры датчиков при частоте опроса 100 Гц потребляют средний ток 1.5 мкА.

Поддержка более 10 беспроводных протоколов передачи данных:

Расширенное семейство приборов SimpleLink поддерживает множество протоколов субгигагерцового диапазона и диапазона 2.4 ГГц, включая последние версии стандартов Thread и Zigbee, Bluetooth LE, IEEE 802.15.4g, Wireless M-Bus и другие.

- **Интегрированные опции, увеличивающие дальности связи:**

Усилитель мощности с выходным уровнем +20 дБм и потребляемым в режиме передачи током всего 60 мА, интегрированный

в многодиапазонный беспроводной микроконтроллер CC1352P, позволит разработчикам еще больше увеличить дальность связи в приложениях интеллектуальных приборов учета и автоматизации зданий.

• **Встроенная память 2 МБ:**

Микроконтроллеры серии MSP432P2 с интегрированными прецизионными 16-разрядными АЦП и расширенным диапазоном рабочих температур предоставляют разработчикам промышленных приложений в восемь раз больше программной памяти, а также возможности поддержки нескольких стеков беспроводных протоколов и 320-сегментного ЖК-индикатора.

• **Расширенные функции безопасности:**

Беспроводные микроконтроллеры серий CC13x2 и CC26x2 снабжены генератором истинно случайных чисел и аппаратными ускорителями для протоколов шифрования AES-128/256, SHA2-512, ECC и RSA-2048.

• **Программная совместимость:**

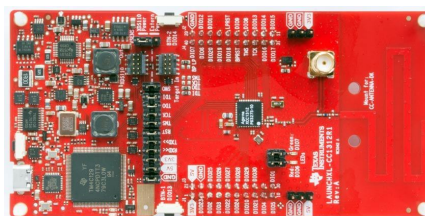
Все новые продукты поддерживаются набором инструментальных средств разработки SimpleLink и обеспечивают единую основу для расширения платформы за счет возможности 100-процентного использования старого программного кода.

Поддержка разработчиков

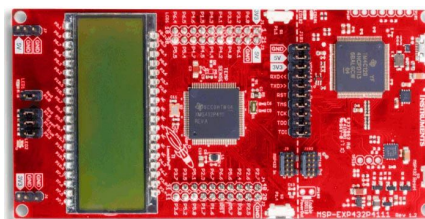
В помощь разработчикам, использующим микроконтроллеры платформы SimpleLink, TI предлагает интерактивный учебник SimpleLink Academy с примерами, обзорами и пособиями по поддерживаемым отраслевым стандартам и технологиям.

Доступность и цены

Для всех анонсированных микроконтроллеров SimpleLink предлагаются отладочные наборы LAUNCHXL-CC26X2R1, LAUNCHXL-



Отладочный набор LaunchPad с микроконтроллером CC1312 (LAUNCHXL-CC1312R1).



Отладочный набор MSP-EXP432P4111 для микроконтроллера MSP432P4111.

CC1312R1 и LAUNCHXL-CC1352R1, которые можно приобрести за \$39.99 в онлайн магазине TI и у авторизованных дистрибьюторов компании. Кроме того, за \$17.99 можно купить отладочный набор MSP-EXP432P4111 для микроконтроллера MSP432P4111.

Новые микроконтроллеры, за исключением CC1352P, доступны для заказа в промышленных объемах. Корпуса и цены приборов указаны ниже в таблице. Серийное производство устройств серии CC1352P начнется в 3 квартале 2018 года.

Микроконтроллер	Корпус	Цена в партии из 1000 шт.
CC1312R	QFN	\$3.89
CC1352R	QFN	\$4.73
CC1352P	QFN	\$5.25
CC2652R	QFN	\$3.05
CC2642R	QFN	\$2.65
MSP432P4x1V	QFN, LQFP	\$4.50
MSP432P4x1Y		\$5.18
MSP432P4x11		\$5.99

Diodes анонсирует эффективные и точные линейные контроллеры светодиодов

Компания Diodes анонсировала новую серию линейных контроллеров, предназначенных для питания светодиодных цепочек регулируемым током с КПД более 80%. Мик-

росхемы AL5814, AL5817, AL5815 и AL5816 обеспечат низкую стоимость решений для широкого диапазона коммерческих и промышленных приложений, включая вывески,



подсветку измерительных и бытовых приборов, архитектурные элементы и интеллектуальные светильники.

Устройства работают при входных напряжениях от 4.5 В до 60 В, не нуждаются в дросселях и имеют очень низкий уровень электромагнитных излучений, что в совокупности упрощает их интеграцию в систему. Благодаря использованию внешнего транзистора, рассеиваемая микросхемами мощность снизилась по сравнению с другими решениями. Приборы серии AL58xx способны отдавать ток до 15 мА внешнему MOSFET или бипо-

лярному транзистору, управляющему цепочкой светодиодов. Ток светодиодов задается внешним резистором с точностью 4%, определяемой точностью внутреннего опорного источника, имеющего отличную стабильность в диапазоне температур. Микросхемы AL5815 и AL5816 поддерживают только ШИМ-управление яркостью, тогда как AL5814 и AL5817 допускают и ШИМ-, и аналоговое диммирование.

Все четыре прибора содержат цепи защиты от перегрева и блокировки при повышенном входном напряжении. Кроме того, AL5814 и AL5817 защищены от обрыва светодиодов, а также снабжены схемами прогрессирующего ограничения тока при росте температуры кристалла. Рассчитанные на широкий диапазон рабочих температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ приборы серии AL58xx отличаются низким уровнем электромагнитных излучений и могут использоваться также в жестких условиях эксплуатации.

Микросхемы серии AL58xx выпускаются в корпусах SOT-25 (AL5815, AL5816) и в корпусах MSOP-8EP со сниженным тепловым сопротивлением (AL5814, AL5817).

Может ли ток в обмотке дросселя измениться мгновенно?



Часть 1

Александр Русу, Одесса, Украина

Любой специалист в области электротехники знает, что ток в индуктивности и напряжение на емкости мгновенно измениться не могут. Точнее, теоретически могут, но при этом возникнет импульс напряжения или тока с бесконечной амплитудой, что в реальном мире невозможно. Однако не будем торопиться с выводами, поскольку вопрос, вынесенный в заголовок статьи, не так прост, как кажется на первый взгляд.

В предыдущей статье, опубликованной в журнале РадиоЛоцман [1], показано, что в импульсных преобразователях электрической энергии силовой дроссель может включаться по бестрансформаторной, автотран-

сформаторной и трансформаторной схемам. Так вот, при автотрансформаторном включении форма токов в его обмотках иногда приводит в замешательство даже опытных электронщиков и требует дополнительных пояснений. Это и послужило причиной написания этой статьи, поскольку сегодня далеко не все разработчики могут правильно ответить на вопрос, что же в реальных дросселях может изменяться мгновенно, а что нет.

А еще эта статья является продолжением цикла, посвященного импульсному преобразованию электрической энергии [1 – 3]. С ее помощью можно глубже понять процессы, происходящие в преобразователях с индук-

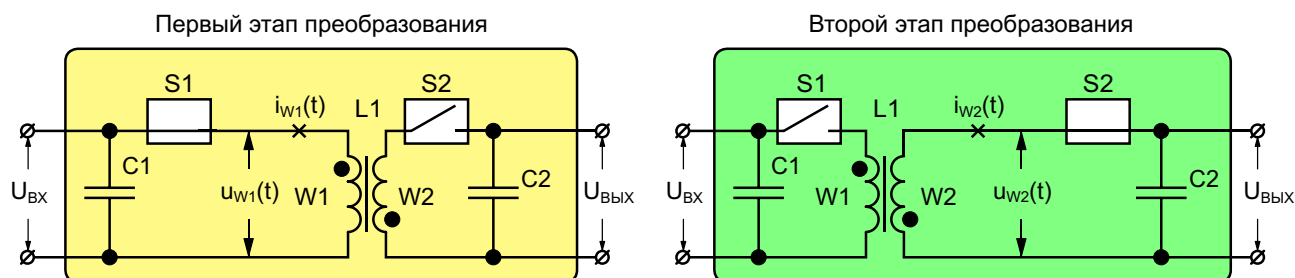


Рисунок 1. Принцип работы обратноходового преобразователя.

тивным накопителем – самым распространенным типом источников вторичного электропитания. Как и в предыдущих статьях, при анализе будут использованы идеализированные модели, а при желании основательно разобраться в сути вопроса, можно обратиться к дополнительной литературе [4 – 6], послужившей основой для данного материала.

От чего зависят токи обмоток дросселя

Для начала определим параметры токов в обмотках дросселя базовой обратноточковой схемы [2] (Рисунок 1). Рассмотрим простейший цикл преобразования, состоящий из двух этапов. Пусть на первом из них ключ S1 замкнут, а S2 разомкнут. В этом случае между конденсатором С1 и магнитопроводом дросселя L1 через обмотку W1 и замкнутый ключ S1 происходит обмен энергией в направлении, зависящем от режима работы преобразователя (передача, рекуперация или холостой ход) [3]. Пусть к началу первого этапа в магнитопроводе после предыдущих циклов осталось некоторое количество энергии, и его магнитный поток $\Phi(t)$ имеет отличное от нуля значение $\Phi_{нач}$. Чему при этом будут равны токи обмоток $i_{W1}(t)$ и $i_{W2}(t)$?

С обмоткой W2 все просто, поскольку ключ S2 разомкнут, ток через нее протекать не может, и значит, для первого этапа можно записать $i_{W2}(t) = 0$. А вот для определения тока обмотки W1 придется вспомнить некоторые законы физики.

Суммарная напряженность магнитного поля H, называемая также намагничивающей силой, связана с создающими ее токами проводимости i_k теоремой о циркуляции вектора напряженности или законом полного тока: «циркуляция вектора H по произвольному замкнутому контуру L равна алгебраической сумме токов проводимости, охватываемых этим контуром» [7]:

$$\oint_L \text{Hdl} = \sum_k i_k, \quad (1)$$

где k – количество элементарных токов проводимости (Рисунок 2).

Каждый виток каждой обмотки создает свой элементарный ток i_k . Если в качестве произвольного контура L выбрать среднюю магнитную линию, то, предположив, что токи

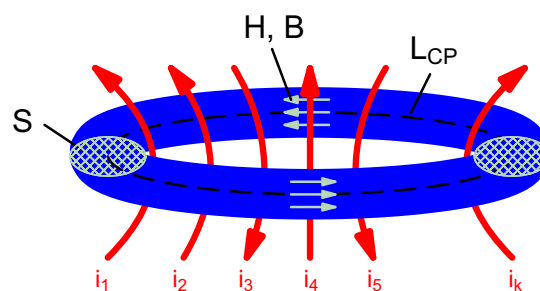


Рисунок 2. Электромагнитные процессы в дросселе.

всех витков, принадлежащих обмотке, одинаковы и имеют стопроцентную связь с магнитопроводом, и что величина H на протяжении всего контура L постоянна, формулу (1) можно записать в виде:

$$H = \frac{1}{L_{CP}} \sum_{i=1}^{N_{OБМ}} I_i N_i, \quad (2)$$

где

L_{CP} – средняя длина магнитной линии магнитопровода;

$N_{OБМ}$ – количество обмоток;

N_i, I_i – соответственно, количество витков и ток i-ой обмотки.

Намагничивающая сила H связана с магнитной индукцией B формулой:

$$B = \mu_{ЭКВ} H, \quad (3)$$

где

$\mu_0 = 1.257 \cdot 10^{-6}$ Гн/м – магнитная проницаемость вакуума;

$\mu_{ЭКВ}$ – эквивалентная магнитная проницаемость магнитопровода с учетом всех особенностей его конструкции, в том числе и немагнитных зазоров.

Магнитный поток Φ – это не что иное, как количество силовых линий магнитной индукции B, проходящих через ограниченную плоскую поверхность. Если в каждой точке поперечного сечения магнитопровода площадью S величина и направление вектора магнитной индукции одинаковы, то суммарный магнитный поток будет равен:

$$\Phi = BS \cos \alpha, \quad (4)$$

где α – угол между направлением вектора B и нормалью к плоскости S.

В магнитопроводах индуктивных элементов (трансформаторов, дросселей) вектор магнитной индукции обычно перпендикулярен плоскости поперечного сечения сердечника ($\theta = 0$). Это позволяет на основании формул (2) – (4) определить связь между магнитным потоком в магнитопроводе и токами в обмотках:

$$\Phi = \sum_{i=1}^{N_{\text{ОБМ}}} \frac{S}{L_{\text{СР}}} I_i N_i. \quad (5)$$

Производители магнитопроводов в справочных данных на свои изделия обычно указывают параметр $A_L = \Phi / \sum_{i=1}^{N_{\text{ОБМ}}} I_i N_i$, используемый для расчета индуктивностей обмоток ($L = N^2 A_L$), что позволяет записать (5) в виде:

$$A_L \sum_{i=1}^{N_{\text{ОБМ}}} I_i N_i. \quad (6)$$

Формула (6) справедлива для любого индуктивного элемента, даже с учетом того, что параметр A_L на практике не является постоянной величиной и зависит от многих факторов, например, температуры или намагничивающей силы H , имеющей существенное влияние на магнитную проницаемость материала магнитопровода. При этом магнитный поток и полный ток (алгебраическая сумма всех элементарных токов проводимости) – это две части одного целого, которые не существуют друг без друга. В формуле (6) нет

причинно-следственных связей. Если существует магнитное поле с индукцией отличной от нуля, значит, где-то должен протекать связанный с ним полный ток, и наоборот.

Поскольку магнитный поток связан с физически существующим магнитным полем, то при любых его изменениях должен выполняться закон сохранения энергии. В моменты переключения $S1$ и $S2$ никаких энергетических процессов в магнитопроводе не происходит – дроссель не выделяет и не потребляет энергии, происходит только изменение тока обмоток, поэтому его магнитный поток будет иметь одинаковое значение как до, так и после коммутации.

Полный ток, в соответствии с (6), пропорционален магнитному потоку, и значит, при неизменном параметре A_L , также не изменяется. А вот его составляющие не связаны никакими ограничениями и могут изменяться как угодно, но так, чтобы выполнялось равенство (6).

Рассмотрим в качестве примера дроссель с двумя обмотками $W1$ и $W2$, имеющими $N_1 = 10$ и $N_2 = 100$ витков. Его полный ток запишется в виде:

$$\sum_{i=1}^{N_{\text{ОБМ}}} I_i N_i = I_{W1} N_1 + I_{W2} N_2. \quad (7)$$

Пусть до коммутации по обмотке $W1$ протекал ток $I_{W1} = 10$ А. Если после коммутации ток будет протекать только по обмотке $W2$, он будет равен $I_{W2} = 1$ А (Рисунок 3, а). А вот если

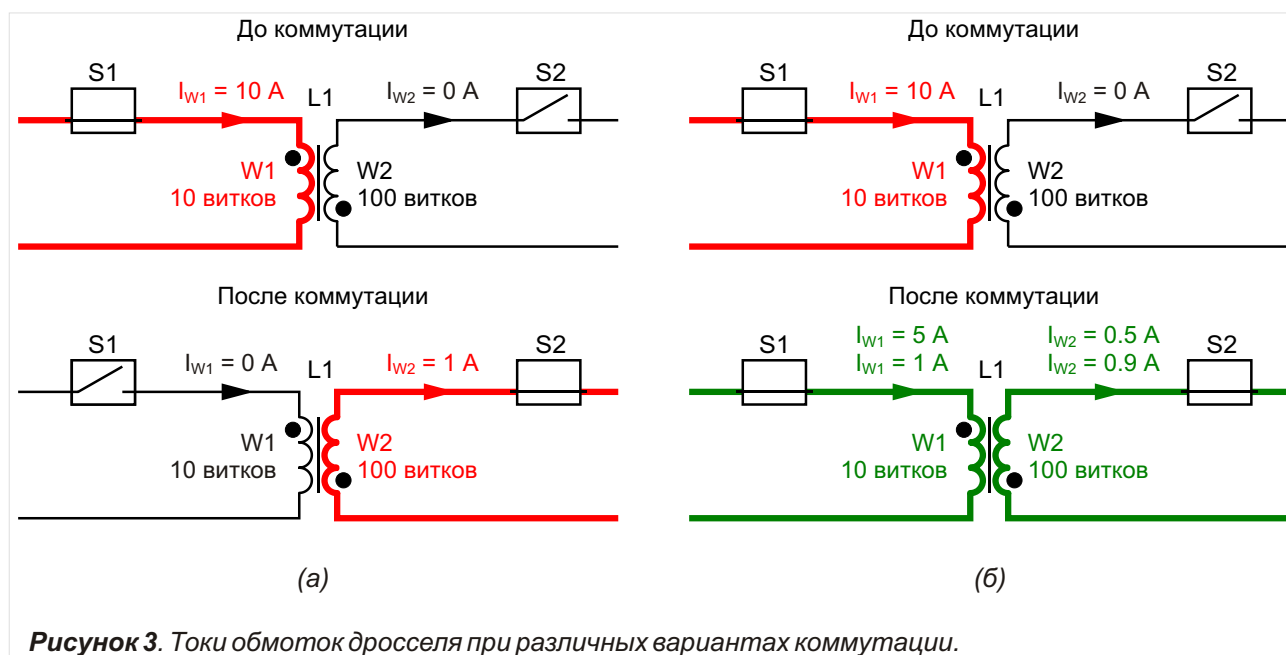


Рисунок 3. Токи обмоток дросселя при различных вариантах коммутации.

бы обмотка W2 содержала всего лишь один виток, то ее ток был бы равен 100 А.

Если же токи будут протекать по нескольким обмоткам одновременно, что имеет место в многоканальных преобразователях, то однозначно ответить, чему они будут равны, не зная остальных параметров схемы, невозможно, поскольку существует множество допустимых комбинаций их значений. Например, они могут быть равны $I_{W1} = 5$ А и $I_{W2} = 0.5$ А или $I_{W1} = 1$ А и $I_{W2} = 0.9$ А (Рисунок 3, б), но, в любом случае, полный ток (7) и связанный с ним магнитный поток останутся неизменными.

Кроме того, при одновременной активности нескольких обмоток их токи могут иметь не только определяемую (6) магнитную составляющую, но и компоненты, возникшие из-за трансформаторного эффекта. В последнем случае, в соответствии с (7), намагничивающие силы, создаваемые трансформаторными составляющими токов, взаимно компенсируются и не влияют на процессы в магнитопроводе. Например, если токи обмоток W1 и W2, связанные с накопленной в магнитопроводе энергией, равны 5 А и 0.5 А (полный ток при этом равен $5 \cdot 10 + 0.5 \cdot 100 = 100$ А), а трансформаторные составляющие равны, соответственно, -1 А и 0.1 А (при этом они не влияют на полный ток, поскольку $-1 \cdot 10 + 0.1 \cdot 100 = 0$), то фактические токи в обмотках будут равны $I_{W1} = 4$ А и $I_{W2} = 0.6$ А при сохранении того же значения полного тока ($4 \cdot 10 + 0.6 \cdot 100 = 100$ А).

Но вернемся к процессам в рассматриваемой схеме (Рисунок 1). Полный ток дросселя L1 определяется (7), однако, поскольку на первом этапе преобразования ток протекает

только по обмотке W1, а магнитный поток в момент замыкания ключа S1 равен $H_{AЧ1}$, то ток $I_{W1 \text{ НАЧ}}$ в этот момент будет равен:

$$I_{W1 \text{ НАЧ}} = \frac{H_{AЧ1}}{A_L N_1}. \quad (8)$$

Список источников

1. Русу А.П. Почему обмотки дросселя обратногоходового преобразователя могут иметь разное число витков // РадиоЛоцман – 2018. – №1. – С.26 – 31 (Часть 1). – №2. – С.26 – 29 (Часть 2).
2. Русу А.П. Откуда появились базовые схемы преобразователей // РадиоЛоцман – 2017. – №9. – С.28 – 31 (Часть 1). – №10. – С.32 – 38 (Часть 2).
3. Русу А.П. Почему импульсные преобразователи «не любят» «легкую» нагрузку // РадиоЛоцман – 2017. – №11. – С.26 – 30 (Часть 1). – №12. – С.24 – 28 (Часть 2).
4. Кадацкий А.Ф., Русу А.П. Анализ электрических и магнитных процессов в дросселях импульсных преобразователей электрической энергии // Технология и конструирование в электронной аппаратуре (ТКЭА) – 2016. – №6. – С.17 – 29.
5. Кадацкий А.Ф., Русу А.П. Анализ принципов построения и режимов работы импульсных преобразователей электрической энергии // Практическая силовая электроника. – 2016. – №2(62). – С.10 – 24.
6. Кадацкий А.Ф., Русу А.П. Анализ электрических процессов в импульсных преобразователях постоянного напряжения с широтно-импульсным регулированием // Электричество. – 2005. – №9. – С. 43–54.
7. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма: учеб. пособие для студентов вузов. 2-е изд., стереотип. – Москва: Высшая школа, 1991. – 289с.

Окончание в следующем номере

Основные понятия электромагнитной совместимости и практические рекомендации по проектированию печатных плат

Ralf Brüning, Zuken

New Electronics

Хотя нередко понятия EMC и EMI используются как синонимы, в действительности это не одно и то же. Электромагнитная совместимость (Electromagnetic Compatibility, EMC) – это управление излучаемыми и кондуктивными электромагнитными помехами (Electromagnetic Interference, EMI). Плохая EMC является одной из основных причин, вынуждающих повторно начинать проектирование печатной платы. На самом деле, по оценкам, 50% первоначальных проектов печатных плат оказываются неудачными из-за того, что излучают нежелательные электромагнитные помехи и/или восприимчивы к ним.

Но такая статистика неудач характерна не для всех областей. Наиболее вероятно это в секторах, регламентированных строгими правилами, таких как медицина и авиационно-космическая промышленность, или же там, где разрабатываемое устройство должно присоединиться к линейке продуктов, которая исторически создавалась с учетом EMC. Разработчики мобильных телефонов, например, от А до Я изучили проблемы беспроводной связи и прекрасно разбираются в минимизации риска нежелательных излучений.

Наибольшее беспокойство проблемы EMC доставляют разработчикам печатных плат, предназначенных для бытовой техники, такой как тостеры, холодильники и стиральные машины, которые объединяют множество устройств, поддерживающих подклю-

чение к Интернету вещей по беспроводной сети. При больших объемах производства перепроектирование печатной платы может привести к задержке выпуска продукта. Хуже того, отзыв продукта может нанести серьезный ущерб репутации и финансам компании.

Откуда приходит шум?

Выпущено множество руководств по соблюдению норм EMC при проектировании печатных плат, и, кроме того, у многих компаний есть собственные правила проектирования плат и выполнения требований EMC. Кроме того, инструкции могут поступать из внешних источников, таких как директивные органы, поставщики комплектующих и клиенты. Однако буквальное исполнение всех инструкций и требований может сделать защитную стратегию EMC чрезмерной и стать причиной задержки проекта. Правила должны оцениваться индивидуально, чтобы определить, применимы ли они к текущему проекту или нет.

Тем не менее, базовые правила, основанные на здравом смысле, будут применяться всегда. Например, чтобы подавить источники шума на печатной плате, необходимо:

- Стремиться использовать как можно более низкие частоты синхронизации, а времена нарастания фронтов увеличивать до максимума (разумеется, в рамках требований технического задания);

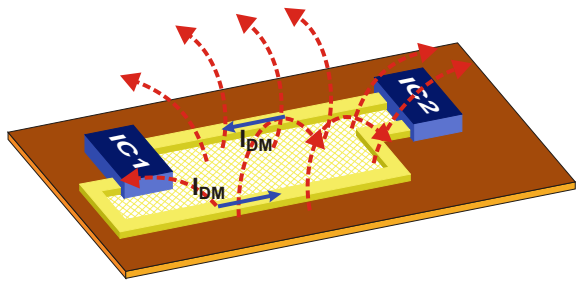


Рисунок 1. Дифференциальное излучение.

- Стараться располагать цепи синхронизации по центру печатной платы, за исключением случаев, когда тактовый сигнал должен уйти с платы (тогда цепь синхронизации размещайте как можно ближе к соответствующему разъему);
- Устанавливать кристаллы резонаторов вплотную к печатной плате и заземлять их;
- Все печатные проводники цепи синхронизации делать как можно короче;
- Размещать драйверы ввода/вывода рядом с местами, где сигналы поступают на плату или покидают ее;
- Фильтровать все сигналы, приходящие на плату.

Хотя вышеперечисленные меры помогут смягчить некоторые из наиболее распространенных проблем, связанных с электромагнитными помехами, каждая печатная плата, на которую подано питание, в любом случае будет излучать электромагнитную энергию. Это связано с тем, что каждый ток создает магнитное поле, а каждый заряд создает электрическое поле. Суммарное излучение будет представлять собой сумму излучений дифференциальной сигнальной петли, синфазной помехи (обусловленной как напряжением, так и током) и излучения, создаваемого системой распределения питания.

Рассмотрим их более подробно

Дифференциальное излучение обусловлено петлями линий передачи и сигналами, создающими дифференциальные токи I_{DM} (Рисунок 1). В перечень контрмер входят использование экранирующих слоев (питания или земли), размещение критических сигнальных линий во внутренних слоях (известное так же как формирование полосковых линий – striplining), исключение длинных сигнальных проводников и упоминавшиеся выше минимизация петель схемы и ограничение времен нарастания и спада сигналов на минимально возможных уровнях.

Более критической технологической частью проекта часто бывает синфазное излучение, поскольку электромагнитное излучение (EMI) лучше «видно» в дальней зоне поля. Оно создается паразитными токами, такими как токи переключения или токи, обусловленные индуктивными связями проводников (Рисунок 2), а также паразитными напряжениями, возникающими, например, из-за перекрестного взаимодействия активных сигналов ввода-вывода. Контрмеры включают в себя исключение источников этих паразитных токов и напряжений. Это означает, что необходимо избегать взаимных связей между быстрыми сигналами и более продуманно размещать компоненты и выполнять трассировку печатной платы.

Что касается излучения системы распределения питания, то оно возникает из-за того, что печатная плата по существу является LCR резонатором, содержащим индуктивные элементы (печатные проводники), емкости (плоскости слоев заземления и питания подобны конденсаторам) и сопротивления. Для ослабления электромагнитных излучений этого вида требуется снижать импеданс пла-

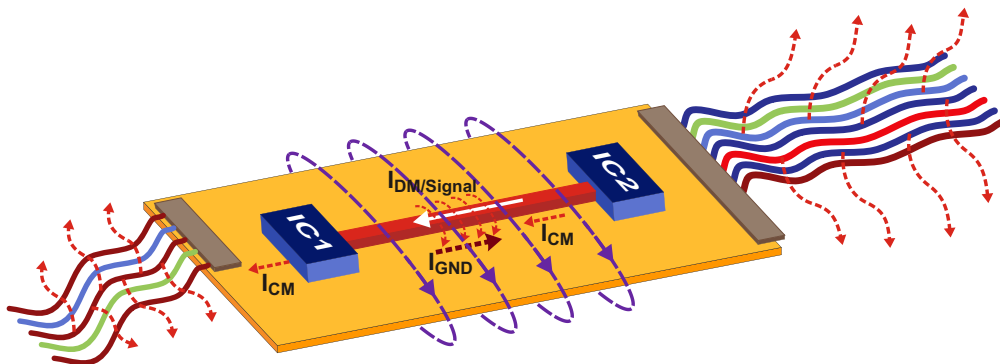


Рисунок 2. Синфазное излучение.

ты, исключать индуктивности и обеспечивать достаточную развязку.

Кроме того, интегральные микросхемы также являются источниками помех, и будут вносить свой вклад в электромагнитный профиль печатной платы. Об этом не следует забывать при выборе микросхем, а производители чипов должны быть в состоянии предоставить вам информацию об электромагнитном поведении их компонентов.

Средства моделирования и проверки правил проектирования

В составе многих САПР печатных плат имеются средства проверки критериев EMC. В перечень проверок входят изучение геометрических параметров печатной платы для случаев, когда могут возникать перекрестные помехи (например, из-за параллельно разведенных трасс), областей с недостаточным или отсутствующим экранированием и мест, где может потребоваться развязка.

Эти правила объединяют опыт и знания многих инженеров, работающих в области EMC. Однако важно знать их первоисточник и то, как они были реализованы поставщиком САПР. Вы вправе попросить его ознакомить вас с набором этих правил. Кроме того, у вас должна иметься возможность указывать программе свои приоритеты, чтобы выделять те области печатной платы, где подавление электромагнитных помех и целостность EMC имеют критическое значение.

Но давайте не будем забывать, что все эти проверки выполняются уже после разводки платы. Поэтому всегда лучше сразу разрабатывать печатную плату с учетом факторов EMC и EMI, а не действовать методом проб и ошибок. Иначе от поделанной работы может быть мало пользы, особенно в том случае, когда требуемые уровни электромагнитных излучений уже заранее указаны в техническом задании.

Для более продвинутого анализа требуется моделирование. Как и в случае с программами проверки проектных норм EMC, содержательность и, следовательно, ценность результатов будут зависеть от того, насколько хорошо цифровое представление соответствует реальной плате и ее поведению, и, конечно же, от того, насколько хороши различные уравнения, положенные в основу

программных алгоритмов анализа электромагнитных излучений. Опять же, у поставщиков САПР должна быть возможность предоставлять соответствующую информацию. Также нужно сделать несколько образцовых измерений для проверки методологии моделирования и обработать их, чтобы затем использовать как основу для интерпретации будущих результатов.

На рынке существует множество цифровых 3D симуляторов электромагнитных помех, некоторые из которых предназначены для специальных целей, например, для проектирования антенн. Они хорошо подходят для анализа возможных вариантов и оптимизации структур, могут моделировать все эффекты EMI для определенной структуры, но требуют значительных вычислительных ресурсов (памяти и процессорного времени) и, как правило, очень дороги. Кроме того, для интерпретации результатов моделирования требуется глубокое понимание EMI, поскольку иногда бывает очень сложно, используя только результаты 3D моделирования, объяснить, например, причины возникновения конкретного пика излучения.

Однако для тех типов печатных плат, которые используются в бытовой технике, мы не стремимся оптимизировать антенные структуры или создавать конкретные профили радиочастот. Мы просто хотим удостовериться, что проект печатной платы демонстрирует хорошую EMC; поэтому нам хватит САПР печатных плат с достаточным набором правил проверки ошибок EMC.

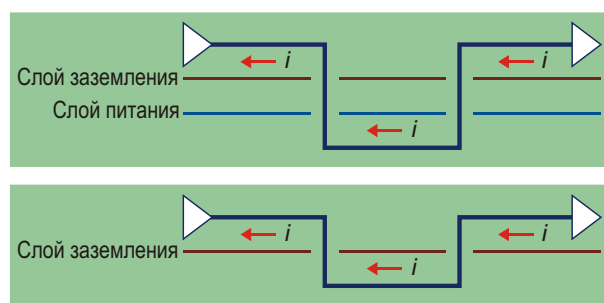


Рисунок 3. На верхнем рисунке опорным слоем для части трассы сигнала (т.е., слоем с нулевым потенциалом переменного тока) попеременно служат то слой земли, то питания. Это создает антенну EMI. Трассировка сигнала в пределах одного опорного слоя (нижний рисунок) позволяет исключить или, как минимум, сократить разрывы путей возврата тока.

Проектирование плат без EMI

Хотя идеального решения проблемы EMC не существует, хорошо организованная работа над проектом должна включать в себя выявление паразитных антенн EMI, таких как электрические и магнитные диполи. Кроме того, нужно определять пути прохождения токов, поскольку токи протекают по замкнутой цепи и всегда будут искать пути с наименьшим сопротивлением. Соответственно, необходимо планировать правильные пути возврата токов (отметим, что у инженеров в области EMC «земля» не является признанным техническим термином) и избегать пересечений и разветвлений (даже для дифференциальных пар), а также разрывов путей возврата (Рисунок 3).

Подводя итог, скажем, что всегда лучше сразу же проектировать плату с учетом EMC, нежели идти на риск повторного проектирования, однако необходимо четко понимать, какие правила EMC, и как будут применены к вашему проекту. Кроме того, возможность анализа с помощью инструментов, встроенных в САПР печатных плат, может значительно снизить риск нарушения норм EMC после изготовления платы; но убедитесь, что средства проверки правил проектирования основаны на хорошо документированных и проверенных принципах и толкованиях EMC. И никогда не моделируйте, если а) вы не доверяете симулятору, и б) вы не чувствуете заранее, какими будут результаты. **PL**

Искажения сигналов конденсаторами с высокой диэлектрической проницаемостью керамики

John Caldwell, Texas Instruments

EDN

Введение

Многослойные керамические конденсаторы (multilayer ceramic capacitors – MLCC) широко используются в современной электронике благодаря высокой удельной емкости, низкому эквивалентному последовательному сопротивлению и привлекательным ценам. Эти преимущества делают MLCC почти идеальными устройствами для множества приложений, включая выходные конденсаторы источников питания и местные развязывающие конденсаторы для интегральных схем. Различия между типами MLCC определяются главным образом их температурным коэффициентом, который представляет собой величину изменения их емкости в заданном температурном диапазоне. Конденсаторы Класса I, получившие обозначение NP0 или C0G, в своем диапазоне рабочих температур должны изменяться менее чем на ± 30 ppm, в то время как устройства Класса II могут изменять свою емкость от $\pm 15\%$ (X7R) до $+22\% / -82\%$ (Z5V).

Температурный коэффициент MLCC напрямую зависит от материалов, используемых в керамике диэлектрика конденсатора. Кроме того, материал диэлектрика также определяет электрические характеристики

конденсатора. Диэлектрики Класса II (X7R, Z5U, Z5V) часто характеризуются как «керамика с высокой диэлектрической проницаемостью» из-за того, что их относительная диэлектрическая проницаемость лежит в диапазоне от 3000 (X7R) до 18000 (Z5U). Конденсаторы класса C0G имеют проницаемость от 6 до 200. Преимущество высокой диэлектрической проницаемости диэлектрика заключается в том, что сделанные на его основе MLCC имеют намного большую емкость и меньшие размеры, чем конденсаторы типа C0G.

К сожалению, у этих преимуществ есть и обратная сторона. MLCC с большой диэлектрической проницаемостью диэлектрика имеют значительный коэффициент напряжения, означающий, что их емкость зависит от приложенного напряжения. В схемах переменного тока это явление проявляется в искажении формы сигнала и может поставить под угрозу характеристики системы. Когда основными конструктивными ограничениями являются площадь печатной платы и цена, системные разработчики могут поддаться искушению воспользоваться конденсаторами с большой диэлектрической проницаемостью, способными вносить существенные искажения в сигнал на пути его прохождения.

Демонстрация искажений, вносимых MLCC с большой диэлектрической проницаемостью

Примерами схем, где MLCC с высокой диэлектрической проницаемостью керамики могут вносить искажения в сигнал, служат фильтрующие цепи, антиалайзинговые фильтры преобразователей данных и конденсаторы обратной связи в усилителях. Для иллюстрации этого эффекта с помощью программы FilterPro был разработан активный фильтр Баттерворта нижних частот с полосой 1 кГц и топологией Саллена-Ки. Активные фильтры – очень распространенные приложения, где искажения от конденсаторов ухудшают общие характеристики схемы. Многие разработчики выбирают низкие сопротивления резисторов, стремясь уменьшить их вклад в уровень выходных шумов, что, соответственно, увеличивает емкости конденсаторов, необходимые для заданной частоты излома АЧХ. При таком конструктивном решении MLCC с высокой диэлектрической проницаемостью могут быть единственными доступными конденсаторами, удовлетворяющими требованиям к величине емкости, площади печатной платы и цене.

Изображенная на Рисунке 1 схема фильтра включает пассивные компоненты, номиналы которых позволяют заменять C_1 и C_2 многослойными конденсаторами с различными диэлектриками и различными размерами корпуса, чтобы иметь возможность напрямую сравнивать зависимость результатов измерений от выбранного типа конденсаторов. Все конденсаторы, использовавшиеся в этой тестовой схеме, имели максимальное рабочее напряжение 50 В.

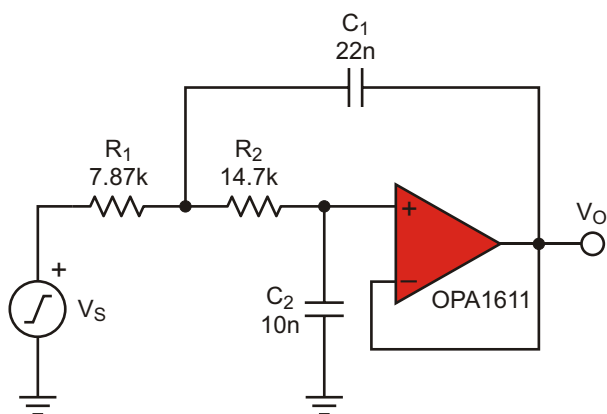


Рисунок 1. Фильтр нижних частот Саллена-Ки с частотой излома 1 кГц.

Для эксперимента был выбран высококачественный аудио операционный усилитель (ОУ) OPA1611, имеющий низкие шумы и низкие нелинейные искажения. В целях минимизации вклада резисторов в общие искажения схемы для всех значений сопротивлений использовались прецизионные тонкопленочные резисторы типоразмера 1206. Согласно [1], резисторы некоторых типов способны вносить искажения, подобные искажениям конденсаторов. Наконец, схема питалась от источника ± 18 В, исключающего возможность влияния насыщения усилителя на результаты измерений.

Критерием качества, направленным на оценку количества нежелательного контента, добавленного шумами и нелинейностями схемы к выходному сигналу, служат общие гармонические искажения и шум (THD+N). Это количество может быть выражено отношением суммы величины гармоник и среднеквадратичного шума системы к уровню сигнала основной частоты. Гармоники, или сигналы с частотами, кратными частоте входного сигнала, возникают вследствие нелинейного поведения пассивных компонентов и интегральных схем. Общий шум схемы складывается из внутренних шумов интегральных схем, тепловых шумов резисторов, или может вноситься в схему внешними источниками. Рассчитать THD+N как отношение амплитуд можно с помощью следующей формулы:

$$\text{THD+N} = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^x (V_i^2) + V_N^2}{V_F^2}},$$

где

V_F – среднеквадратичное напряжение сигнала основной гармоники,

V_N – среднеквадратичное напряжение шумов,

V_i – среднеквадратичное напряжение каждой гармоники.

Измерения THD+N были сделаны в схеме фильтра для сигнала 1 В с.к.з. в частотном диапазоне 20 Гц ... 20 кГц при полосе измерений 500 кГц. Результаты измерений THD+N схемы в дБ относительно уровня 1 В с.к.з. для различных типов конденсаторов представлены на Рисунке 2. MLCC типоразмера 1206 с диэлектриком C0G демонстрируют исключительные характеристики: измеренные в поло-

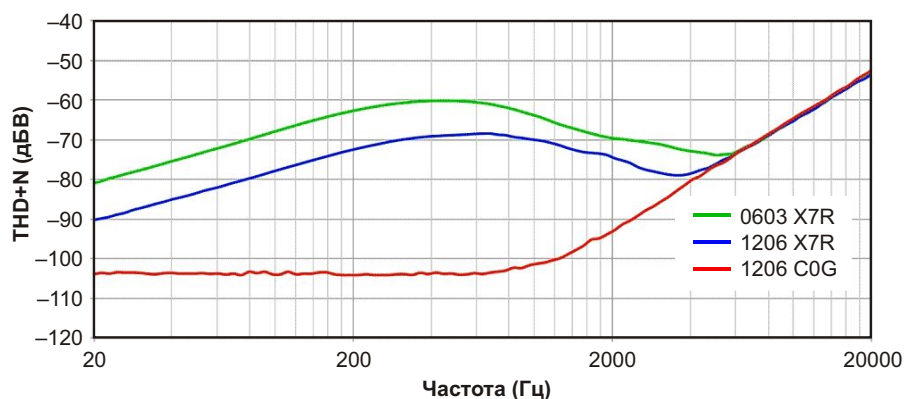


Рисунок 2. Измеренные значения THD+N фильтра нижних частот Саллена-Ки.

се пропускания фильтра значения THD+N находятся на уровне шумового порога измерительной системы. Измерения с конденсаторами C0G типоразмера 0805 дали в точности такие же результаты, поэтому на графике они не отображены. Увеличение THD+N за пределами частоты среза фильтра вполне ожидаемо, так как затухание фильтра снижает отношение амплитуды сигнала к уровню шумового порога.

Замена конденсаторов X7R на 1206 привела к немедленному ухудшению характеристик схемы. На частоте 20 Гц значение THD+N увеличилось минимум на 15 дБ, а в пиках в районе между 400 и 800 Гц измеренное увеличение THD+N составило 35 дБ. Переход к конденсатору в корпусе меньшего размера (0603) еще больше увеличил THD+N, прибавив дополнительные 10 дБ в большей части спектра. Поскольку операционный усилитель и резисторы фильтра на

протяжении всех тестов не менялись, рост THD+N может быть только результатом появления дополнительных гармоник, внесенных в выходной сигнал конденсаторами X7R.

На Рисунке 3 показан спектр 500-герцовой синусоиды на выходе схемы при использовании конденсаторов в корпусах 0603 и 1206 с диэлектриком X7R. В спектре присутствует большое количество гармоник основной частоты, причем хорошо видно преобладание нечетных гармоник. Может показаться удивительным, но в схеме с конденсаторами 0603 X7R при частоте входного сигнала 500 Гц наблюдаются гармоники выше 20 кГц.

Столкнувшись с задачей поиска источника больших искажений, не каждый инженер сразу поймет, виновата ли интегральная схема или пассивные компоненты. Одним из способов определения доминирующего источника искажений может служить измерение THD+N схемы в широком диапазоне уров-

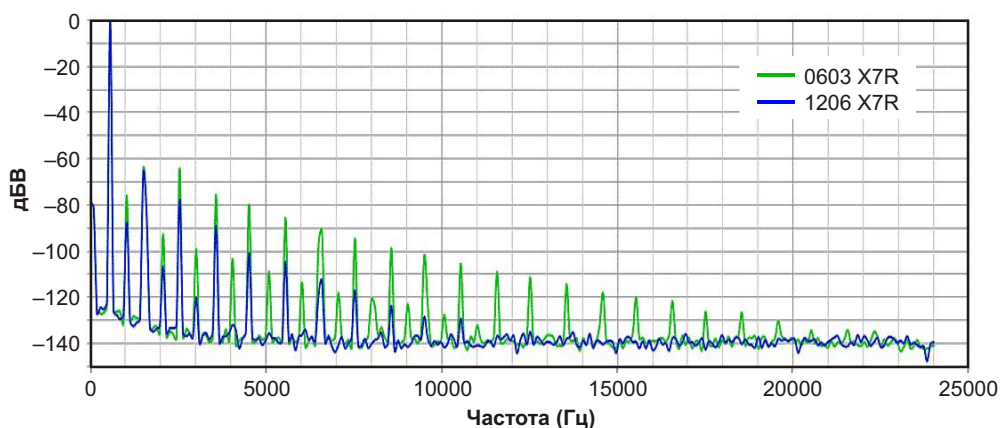


Рисунок 3. Спектр синусоиды с частотой 500 Гц на выходе фильтра нижних частот, определяющий источник искажений.

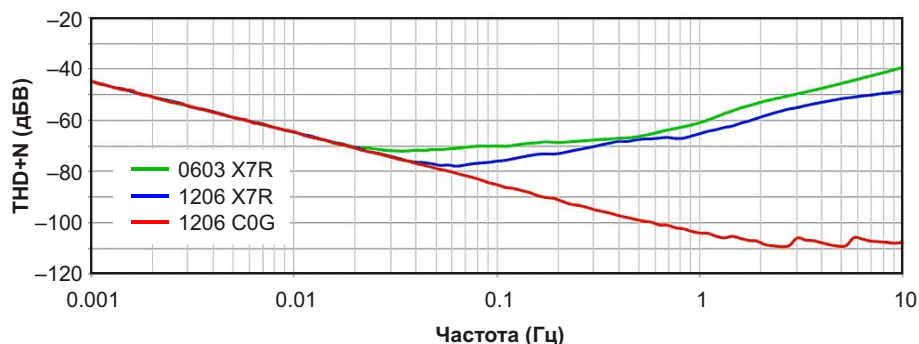


Рисунок 4. Зависимость THD+N схемы фильтра от уровня сигнала при частоте основной гармоники 500 Гц.

ней сигнала (Рисунок 4). На этом графике коэффициент THD+N изображенного на Рисунке 1 фильтра Саллена-Ки показан для сигнала с частотой 500 Гц, изменяющегося в диапазоне уровней от 1 мВ с.к.з. до 10 В с.к.з. Когда в схеме устанавливались конденсаторы C0G, THD+N уменьшался с ростом размаха сигнала, достигая шумового порога измерительной системы при уровне 2 В с.к.з.

Отрицательный наклон графика указывает на то, что преобладающим фактором при вычислении THD+N являются шумы схемы, создаваемые ОУ и резисторами. В этом случае измеренное значение THD+N с увеличением уровня сигнала уменьшается из-за того, что улучшается отношение напряжений сигнала и шумов. И наоборот, нелинейности пассивных компонентов усугубляются при более высоких уровнях сигнала и должны определять тенденцию к росту искажений с увеличением уровня сигнала. Это подтверждается, когда в схеме фильтра конденсаторы заменя-

ются на X7R. Искажения, создаваемые конденсаторами X7R типоразмера 0603, увеличиваются, начиная от амплитуд сигнала 20 мВ с.к.з. Подобное же поведение демонстрируют и конденсаторы X7R типоразмера 1206 с тенденцией к росту от 40 мВ с.к.з. Таким образом, если с увеличением уровня сигнала искажения увеличиваются, скорее всего, основной вклад в снижение характеристик схемы вносится пассивными компонентами (резисторами или конденсаторами).

Поскольку искажения, вносимые пассивными компонентами, увеличиваются с ростом уровней сигнала, искажения в схеме фильтра будут наибольшими, когда к конденсаторам приложено максимальное напряжение. Для построения зависимости напряжения на компонентах от частоты сигнала может использоваться бесплатный SPICE-симулятор Tina-TI компании Texas Instruments. На Рисунке 5 изображена частотная зависимость объединенных напряжений на

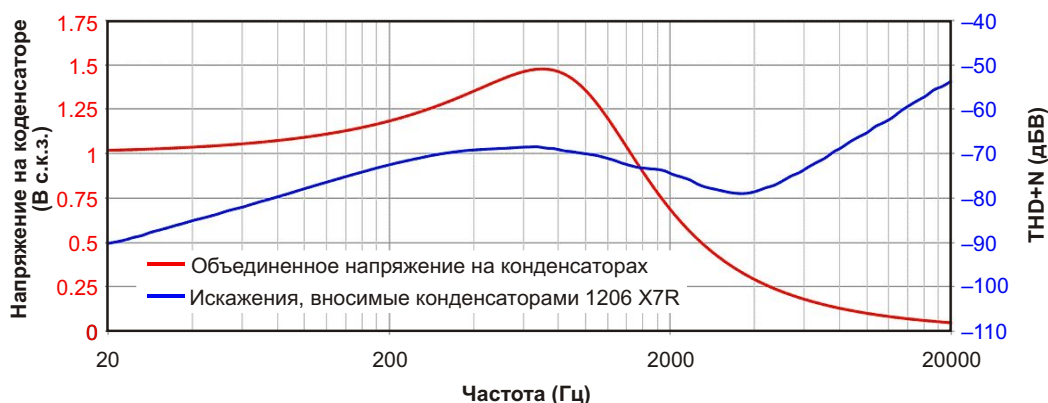


Рисунок 5. Объединенные напряжения на конденсаторах и измеренные значения THD+N в схеме фильтра нижних частот.

конденсаторах C_1 и C_2 в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц, а также THD+N фильтра для конденсаторов типоразмера 1206 с диэлектриком X7R. Корень из суммы квадратов напряжений на конденсаторах C_1 и C_2 , объединяющий два отдельных напряжения, имеет максимум на частоте примерно 600 Гц. На Рисунке 5 видно, что этот пик напряжения конденсатора сильно коррелирует с точкой максимальных искажений и может служить очень хорошим свидетельством того, что источником дополнительных искажений на выходе фильтра являются конденсаторы. Если искажения, вносимые конденсаторами, неодинаковы, между результатами двух измерений может наблюдаться некоторое расхождение. Для более детального анализа можно определить усиление сигнала от каждого конденсатора.

Заключение

Характеристики аналоговых схем в огромной степени могут зависеть от типов конденсаторов, используемых в их конструкциях. Для демонстрации этого факта была использована схема активного фильтра. С конденсаторами C0G параметры этой схемы были очень хорошими. Однако, как только на замену им устанавливались конденсаторы с диэлектриком X7R, характеристики схемы значительно ухудшались. Конденсаторы X7R создавали на пути прохождения сигнала большое количество гармоник, причем преобладающий вклад в увеличение THD+N вносили нечетные гармоники. В частности, наихудшие характеристики показали конденсаторы

X7R в корпусах 0603, а влияние конденсаторов X7R типоразмера 1206 было сравнительно небольшим.

Описанные здесь два метода могут помочь инженерам найти источник искажений в схеме. Первый метод – измерение THD+N в широком диапазоне уровней сигнала – полезен тогда, когда надо определить, ограничиваются ли параметры схемы интегральными схемами, или нелинейностью пассивных компонентов. Влияние нелинейности пассивных компонентов должно увеличиваться с ростом уровня сигнала. Второй метод – симулятор TINA-TI – может быть полезен для того, чтобы путем сопоставления частот максимальных THD+N с частотами, при которых напряжения на компонентах достигают максимальных значений, понять, какие именно из пассивных компонентов вносят основной вклад в искажения. Хотя существует множество приложений, в которых преимущества MLCC с большой диэлектрической проницаемостью диэлектрика полезны для инженеров, нецелесообразно использовать их в тех частях сигнального тракта, где большие напряжения на конденсаторах делают их источниками дополнительных искажений. **ПЛ**

Ссылки

1. Self, D., The Design of Active Crossovers, Elsevier Inc. 2011.

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments OPA1611](#)

25 лет назад начались первые продажи Intel Pentium

Suzanne Deffree

EDN

22 марта 1993 года был подан первый процессор Intel Pentium, положивший начало новому бренду, получившему всеобщее признание публики.

Название Pentium произошло от греческого слова «пенте», означающее «пять» и указывающее на пятое поколение микроархитектуры Intel – P5.



Первые чипы, работавшие на тактовых частотах 60 и 66 МГц, содержали 3.1 млн транзисторов, допускали адресацию 4 ГБ памяти и имели размеры 16.7 мм × 17.6 мм. Это был первый суперскалярный процессор Intel с микроархитектурой x86, которая, являясь прямым расширением архитектуры 80486, имела два целочисленных конвейера, более быстрый блок плавающей арифметики, расширенную шину данных, отдельные кеши для кода и данных и аппаратные средства для дальнейшего сокращения времени расчетов адресов.

Разработка первого Pentium началась в 1989 году. Intel планировала продемонстрировать P5 в июне 1992 года на выставке PC Expo и официально объявить о выпуске про-

цессора в сентябре 1992 года, но проблемы с конструкцией вынудили компанию отменить презентацию и перенести ее на весну 1993 года. Даже несмотря на задержку, после выпуска Pentium в нем обнаружился ряд ошибок. Пожалуй, самым известным из багов был Pentium FDIV, с которым ранние версии процессора с частотой 60-100 МГц сталкивались в блоке плавающей точки, что приводило к неверным, но предсказуемым результатам некоторых операций деления.

Однако бренд успешно преодолел первые неровности на своем пути и стал ассоциироваться с процессорами Intel среднего класса – между сериями Celeron и Core.

Название «Pentium» хорошо известно не только профессионалам, но и большинству обычных пользователей электроники, для которых это синоним качественных вычислений. Фирменный знак P5 стал настолько известным, что памятные брелки с его изображением стали продаваться в магазинах. А Янкович даже записал пародию на песню рэппера Паффа Дэдди «It's All About the Benjamins» («Это все о Бенджамине») под названием «It's All About Pentiums» («Это все о Pentium»), в которой Янкович от лица рассказчика поет об одержимости «железом» его компьютера. **РЛ**



Оборотная сторона бесплатных образцов

Lee Teschler

Power Electronic

Если у вас возникли проблемы при попытке получить бесплатные образцы компонентов для проекта, можете поблагодарить за это нескольких предприимчивых студентов, которые усложнили вашу жизнь.

Вот краткий рассказ о том, что произошло с образцами. В отношении выдачи бесплатных компонентов, даже относительно дорогих, Texas Instruments (TI) проводила исключительно либеральную политику. Даже очень дорогие чипы можно было получить от TI по почте, ответив всего на несколько вопросов. По словам вице-президента TI по маркетингу Дэйва Янгблада (Dave Youngblood), щедростью TI воспользовались многие студенты, но, возможно, не так, как ожидала фирма.

В TI стали замечать, что некоторые из выданных компанией образцов микросхем оказывались выставленными на продажу на таких сайтах, как eBay. Факт, что данные чипы являются образцами, был очевиден, по крайней мере, для TI – на это указывала маркировка на корпусах. Янгблад сообщил, что в связи с этим TI провела некоторое расследование. Оказалось, что группы людей организовывали побочный бизнес, основанный на перепродаже бесплатных образцов. Такая практика, как говорит Янгблад, была особенно распространена среди студентов. Мошенникам помогали веб-сайты, посвященные тому, как выключивать у поставщиков образцы чипов.

До сих пор на этих сайтах остается множество разъясняющих комментариев. Несмотря на размещенные в многочисленных постах призывы не злоупотреблять либеральной политикой поставщиков в отноше-

нии бесплатных образцов их продукции, ясно, что многие посетители сайта именно это и делают. «Они, не задавая никаких вопросов, отгружали что угодно, очень быстро и абсолютно бесплатно», – сказал один студент из Германии. «Мне никто не перезванивал, и, похоже, что у них не было никаких строгих ограничений, касающихся частоты обращений», – сказал другой. «Если вы не являетесь компанией ..., тогда в поле названия компании указывайте "Независимый разработчик" или "Независимый консультант"», – посоветовал еще один.

TI была не единственной компанией среди доверчивых поставщиков. Автор одного из постов комментирует получение компонентов у Fairchild (теперь это часть ON Semiconductor): «Их система проверки "Корпоративного адреса" совершенно беспомощна. Обойти ее очень просто, используя адрес одноразовой электронной почты...».

Однако теперь времена халявного доступа к бесплатным образцам практически ушли в прошлое. Как рассказывал Янгблад на недавнем заседании Ассоциации производителей электронных компонентов, такого рода махинации заставили TI ужесточить политику предоставления бесплатных образцов. Показательно, что другие поставщики чипов теперь также приобрели опыт выявления фальшивых запросов образцов и стали более осторожными.

Конечно же, между фальшивыми и добропорядочными клиентами можно провести тонкую грань. Это становится очевидным при разговоре с поставщиками пассивных компонентов. Те, кому мы задавали вопросы, не

знали таких проблем с черным рынком, с какими столкнулись поставщики микросхем. По их словам, единственное, что можно назвать злоупотреблением, связано с клиентами, ищущими образцы для прототипов. Типичный сценарий – когда предельное количество образцов составляет шесть штук, а для прототипа нужно двенадцать. «В таких случаях они заказывают по шесть штук у двух разных дистрибьюторов, или шесть штук напрямую, а шесть – через дистрибьютора», – сказали нам.

Обычная практика заключается в том, чтобы просто отослать компоненты. «Мы

пришли к пониманию, что стоимость образцов незначительна, а преимущества, которые мы получаем, предоставляя бесплатные образцы, намного больше. Но это не значит, что мы придерживаемся принципа "все, что хотите". Все же, мы разбираемся с каждым конкретным запросом образцов», – сообщил один дистрибьютор.

Так что, когда в следующий раз вы позвоните поставщику и получите допрос третьей степени по поводу бесплатного образца, скажите «спасибо» бессовестным людям, создавшим вам дополнительные неудобства. **РЛ**

К 100-летию корпорации Panasonic. Путь Коносукэ Мацусита



Часть 1

Юрий Петропавловский

Всемирно известная компания Panasonic была основана 7 марта 1918 года в районе Фукусима-ку префектуры Осака под названием Matsushita Electric Housewares Manufacturing Works. Основателем компании был 23-летний предприниматель Коносукэ Мацусита (Konosuke Matsushita, 1894-1989 гг.), именем которого на протяжении десятилетий и называлась компания и ее многочисленные подразделения по всему миру. Коносукэ Мацусита контролировал всю деятельность компании практически до своей смерти в 1989 году и оказал существенное влияние на развитие всей радиоэлектронной и электротехнической промышленности не только в Японии, но и во всем мире.

Коносукэ Мацусита родился 27 ноября 1894 года в семье мелкого землевладельца Масакусу Мацусита в маленькой деревне Васамура (сейчас является частью г. Вакаяма) в префектуре Вакаяма. Коносукэ был самым младшим ребенком в семье, на то время у него уже было пять сестер и три брата. Судьба не баловала Коносукэ с детства, несчастья обрушились на семью Мацусита, когда ему было четыре года – его отец в результате неудачных спекуляций лишился

своих рисовых плантаций и всех построек. Семья была вынуждена переехать в маленький дом в г. Вакаяма, а через год (в 1900 г.) от болезни умер один из его старших братьев. В 1901 году, когда Коносукэ пошел в начальную школу, от болезни умирают его второй брат и сестра. В 1902 году его отец переезжает в Осаку, где ему удалось получить работу в частной школе для слепых и глухонемых, а через два года 9-летнему Коносукэ, еще не закончившему четвертый класс, пришлось покинуть школу, попрощаться с матерью и поступить подмастерьем в магазин, торгующий древесным углем и жаровнями в Осаке.

Рабочий день Коносукэ начинался перед рассветом. Он приводил в порядок магазин, чистил жаровни, присматривал за детьми хозяина, и так до поздней ночи. Через год магазин обанкротился, а Коносукэ поступил подмастерьем в другой магазин, торговавший велосипедами. В то время велосипеды были предметами роскоши и поступали из Великобритании. В магазине были оборудованы рабочие места для металлообработки, и Коносукэ быстро научился работать на токарном станке, освоив навыки слесаря.

В магазине велосипедов Goda Bicycle Shop Коносуке проработал пять лет. За это время умер его отец, в 1913 году умерла и его мать Току Мацусита. Впоследствии в разные годы в молодом возрасте умерли и все остальные братья и сестры. Коносуке, несмотря на слабое здоровье, оказался единственным выжившим в семье Мацусита, однако ему суждено было стать одним из самых знаменитых и признанных предпринимателей и менеджеров мира.

В 1910 году Коносуке покидает магазин велосипедов и поступает на работу в компанию Osaka Electric Light Company в качестве помощника монтера по внутренней электропроводке. После победы Японии в войне с Россией 1905 года Осака начала стремительно преобразовываться, электричество уверенно заменяло газ, появились первые трамваи. Через год Коносуке уже был техником по установке – самым молодым (в 15 лет) на этой должности в компании. Работая в Osaka Electric Light на протяжении ряда лет, Коносуке участвовал в переоборудовании театров в кинотеатры, а также занимался монтажом электропроводки в домах состоятельных жителей. Параллельно он посещал занятия в торгово-промышленной школе Кансай в Осаке, закончив обучение в 1914 году.

Во время практической работы по прокладке электрической проводки в зданиях и жилых домах Коносуке столкнулся с необходимостью подключения различных электротехнических приборов в помещения, в которых было освещение, но не было штепсельных розеток. Для этих случаев он разработал собственную конструкцию штепселя, позволяющего подключать электроприборы к сети через ламповые патроны. Коносуке предлагал руководству Osaka Electric Light наладить производство таких штепселей, однако не встретил понимания, что и побудило Коносуке создать собственное предприятие.

К моменту ухода из Osaka Electric Light Коносуке, будучи на хорошо оплачиваемой должности инспектора, был уже женат на Мумено Иуэ (Mumeno Iue), с которой его познакомил сестра (свадьба состоялась 4 сентября 1915 года). В июне 1917 года Коносуке, его жена Мумено и брат жены Тосио Иуэ открыли магазин и мастерскую электротоваров в крошечной двухкомнатной квартирке в восточной части Осаки. Предприятие носило громкое название Matsushita Electric House-

wares Manufacturing Works. Всех сотрудников компании можно увидеть на старой фотографии на Рисунке 1.



Рисунок 1. Все сотрудники компании Matsushita Electric Housewares Manufacturing Works в 1917 году. В заднем ряду слева направо: Коносуке Мацусита, Тосио Иуэ (будущий основатель Sanyo Electric), Мумено Мацусита.

Кроме членов семьи в мастерской над изготовлением штепселей трудились еще два нанятых работника, однако продаж едва хватало на питание. Компания была близка к банкротству; спас положение крупный заказ на 1000 изоляционных монтажных плат для вентиляторов. Выполнение заказа дало возможность перевести производство из квартиры в свое первое отдельное помещение – небольшое двухэтажное строение (Рисунок 2), в котором и начала свою работу будущая корпорация Panasonic.

Первым продуктом, которые начала выпускать новая компания, был штепсель с



Рисунок 2. Первое отдельное помещение будущей корпорации Panasonic.



Рисунок 3. Штепсель с ламповым цоколем.

ламповым цоколем, который он разработал, еще работая в Osaka Electric Light (Рисунок 3). Необычный для наших глаз способ подключения электроприборов к сети объясняется довольно просто: в те времена электричество в домах использовалось в основном для освещения, а тарифы энергетических компаний для освещения (не только в Японии) были ниже, чем для других целей, поэтому приборы с небольшой мощностью, например, вентиляторы, было выгодно подключать к осветительным сетям через ламповые патроны. В первые годы работы предприятия Коносуке разработал целый ряд электротехнических изделий, таких как ответвители, двойники/тройники, переходники, удлинители и другие полезные в быту изделия электротехники. Для примера, на Рисунке 4 показан ответвитель для подключения



Рисунок 4. Ответвитель для подключения двух ламп к одному патрону.



Рисунок 5. Удлинитель для подключения электроприборов через ламповые патроны.

двух ламп к одному патрону (1920 г.), на Рисунке 5 – удлинитель для подключения электроприборов через ламповые патроны (1920 г.).

В 1920 году, когда персонал компании состоял уже из 28 сотрудников, Коносуке зарегистрировал первый логотип и товарный знак компании в виде перечеркнутой стрелой буквы М в окружении широкого алмаза (Рисунок 6). Для него этот знак символизировал преодоление любых препятствий и достижение цели. Этот знак, но уже без стрелки, до сих пор наносится на некоторые продукты компании, например, на некоторые микросхемы и транзисторы. В том же году Коносуке открыл филиал компании в Токио.



Рисунок 6. Первый логотип и товарный знак компании.

После окончания Первой мировой войны японская промышленность развивалась так быстро, что рабочая сила оказалась в дефиците, а профсоюзы резко усилили свою роль в отношении защиты прав рабочих. Другим негативным фактором в области производства изоляционных электротехнических материалов была осуществлявшаяся многими компаниями практика соблюдения полной коммерческой тайны технологии про-

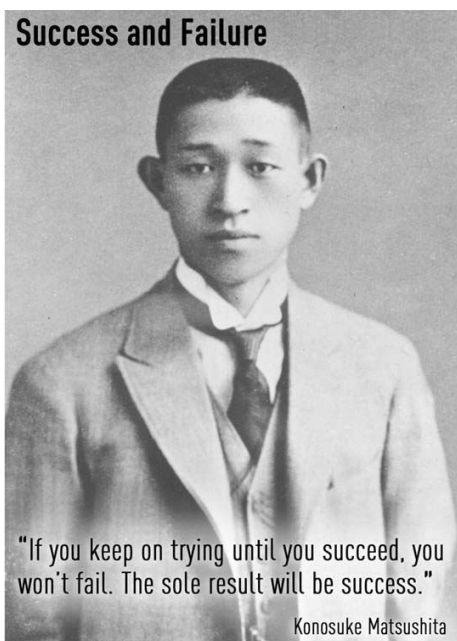


Рисунок 7. Коносуке в 1920-годы.

изводства. Допуск к основам технологии получали только некоторые доверенные сотрудники. Коносуке решил действовать по-другому, он разработал концепцию «Hochi-Kai», предполагавшую установление «духа лояльности» сотрудников. Все его 28 рабочих и он сам стали «единомышленниками» без производственных тайн внутри коллектива. Коносуке в 1920-годы показан на Рисунке 7. (Девиз на фото: «Достижения и неудачи», «Пока вы пытаетесь добиться успеха, то не потерпите неудачу. А единственным результатом станет успех»).

Энтузиазм по поводу разработки новых продуктов у Коносуке был так велик, что возле кровати он держал карандаш и бумагу, чтобы записывать идеи, пришедшие ему во сне. Одна из таких идей реализовалась при разработке велосипедной фары.

В 1923 году Коносуке принял решение о начале производства инновационного на то время продукта – усовершенствованных велосипедных фар. Существующие батарейные образцы работали не больше трех часов и не пользовались спросом у населения. Коносуке разработал аккумуляторную фару пулеобразной формы, работавшую более чем в 10 раз дольше существующих (Рисунок 8). Однако репутация батарейных фар как негодного товара стойко сложилась и у покупателей, и у продавцов. Оптовики и магазины отказывались покупать новые фары Мацуситы. Тогда Коносуке пошел на риско-



Рисунок 8. Аккумуляторная фара для велосипеда.

ванный шаг, отдал лампы в продажу бесплатно, с условием оплаты только в том случае, если они оправдают заявленный срок службы, и дело сдвинулось с мертвой точки – заказы пошли потоком. А в 1925 году было заключено соглашение с торговой компанией Yamamoto на эксклюзивную продажу велосипедных фар Мацуситы под торговой маркой «Excel» – первым брендом Matsushita Electric. Однако из-за разногласий с Такенобу Ямомото (владельцем Yamamoto) договор просуществовал недолго.

Продажи новой модели батарейной лампы квадратной формы начались в 1927 году под брендом «National», который Коносуке «извлек» из английского слова «международный» (international), символизирующим товары для народа. Квадратные лампы «National» в течение первого года продавались по 30,000 штук в месяц. В том же году в компании было создано подразделение нагревательных приборов, которое возглавил Тетсуджиро Накао, впоследствии разработавший множество инновационных продуктов Panasonic. В то время бытовые электронагреватели, как и радиоприемники, были



Рисунок 9. Утюг «Super-Iron».

дороги и недоступны большей части населения. Например, утюги стоили порядка 5 йен при годовой зарплате учителя начальной школы в 50 йен. Коносуке поставил цель – добиться снижения цены таких приборов не менее чем на 30%. Это было возможно только при выпуске не менее 10,000 изделий в месяц, а реализация таких количеств приборов была связана с немалым риском. Тем не менее, первый массовый продукт Matsushita – утюг «Super-Iron» (Рисунок 9) – получил широкое распространение. Следующим массовым продуктом компании стал электронагреватель для ног с термостатом, рекламный плакат которого изображен на Рисунке 10.



Рисунок 10. Рекламный плакат электронагревателя для ног с термостатом.

Большое значение Коносуке уделял и информационной поддержке деятельности компании. В 1927 году он учредил два специализированных журнала – «Matsushita Electric Monthly» – для розничной продажи в магазинах, реализующих продукцию компании, и «HoichiKai» – для улучшения взаимопонимания среди сотрудников компании.

Несмотря на финансовый кризис, компания продолжала быстро развиваться и расширять номенклатуру выпускаемой продукции. Число сотрудников превысило 300 человек, а ежемесячная прибыль выросла до 100,000 йен. Коносуке, вначале считавший деятельность компании сугубо частным делом, стал задумываться о ее роли в обществе. В марте 1929 года компания сменила название на Matsushita Electric Industrial Works, а Коносуке сформировал «Цели управления» и «Кredo компании», выразившиеся в семи принципах, которых компания придерживается на протяжении многих лет. В сокращенном виде эти цели выглядят следующим образом: «уделять пристальное внимание гармонии между прибылью и социальной справедливостью, стремиться развивать национальную промышленность, способствовать прогрессу и содействовать благосостоянию общества».

Крах Нью-Йоркской фондовой биржи 24 октября 1929 года вызвал панику в финансовых кругах по всему миру, в Японии началась рецессия, продажи Matsushita Electric также существенно снизились, а на складах скопился большой запас непроданных товаров. Управляющие производством не видели другого выхода из ситуации, кроме как увольнения работников, однако Коносуке решил по-другому – вдвое сократить производство, рабочих не увольнять и оставить им прежнюю зарплату. Он также предложил всем сотрудникам приложить усилия для реализации складских запасов. Это сработало, и через два месяца все произведенные товары компании были распроданы, а производство запущено в полном объеме. **PL**

Литература:

1. Konosuke Matsushita "Not for Bread Alone" («Не хлебом единым»), A Business Ethos, A Matsushita Ethic, PHP Institute, Inc, Kyoto, Tokyo, Japan 1984
2. Коносуке Мацусита «Принципы успеха», Альпина Бизнес Бук, Москва, 2008
3. <https://www.panasonic.com/global/corporate/history/chronicle.html>

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование

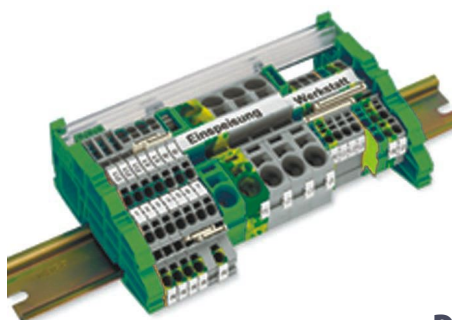


»»» **JOKARI**[®]
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



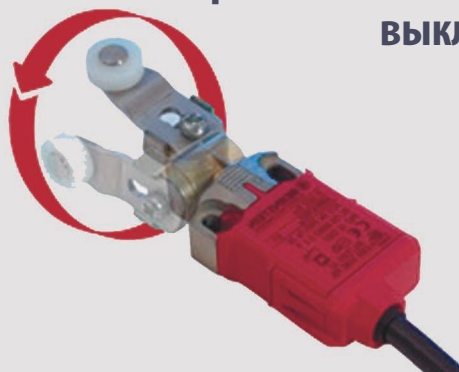
WAGO[®]
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



Контроллер активного выпрямителя со сверхбыстрым откликом и низкой рассеиваемой мощностью

Bin Wu, Analog Devices

Design Note 572

Введение

Контроллер активного выпрямителя LT8672 (с внешним MOSFET) обеспечивает защиту от обратных токов и выпрямление напряжения в источниках питания автомобильного оборудования. Эта функция традиционно выполняется диодами Шоттки, по сравнению с которыми активная защита LT8672 имеет ряд преимуществ:

- Минимальные потери мощности;
- Низкое, предсказуемое, регулируемое падение напряжения 20 мВ.

В LT8672 также включен ряд функций, позволяющих выполнить требования, предъявляемые к шинам питания автомобильного оборудования:

- Защита от обратных напряжений до -40 В;

- Широкий диапазон рабочих напряжений: от 3 В до 42 В;
- Сверхбыстрый переходный отклик, обеспечивающий:
 - выпрямление напряжения 6 В пик-пик на частотах до 50 кГц,
 - выпрямление напряжения 2 В пик-пик на частотах до 200 кГц;
- Интегрированный повышающий преобразователь для драйвера МОП-транзистора, работающий лучше, чем зарядовые насосы.

Законченная схема защиты показана на Рисунке 1.

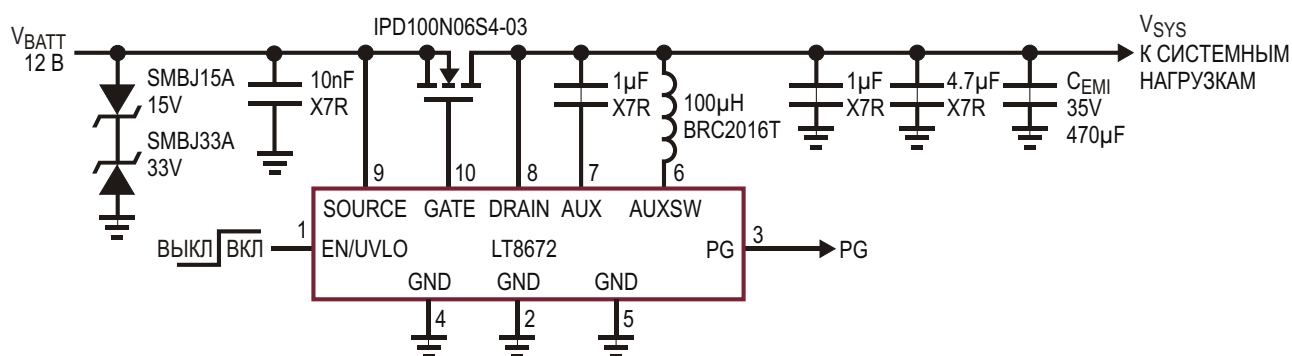


Рисунок 1. Решение для выпрямления и защиты от обратных токов, основанное на микросхеме LT8672.

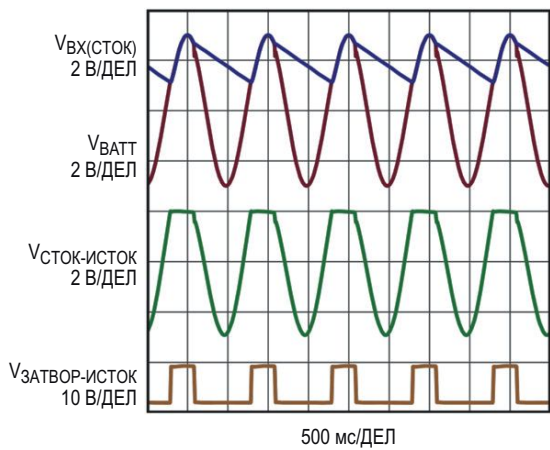


Рисунок 2. Выпрямление входных пульсаций.

Быстрая реакция на пульсации входного напряжения

Автомобильные стандарты, такие как ISO 16750 или LV124, указывают, что электронные блоки управления (ЭБУ) автомобилей могут подвергаться воздействию пульсаций с размахом до 6 В и частотой до 30 кГц, наложенных на напряжение аккумуляторной батареи. Драйвер затвора микросхемы LT8672, управляющий внешним MOSFET, способен выпрямлять пульсации с частотой до 100 кГц, сводя к минимуму обратные токи. Пример выпрямления таких пульсаций показан на Рисунке 2.

Низкая рассеиваемая мощность по сравнению с диодом Шоттки

Для сравнения характеристик LT8672 (при использовании в качестве внешнего MOSFET транзистора IPD100N06S4-03) с решением, основанным на диоде Шоттки (CSHD10-45L), были собраны две макетные схемы, показанные на Рисунке 3. Здесь подключенный к

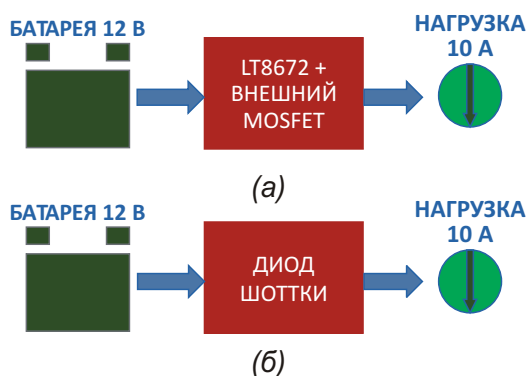
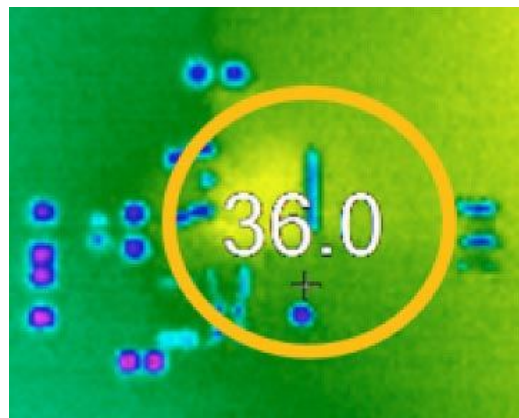
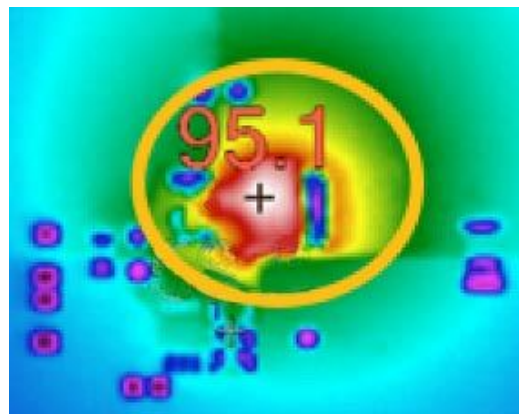


Рисунок 3. Конфигурации систем, использующих микросхему LT8672 (а) и диод Шоттки (б).



(а)



(б)

Рисунок 4. Сравнение термограмм систем, использующих микросхему LT8672 (а) и диод Шоттки (б).

входу 12-вольтовый источник питания имитирует автомобильную батарею, а нагрузка на выходе забирает ток 10 А. Термограммы плат в установившемся режиме для обоих вариантов схемы представлены на Рисунке 4. Без принудительного охлаждения LT8672 демонстрирует прекрасные тепловые характеристики, достигая пиковой температуры всего 36 °С, в то время как схема с диодом Шоттки нагревается до намного более высокой температуры 95.1 °С.

Возможность работы с низким входным напряжением

Схемы, работающие в тяжелых условиях эксплуатации автомобиля, должны сохранять работоспособность во время холодного запуска, когда напряжение аккумуляторной батареи проседает до 3.2 В. В связи с этим многие электронные устройства для автомобилей конструируются с расчетом на минимальное напряжение питания 3 В. Непосто-

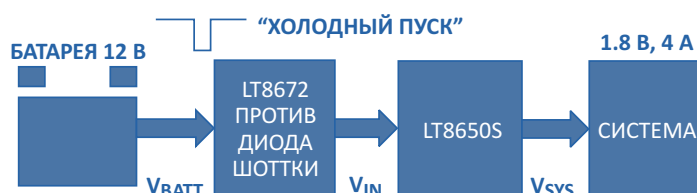


Рисунок 5. Конфигурация лабораторного макета для теста, имитирующего холодный пуск двигателя.

янное прямое падение напряжение на диодах Шоттки может создавать проблемы во время холодного запуска, когда из-за этого падения последующим схемам остается напряжение от 2.5 до 3 В – слишком низкое для работы некоторых систем. Напротив, благодаря регулируемому падению напряжения 20 мВ, решение на LT8672 гарантирует требуемые 3 В, упрощая разработку схемы и повышая надежность системы.

На Рисунке 5 изображена блок-схема лабораторного макета с понижающим преобразователем LT8650S для сравнительного теста, имитирующего холодный пуск двигателя. Выходное напряжение преобразователя установлено равным 1.8 В при постоянном токе нагрузки 4 А и минимальном требуемом входном напряжении 3 В. Результаты представлены осциллограммами на Рисунке 6.

Когда напряжение батареи V_{BATT} падает до 3.2 В, система, управляемая LT8672 (а), поддерживает входное напряжение V_{IN} на уровне выше 3 В, позволяя LT8650S сохранять

выходное напряжение V_{SYS} на стабильном уровне 1.8 В. В то же время в системе с диодом Шоттки (б) входное напряжение V_{IN} микросхемы LT8650S падает ниже минимального рабочего уровня, не давая преобразователю возможности стабилизировать 1.8 В на его выходе V_{SYS} .

Интегрированный повышающий стабилизатор

Во многих альтернативных контроллерах активных выпрямителей для питания драйвера затвора используются зарядовые насосы. Эти решения часто не могут обеспечить достаточного тока заряда затвора и регулировки выходного напряжения, ограничивая частотный диапазон и характеристики продолжительного выпрямления. Интегрированный в LT8672 повышающий стабилизатор гарантирует точное управление напряжением питания драйвера затвора при большом выходном токе.

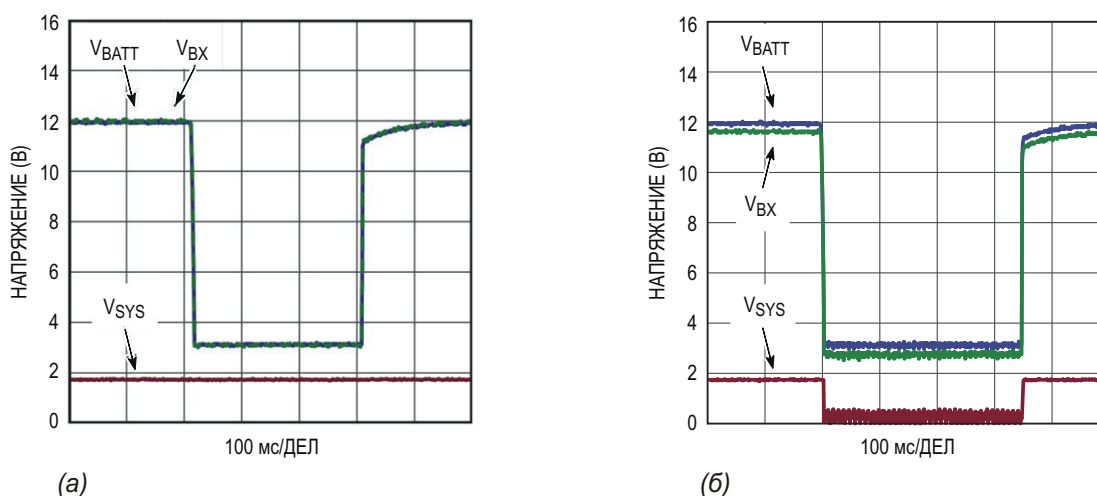


Рисунок 6. Напряжение при холодном пуске двигателя в системах с микросхемой LT8672 (а) и с диодом Шоттки (б).

Заключение

LT8672 способна выпрямлять высокочастотные пульсации автомобильных источников питания. В микросхеме используется интегрированный повышающий преобразователь для питания драйвера MOSFET, намного увеличивающий скорость реакции при выпрямлении по сравнению с решениями, основанными на зарядовых насосах. Микросхема в крошечном 10-выводном корпусе MSOP, рабо-

тающая в очень широком диапазоне входных напряжений и потребляющая ультранизкую мощность, обеспечивает выпрямление и защиту от переполюсовки питания. **PL**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices LT8650S](#)
2. [Datasheet Analog Devices LT8672](#)
3. [Datasheet Central Semiconductor CSHD10-45L](#)
4. [Datasheet Infineon IPD100N06S4-03](#)

Дистанционный термометр на основе кварцевого резонатора с прямой индикацией в градусах Цельсия

Jim Williams u Mark Thoren

EDN

Хотя давно известно, что кристаллы кварца могут служить датчиками температуры, разработчики не использовали преимущества этой технологии из-за того, что в качестве стандартных изделий такие датчики предла-

гались очень немногими изготовителями [1 и 2]. В отличие от датчиков на резистивной или полупроводниковой основе, кварцевые датчики по самой своей природе выдают результат в виде помехоустойчивого цифрового

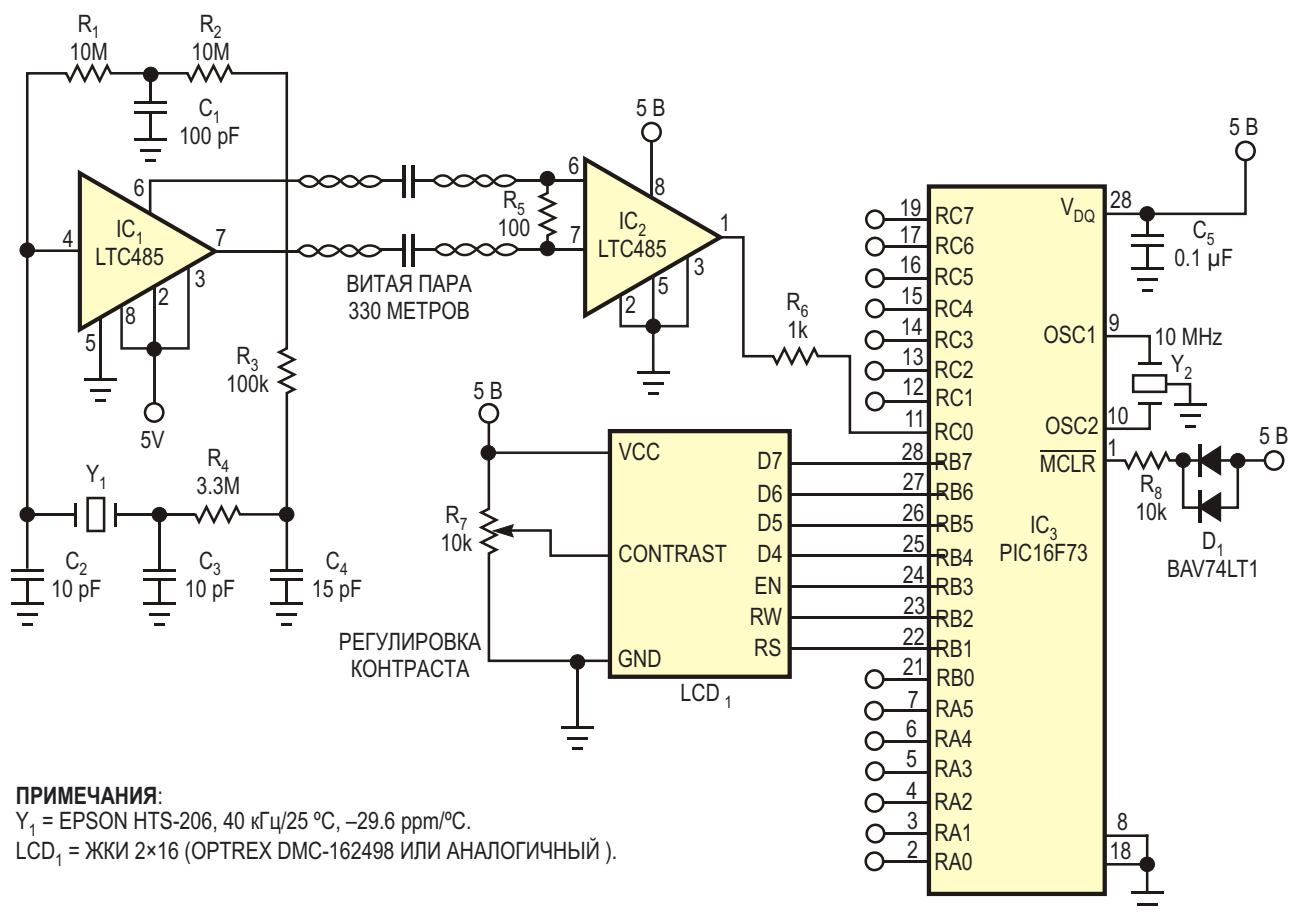


Рисунок 1. Датчик температуры на основе кварцевого резонатора обеспечивает индикацию в градусах Цельсия с точностью 2% в диапазоне температур от -40 °С до +85 °С.

сигнала и имеют хорошую стабильность, отчего идеально подходят для замены удаленных измерителей (Рисунок 1).

Экономичный и легкодоступный кварцевый датчик температуры Y_1 и микросхема LTC485 приемопередатчика интерфейса RS-485 (IC_1), работающая в режиме передачи, образуют кварцевый генератор Пирса. Номинальная частота датчика Epson HTS-206 при температуре 25 °С равна 40 кГц, а температурный коэффициент составляет $-29.6 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$. Частотно-кодированный сигнал температуры на выходах дифференциального приемопередатчика линии может передаваться по кабелю с витыми парами на расстояние до 330 м.

Вторая микросхема LTC485 (IC_2), используемая в режиме приема, принимает дифференциальные данные и в форме несиммет-

ричного сигнала передает их в микроконтроллер PIC16F73 (IC_3), который преобразует частотно-кодированный сигнал и отображает результат в градусах Цельсия на жидкокристаллическом индикаторе. **РЛ**

Ссылки

1. Benjamin, Albert, "The Linear Quartz Thermometer—A New Tool for Measuring Absolute and Differential Temperature," Hewlett-Packard Journal, March 1965.
2. Williams, Jim, "Practical Circuitry for Measurement and Control Problems," Application Note 61, August 1994, Linear Technology Corp.

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC485](#)
2. [Datasheet Microchip PIC16F73](#)
3. [Datasheet Seiko Epson HTS-206](#)

Загрузки

[Исходный код программы преобразования](#)



Управляемый фазосдвигатель для частоты 70 МГц

Nick Ierfino

Electronic Design

Во многих ситуациях для того, чтобы обеспечить правильную работу определенных схем, разработчикам требуется управлять фазой выходного сигнала. На низких частотах для сдвига фаз можно использовать операционный усилитель. Но когда частота приближается к ВЧ диапазону, управление фазой выходного сигнала несколько усложняется.

Рисунок 1 демонстрирует пример схемы, с помощью которой можно изменять фазу на более высоких частотах. 70 МГц были выбраны произвольно – схема может работать с любой частотой. Красота этой схемы заклю-

чается в том, что с помощью микроконтроллера можно создать калибровочную таблицу, а для установки управляющего напряжения использовать цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).

На изменение управляющего постоянного напряжения варикап D1 реагирует изменением емкости. На выходе схемы, соответственно, устанавливается сигнал с фазой, отличной от фазы входного сигнала. Зависимость разности фаз от величины управляющего напряжения показана в Таблице 1.

Схема имеет низкий выходной импеданс, что необходимо учитывать при ее подключе-

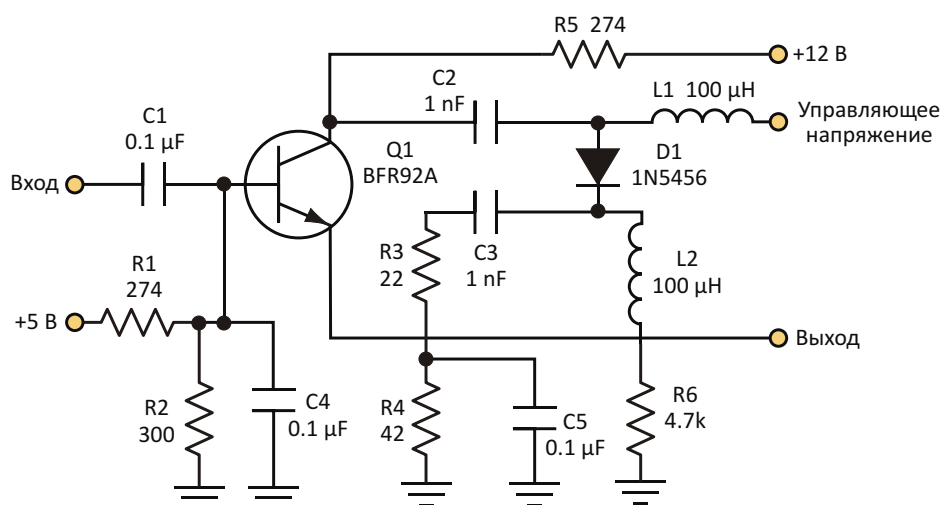


Рисунок 1. Приложенное к этой схеме постоянное напряжение предсказуемым образом изменяет емкость диода. Это позволяет управлять сдвигом фаз между входным и выходным сигналами.

Таблица 1. Зависимость разности фаз от управляющего напряжения

Управляющее напряжение (В)	Разность фаз (градусов)
1	70
4	60
8	52
12	45
16	40
24	30
30	20

нии к другим устройствам. Чтобы обеспечить полный и точно управляемый сдвиг фаз на 360° , несколько таких схем можно включить каскадно. Обратите внимание, что на емкость варикапа 1N5456 влияют изменения температуры, поэтому для использования этой схемы в практических условиях требуется очень тщательная калибровка. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet NXP BFR92A](#)
2. [Datasheet New Jersey Semiconductor 1N5456](#)

Драйвер цепочки мощных светодиодов из доступных компонентов

TA Babu

EDN

Мощные светодиоды ставят перед инженерами сложные задачи разработки схем драйверов, в которых при максимально возможной простоте сочетались бы высокая точность и эффективность. Как правило, для точного токового управления цепочками мощных светодиодов требуются специальные импульсные регуляторы. В этой статье описан более простой, но такой же хороший способ, основанный на использовании вездесущей микросхемы 555.

В показанной на Рисунке 1 схеме преобразователя выводы 2 и 6 микросхемы IC₁ соеди-

нены вместе, что позволяет устройству перезапускать себя в каждом цикле. Таким образом, схема работает как автоколебательный генератор. В каждом цикле конденсатор C₂ заряжается через времязадающий резистор R₁ и разряжается через резистор R₂. Конденсатор заряжается до $\frac{2}{3}$ напряжения питания – порогового уровня верхнего компаратора – за время $0.693(R_1C_2)$ и разряжается до $\frac{1}{3}$ напряжения питания – порогового уровня нижнего компаратора – за время $0.693(R_2C_2)$. Общий период колебаний генератора T равен $0.693(R_1+R_2)C_2$.

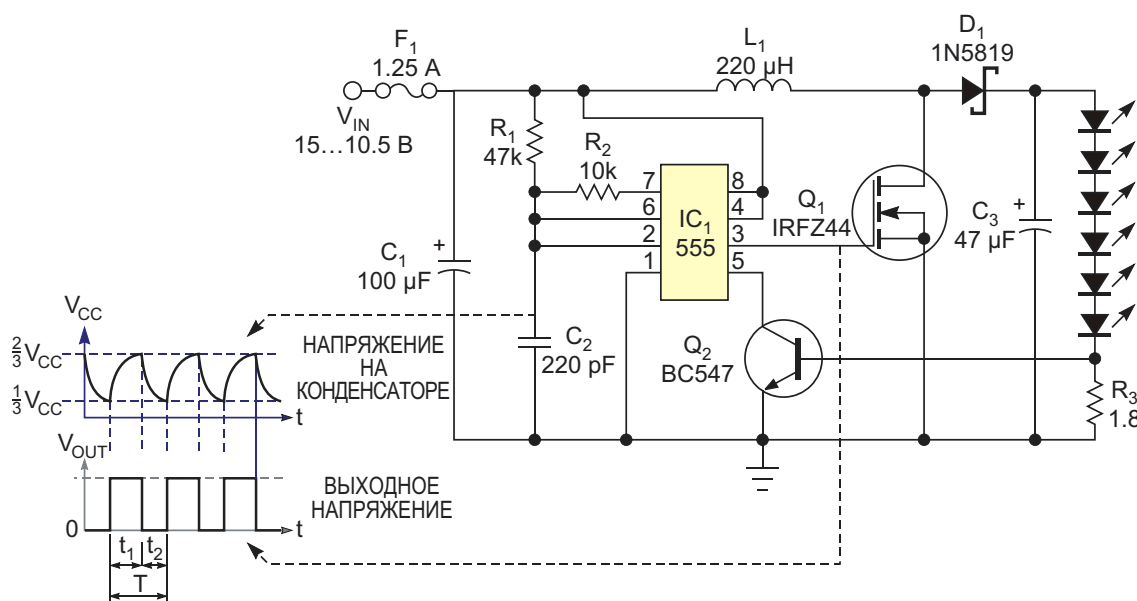


Рисунок 1. В схеме, управляющей последовательной цепочкой светодиодов, использован автоколебательный генератор на таймере 555.

Когда транзистор открыт, энергия накапливается в дросселе L_1 . После выключения транзистора накопленная энергия передается в конденсатор C_3 через диод Шоттки D_1 .

Для расчета индуктивности дросселя можно использовать приведенные ниже формулы. Выбор дросселя зависит от входного и выходного напряжения, максимального тока, частоты переключения и наличия стандартных значений индуктивности. Как только узнаете индуктивность, вы можете выбрать диод и конденсатор.

MOSFET Q_1 определяет коэффициент заполнения согласно следующей формуле:

$$D = 1 - \frac{V_{INMIN}}{V_{OUT}}$$

где

V_{INMIN} – минимальное выходное напряжение,
 V_{OUT} – требуемое выходное напряжение,
 η – КПД преобразователя, оцениваемый в 80%.

Средний ток дросселя равен

$$I_{LAVG} = \frac{I_O}{1 - D},$$

где

I_{LAVG} – средний ток дросселя,
 I_O – выходной ток.

Пиковый ток дросселя равен

$$I_{LPEAK} = I_{AVG} + \frac{I_L}{2},$$

где

I_{LPEAK} – пиковый ток дросселя,
 I_L – изменение тока дросселя.

Предположим, что изменение тока дросселя относительно среднего значения

составляет 25%. Индуктивность L_1 можно вычислить как

$$L = \frac{V_{IN} D}{F_{OSC} I_L},$$

где F_{OSC} – частота генерации. Указанный в справочных данных ток насыщения дросселя должен быть больше пикового тока.

Чтобы обеспечить постоянство яркости свечения светодиодов, необходимо контролировать проходящий через них ток. Выходной ток схемы измеряется резистором R_3 . Когда падение напряжения на резисторе достигает порогового напряжения база-эмиттер Q_2 , транзистор начинает проводить ток, уменьшая время включенного состояния таймера 555.

Ток светодиодов определяется следующим выражением:

$$I_{LED} = \frac{0.6V}{R_{SENSE}},$$

где

I_{LED} – ток светодиода,
 R_{SENSE} – сопротивление токоизмерительного резистора.

Минимальное и максимальное входное и выходное напряжения этой схемы равны 10.5 В и 15 В, соответственно. Напряжение на цепочке светодиодов равно 21 В при токе 350 мА. 6-ваттный драйвер светодиодов может применяться во множестве приложений, включая карманные фонари, садовые светильники на солнечных батареях, автомобильное освещение и велосипедные фары. Использование общедоступных компонентов позволило сделать схему драйвера, простота которой не сказалась на уровне ее характеристик. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments NE555](#)
2. [Datasheet Infineon IRFZ44](#)

Простой LDO стабилизатор на основе оптоизолятора

Marc Ysebaert

EDN

Хотя монолитные LDO стабилизаторы напряжения имеют превосходные динамические характеристики, описанному в этой статье простому регулятору на дискретных компонентах, благодаря своей простоте, найдется применение во множестве приложений. С обычным биполярным транзистором падение напряжения на схеме составляет 0.1 В. Падение напряжения может быть даже меньше, чем при использовании МОП-транзистора. В схеме на Рисунке 1 светодиод оптрона определяет напряжение, равное примерно 1 В, которое добавляется на выходе к напряжению стабилитрона. Наилучшие результаты дает слаботочный стабилитрон, с которым, в зависимости от коэффициента усиления тока транзистора, стабилизация нагрузки начинается от тока менее 1 мА. Для стабилизации напряжения одноэлементной батареи можно снизить выходное напряже-

ние примерно до 1 В, исключив из схемы стабилитрон. Кроме того, чтобы получить возможность регулировки выходного напряжения, стабилитрон можно заменить потенциометром. Другой альтернативой для получения фиксированного выходного напряжения является использование одного или нескольких светодиодов или простого диода Шоттки. Источником опорного напряжения может служить также цепочка светодиодов, которая одновременно будет индикатором правильной работы регулятора.

Собственное потребление схемы на Рисунке 1 равно приблизительно 1 мА, а ограничение выходного тока начинается примерно от 50 мА. При уменьшении сопротивления резистора светодиод будет гореть ярче, выходное напряжение немного вырастет, и пропорционально увеличатся токи потребления и ограничения. В схеме допустимо

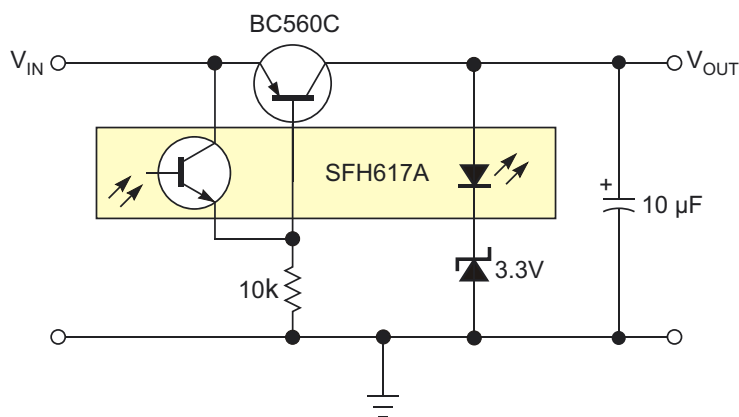


Рисунок 1. Это простая схема с низким падением напряжения регулирует напряжения, превышающие напряжение стабилитрона.

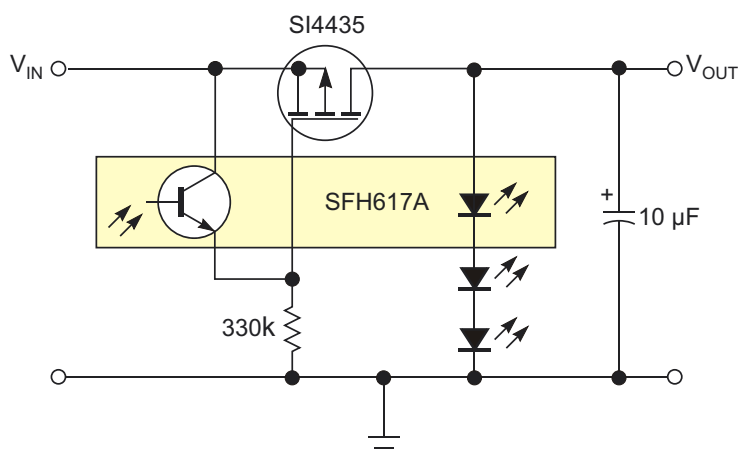


Рисунок 2. При замене стабилитрона светодиодами или диодами можно использовать схему для стабилизации более низких напряжений.

использовать практически любые оптоизоляторы и транзисторы, однако желательно, чтобы коэффициент усиления тока транзистора и коэффициент передачи тока оптрона были большими. При использовании высоковольтного транзистора выходное напряжение может намного превышать значения, доступные для монолитных регуляторов. Если вы хотите увеличить выходной ток схемы и готовы смириться с тем, что падение напряжения на ней увеличится до 0.7 В, используйте транзистор Дарлингтона. Для предупреждения генерации схемы на выходе необходимо включить конденсатор от 10 мкФ до 47 мкФ. Чем выше выходные токи, тем большей должна быть емкость конденсатора. Входной конденсатор этой схеме не нужен.

В схеме на Рисунке 2 биполярный транзистор заменен P-канальным MOSFET, а сопротивление резистора увеличено до 330 кОм. В такой конфигурации схема потребляет порядка 50 мкА, что делает ее пригодной для многих устройств с батарейным питанием. Ограничения тока в этой схеме не происходит. Уменьшение сопротивления резистора до 10 кОм или ниже увеличивает скорость реакции схемы на переходные процессы, что дает возможность визуальной индикации на светодиодах. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Vishay SFH617A](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor BC560C](#)
3. [Datasheet Vishay Si4435](#)

Простой драйвер светодиодов для уличного освещения

Eliot Johnston

EDN

Поддерживать в рабочем состоянии систему низковольтного уличного освещения не так уж просто. Лампы сгорают, а соединения и контакты корродируют. Приемлемой заменой кажутся светодиоды высокой яркости, однако большинство из них выпускается только в корпусах для поверхностного монтажа, не очень подходящих для проекта освещения заднего двора. Кроме того, для многоуровневого освещения придется делать отражатель.

Намного более привлекательны маломощные светодиоды в традиционных корпусах, но нужно иметь способ управления ими. Существует множество микросхем драйверов, однако почти все они тоже предлагаются в корпусах для поверхностного монтажа. Кроме того, их цена может сделать дорогим весь проект. Намного лучше для этого приложения подходит простая двухтранзисторная схема с двумя резисторами, показанная на Рисунке 1.

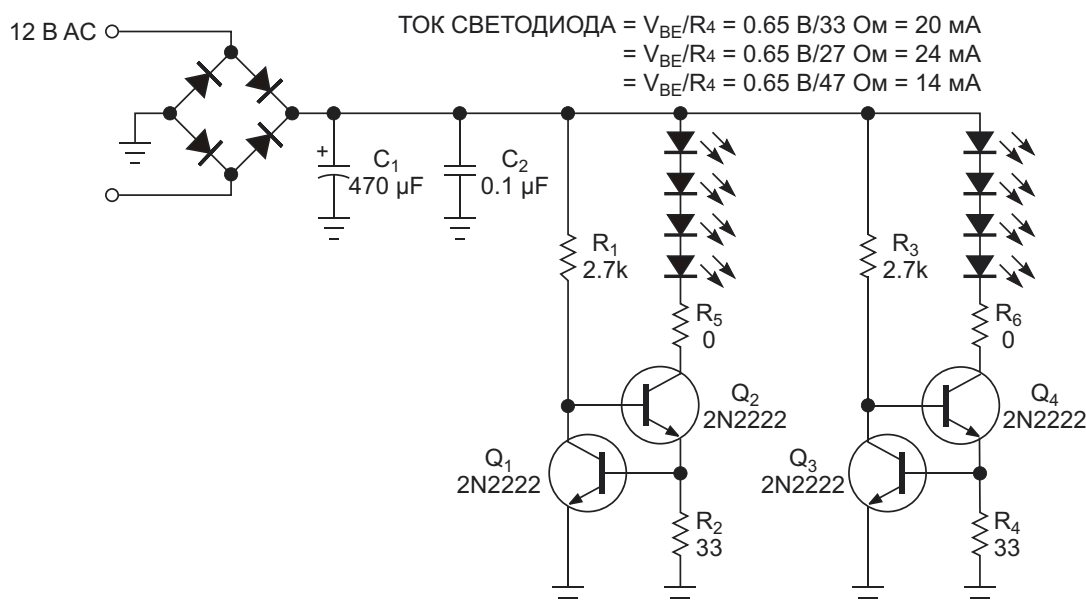


Рисунок 1. Простая схема на двух транзисторах и двух резисторах вполне подходит для приложений уличного освещения.



Рисунок 2. Две одинаковые схемы на круглой печатной плате могут управлять восемью светодиодами, создающими относительно равномерный световой поток.

Два транзистора и два резистора образуют простой источник тока. Напряжение база-эмиттер транзистора Q_1 (V_{BE}) и резистор R_2 определяют ток светодиодов, равный примерно 20 мА. На характеристики светодиодов не оказывает существенного влияния даже 10-процентный разброс номиналов компонентов. В определенной степени критичным является только сопротивление резистора R_2 .

В первоначальной конструкции освещения 7- и 11-ваттная лампы накаливания получали питание от 12-вольтового фотореле времени. Для управления четырьмя белыми светодиодами с прямыми напряжениями около 3.2 В будет вполне достаточно напряжения порядка 15 В, получаемого с помощью мостового выпрямителя и конденсатора фильтра. Чтобы снять часть тепловой нагрузки с основного проходного транзистора, может потребоваться низкоомный резистор R_5 . Однако в

этой схеме Q_2 рассеивает всего около 50 мВт, поэтому вместо R_5 можно просто запаять перемычку, которая на схеме изображена резистором 0 Ом. Две идентичные схемы на круглой печатной плате могут питать восемь светодиодов Cree C535A-WJN с углом излучения 110° , обеспечивая сравнительно однородный световой поток (Рисунок 2).

В существующей осветительной сети используются два трансформатора мощностью по 144 Вт, потребляющих, вероятно, больше энергии, чем новые светодиодные лампы. После замены всех ламп на светодиоды рассеиваемая мощность примерно с 200 Вт должна снизиться до 20 Вт. Затем надо соединить две светодиодные цепочки вместе, а один из трансформаторов удалить. Вместо переменного напряжения 12 В к проводам можно подключить напряжение постоянного тока 15 В, разместив выпрямитель в корпусе трансформатора 120 В.

Для защиты от влаги необходимо покрыть устройство аэрозольным лаком для автомобилей. Тогда эта схема должна прослужить более 10 лет. Проблемы с надежностью обусловлены только контактной коррозией. Коррозия, как правило, повреждает контакт в месте соединения основного провода с самой лампой. Поэтому чтобы сделать устройство более надежным, следует припаять провода непосредственно к печатной плате. Не забудьте защитить каждое соединение каким-нибудь силиконовым клеем-герметиком, вулканизирующимся при комнатной температуре. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Cree C535A-WJN](#)

Простая схема превращает осциллограф и генератор в характернограф для полевых транзисторов

Bill Reeve

Electronic Design

Коммерческие характернографы существуют уже много десятков лет. Разработчики, которым эти приборы недоступны, могут собрать простую схему, способную с помощью функционального генератора и осциллографа формировать графики передаточных (проходных) и выходных характеристик полевых транзисторов с р-п перехо-

дом. Кроме того, схема может управляться компьютером, чтобы программно отображать и регистрировать результаты измерений.

Используя эти графики, разработчики могут подбирать пары транзисторов, определять их крутизну и выходное сопротивление, чтобы точно установить напряжения в усилителях на полевых транзисторах. Эти

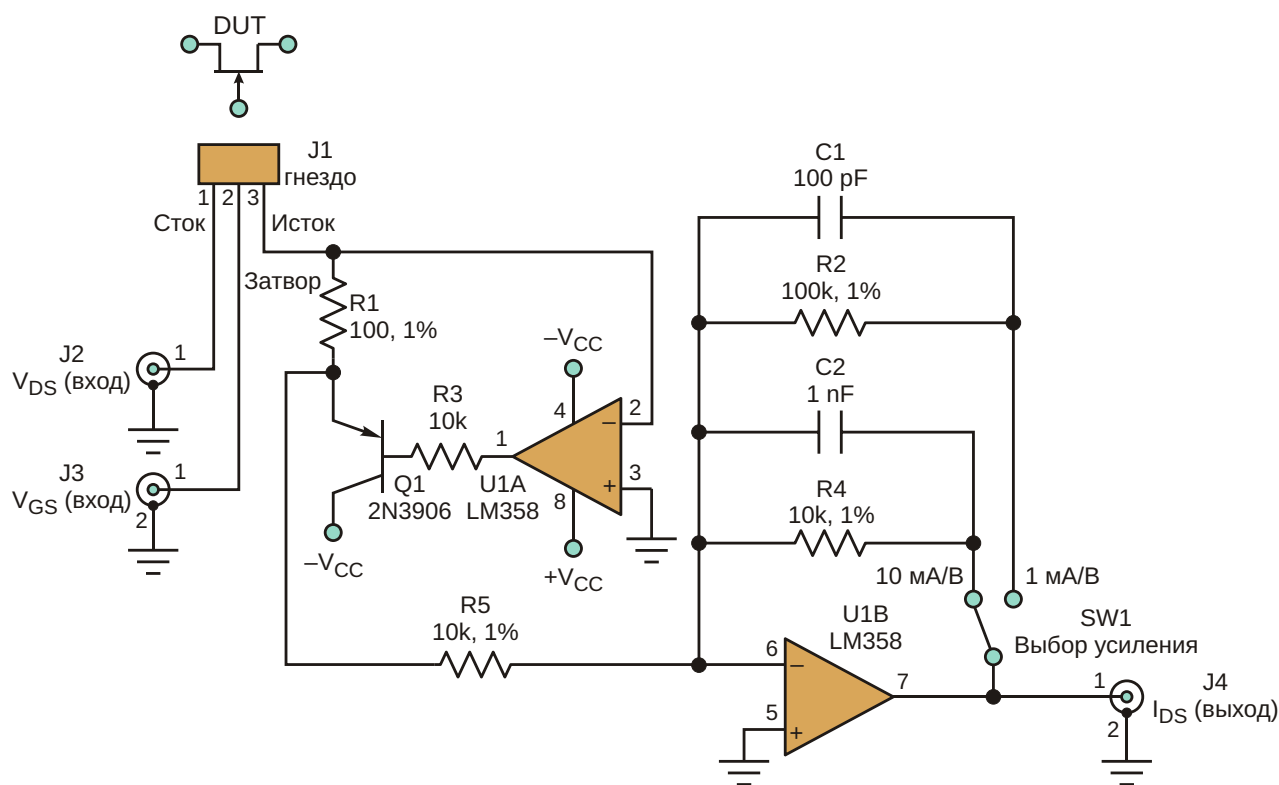


Рисунок 1. Схема характернографа представляет собой простой трансимпедансный усилитель, преобразующий ток I_{DS} проверяемого устройства в выходное напряжение.

кривые полезны также потому, что параметры полевых транзисторов имеют очень большой производственный разброс, даже в пределах одной партии приборов, а также потому, что в справочных материалах в одних случаях могут быть представлены комбинации типичных зависимостей, а в других графики каких-либо зависимостей могут вообще отсутствовать.

Схема формирует две кривых, описывающих поведение полевого транзистора. График передаточной характеристики отображает зависимость тока сток-исток (I_{DS}) от напряжения затвор исток (V_{GS}) при фиксированном напряжении сток-исток (V_{DS}), а выходная характеристика показывает зависимость тока I_{DS} от напряжения V_{DS} при фиксированном напряжении V_{GS} .

Схема представляет собой простой трансимпедансный усилитель, преобразующий ток I_{DS} проверяемого устройства (DUT) в выходное напряжение (Рисунок 1). С помощью операционного усилителя (ОУ) U1A напряжение на истоке тестируемого транзистора поддерживается равным нулю. Это происходит за счет тока I_{DS} проверяемого транзистора, падение напряжения от которого на резисторе R1 создает отрицательное смещение на эмиттере Q1, равное $I_{DS} \times R1$. Операционный усилитель U1B инвертирует это напряжение и буфе-

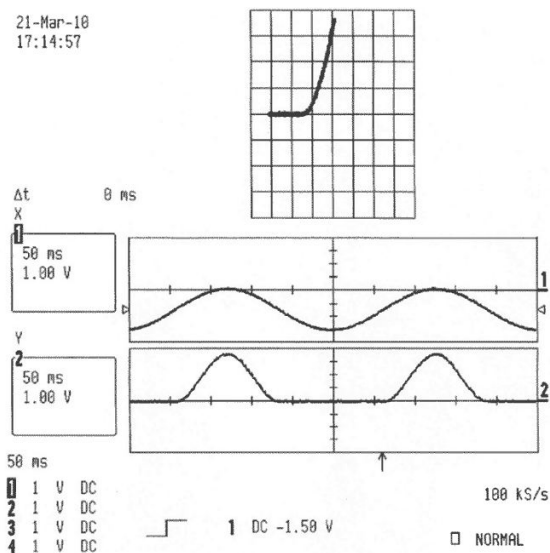


Рисунок 2. Пример передаточной функции n-канального полевого транзистора 2N5457 на графике XY (в верхней части рисунка). График основан на зависимости от времени напряжения V_{GS} (канал 1) и тока I_{DS} (канал 2). Напряжение V_{DS} здесь поддерживается на уровне 0 В.

ризует его для вывода на осциллограф с масштабом 1 мА или 10 мА на вольт.

Скриншот экрана осциллографа на Рисунке 2 демонстрирует передаточную характеристику n-канального полевого транзистора 2N5457. На нижней половине экрана видна стандартная развертка напряжения во времени, а на верхней – те же данные, представленные в виде графика XY. На верхней осциллограмме (канал 1) напряжение V_{GS} – это синусоидальный сигнал с выхода функционального генератора, изменяющийся между уровнями 0 и –2.5 В.

Выходное напряжение схемы пропорционально току I_{DS} (канал 2, нижняя осциллограмма), величина которого изменяется от 0 до 3 мА. В этом случае напряжение V_{DS} устанавливается равным 15 В. График в координатах XY представляет передаточную кривую полевого транзистора, из которой можно определить ток I_{DS} и напряжение отсечки, составляющие 3 мА и –1.25 В, соответственно.

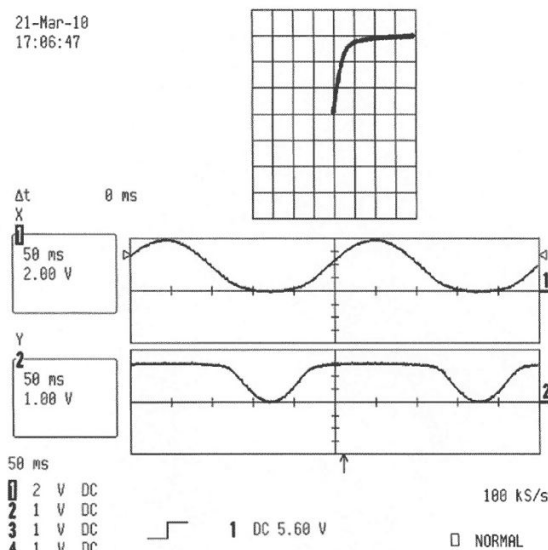


Рисунок 3. Здесь показан график другой характеристики транзистора – выходной. Канал 1 осциллографа отображает напряжение V_{DS} , а канал 2 – ток I_{DS} . В этом случае напряжение V_{GS} остается равным 0 В.

Осциллограммы на Рисунке 3 показывают выходную характеристику для того же полевого транзистора. Синусоидальное напряжение V_{DS} , получаемое от генератора функций (канал 1, верхняя осциллограмма), изменяется между уровнями 0 и 8 В. Ток I_{DS} полевого транзистора (канал 2, нижняя осциллограмма), меняется в диапазоне от 0 до 3 мА. При этом напряжение V_{GS} остается равным 0 В.

График ХУ на Рисунке 3 представляет одну из выходных характеристик полевого транзистора. Точка перегиба характеристики, где кривая из почти линейной превращается в почти плоскую, соответствует напряжению отсечки V_{PO} . Крутизна наклона «почти плоской» части кривой обратно пропорциональна выходному сопротивлению полевого транзистора.

Область слева от V_{PO} называют «омической» областью, где полевой транзистор может использоваться как переменный резистор. Область справа от V_{PO} соответствует режиму «насыщения» транзистора, в котором ток стока управляется напряжением V_{GS} .

Сформировать семейство выходных характеристик можно, меняя V_{GS} от нуля до напряжения отсечки, которое для данного устройства равно -1.25 В.

Если вы испытываете только n-канальные полевые транзисторы, между входом V_{DS} и землей можно включить диод Шоттки, который защитит транзистор от неправильной полярности напряжения на затворе. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LM358](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor 2N5457](#)

Использование универсального дифференциального драйвера АЦП для управления ВЧ коммутатором

John Ardizzoni

EDN

Предназначенная для использования в качестве быстродействующего драйвера 12-разрядных АЦП, микросхема AD8137 может управлять арсенид-галлиевыми (GaAs) монолитными микросхемами однополюсных переключателей и радиочастотными коммутато-

рами на PIN-диодах, предлагая дешевую и универсальную альтернативу традиционным драйверам ключей. Типовое время переключения этой схемы, составляет от 7 до 11 нс, включая задержки распространения сигналов в драйвере и в радиочастотной нагрузке.

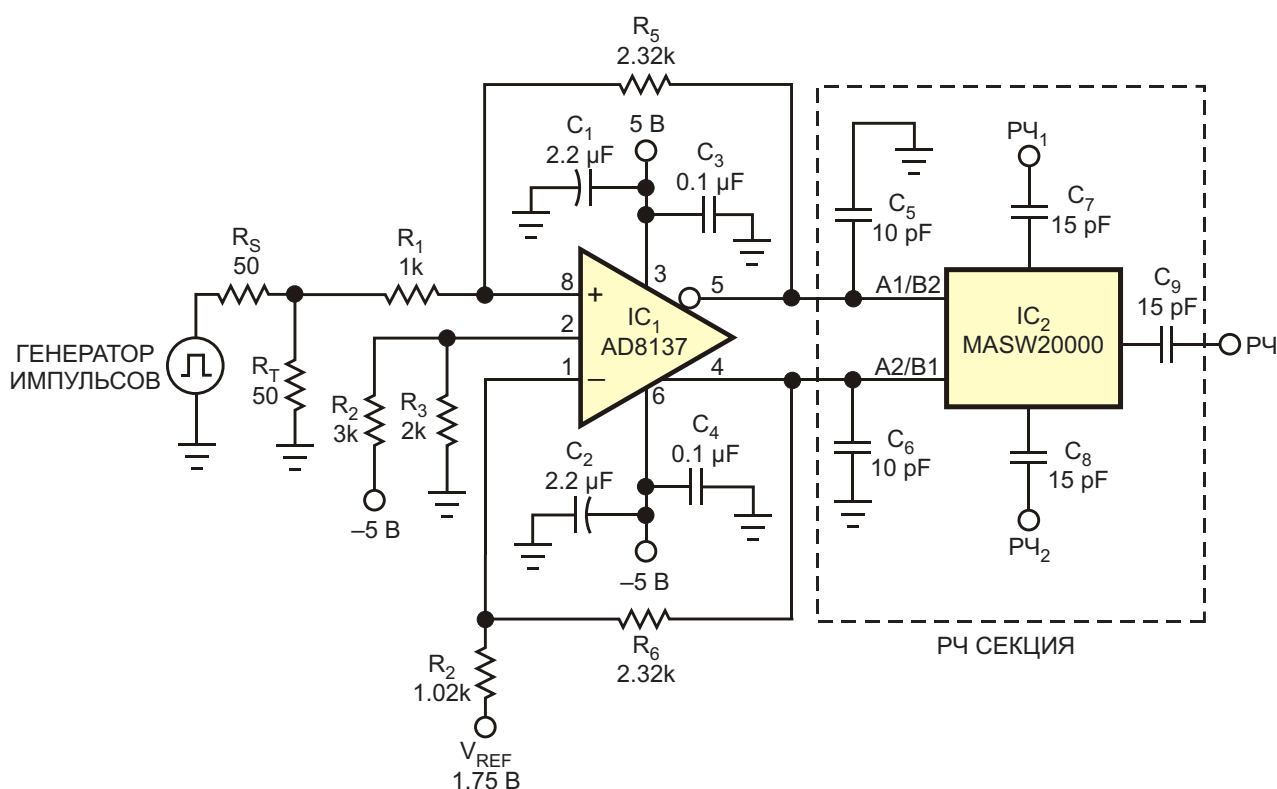


Рисунок 1. Драйвер АЦП IC₁ преобразует несимметричный сигнал с уровнями ТТЛ в дифференциальный сигнал для GaAs радиочастотного коммутатора IC₂.

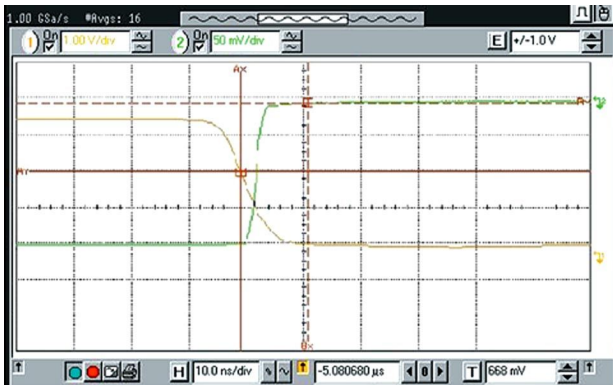


Рисунок 2. Вертикальные курсоры показывают, что время включения драйвера GaAs коммутатора равно приблизительно 5 нс.

Схема драйвера GaAs переключателя (Рисунок 1) преобразует несимметричный сигнал ТТЛ с уровнями от 0 до 3.5 В в дифференциальный выходной сигнал 0 ... 4 В. Делитель напряжения, образованный 50-омным сопротивлением источника, резистором R_S и согласующим резистором R_T , ослабляет сигнал на 50%. Для компенсации этого ослабления схема усиливает входной сигнал приблизительно в 2.3 раза, обеспечивая нужную амплитуду 4 В пик-пик. Кроме того, для правильной работы последующей GaAs микро-

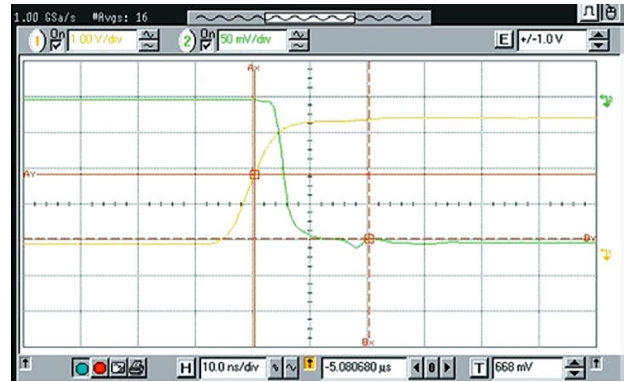


Рисунок 3. Время выключения равно приблизительно 11 нс.

схемы схема сдвигает уровень выхода на -2 В. Коэффициент усиления схемы G равен

$$G = \frac{R_5}{R_1} \frac{R_6}{R_4}. \quad (1)$$

При симметричном выходном сигнале эквивалентные сопротивления резисторов R_1 и R_4 , задающих коэффициент усиления, должны быть одинаковыми. На Рисунке 1 сопротивление резистора R_4 превышает сопротивление R_1 на 20 Ом. Эта разница компенсирует дополнительное сопротивление

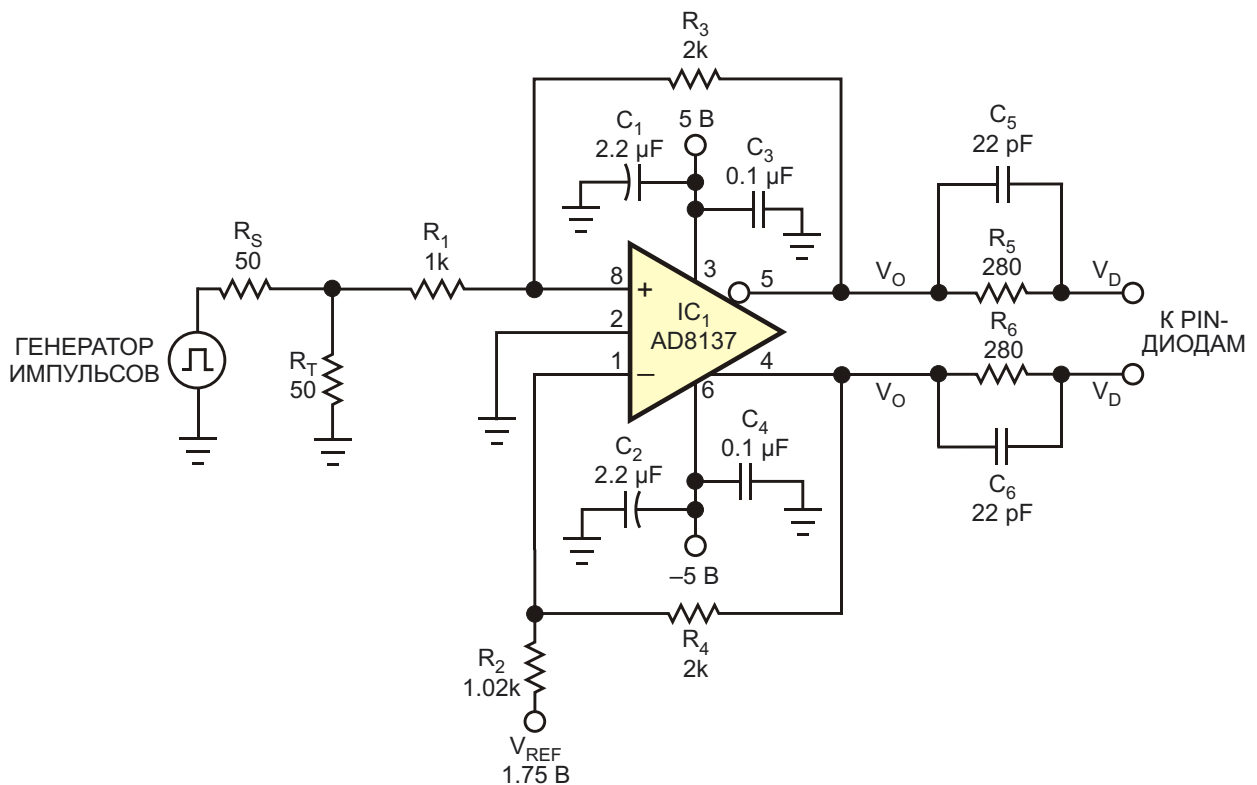


Рисунок 4. Небольшая модификация превращает схему на Рисунке 1 в драйвер переключателя на PIN-диодах.

25 Ом, вносимое параллельной комбинацией сопротивлений источника сигнала R_S и согласующего резистора R_T . Использование R_4 с сопротивлением 1.02 кОм (стандартное значение, ближайшее к 1.025 кОм) гарантирует, что коэффициенты усиления схемы относительно обоих дифференциальных выходов будет примерно одинаковыми.

Вход V_{OCM} микросхемы AD8137 (вывод 2) обеспечивает удобный способ смещения уровня постоянного синфазного напряжения на выходе. В схеме на Рисунке 1 это смещение устанавливается с помощью делителя напряжения R_2 , R_3 равным -2 В. Подключение инвертирующего входа AD8137 к опорному напряжению 1.75 В (V_{REF}) задает среднюю точку входного сигнала, необходимую для правильного переключения входного каскада AD8137.

Из осциллограммы на Рисунке 2 видно, что время включения драйвера GaA коммутатора, отсчитанное между 50% уровня входного сигнала ТТЛ и 90% уровня выходного сигнала, равно приблизительно 5 нс. Время выключения, отсчитанное между 50% уровня входного сигнала ТТЛ и 10% уровня выходного сигнала, как следует из Рисунка 3, составляет примерно 11 нс.

Как показано на Рисунке 4, после совсем незначительных изменений драйвер GaAs переключателя может управлять нагрузками

в виде PIN-диодов, которым требуются как положительные, так и отрицательные токи смещения. Вывод V_{OCM} микросхемы IC₁ подключен к общей шине, чтобы обеспечить симметрию выходных сигналов относительно земли, размах которых после замены резисторов R_3 и R_4 на 2 кОм составил ± 3.5 В при втекающем и вытекающем токах смещения 10 мА. Резисторы R_5 и R_6 устанавливают средний ток PIN-диодов I_{SS} , равный

$$I_{SS} = \frac{V_o - V_D}{R_5}. \quad (2)$$

От емкостей конденсаторов C_5 и C_6 зависят токи инжекции I_S , удаляющие заряды, накопленные в PIN-диодах. При необходимости оптимизировать характеристики переключения диодов ток I_S можно подобрать с помощью формулы

$$I_S = C_5 \frac{dV}{dt}, \quad (3)$$

где dV/dt – скорость нарастания напряжения на выходе драйвера AD8137. [РЛ](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD8137](#)
2. [Datasheet MACOM MASW20000](#)

Повышение КПД дешевых импульсных преобразователей

Peter Demchenko

EDN

В качестве выходных ключей микросхем слаботочных импульсных регуляторов часто используются транзисторы Дарлингтона. В случае применения такой микросхемы КПД преобразования энергии можно улучшить с помощью всего двух недорогих компонентов.

кими входными напряжениями, что обеспечивается повышенным напряжением на коллекторе драйвера.

Емкость конденсатора С1 зависит от частоты переключения. Типичными являются значения от 47 нФ до 150 нФ.

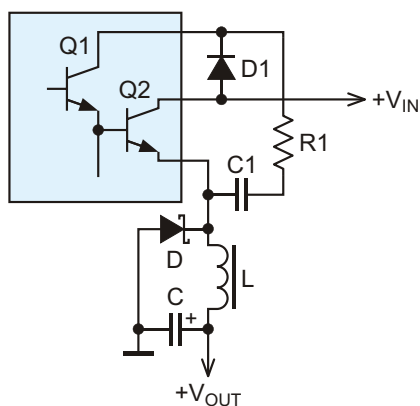


Рисунок 1.

Чтобы это было возможно, микросхема должна иметь отдельный вывод коллектора драйвера Q1 (Рисунок 1). При включении схемы диод D1 создает путь для коллекторного тока Q1. Затем D1 и C1 образуют вольтодобавочный выпрямитель, который увеличивает напряжение коллектора и ток Q1, уменьшая, таким образом, падение напряжения на замкнутом ключе Q2.

Еще одним преимуществом этой схемы является возможность работать с более низ-

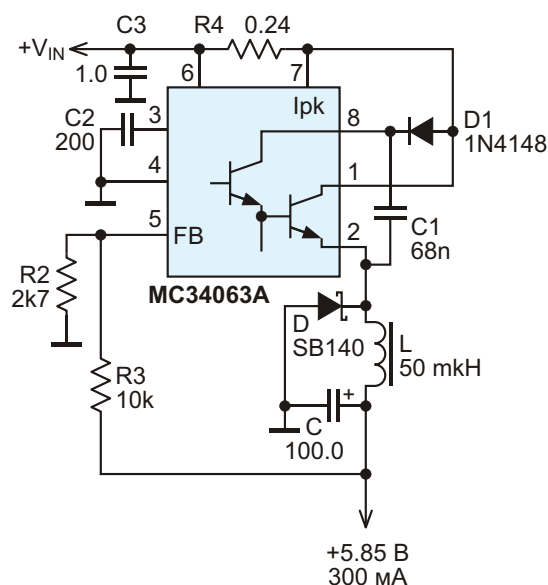


Рисунок 2.

Для исключения глубокого насыщения Q2 или для ограничения коллекторного тока Q1 (в зависимости от входного напряжения и параметров Q1), может потребоваться резистор R1. Во многих случаях этот резистор можно не устанавливать (то есть, $R1 = \infty$).

Пример реализации описанной концепции на популярных микросхемах MC33063/ MC34063 показан на Рисунке 2.

При входном напряжении $V_{IN} = 12$ В и сопротивлении нагрузки 24 В КПД этой схемы составляет 85%, а минимальное входное напряжение равно 7.5 В.

При тех же условиях стандартная схема без элементов С1, D1 и с соединенными выво-

дами 1 и 8 имеет КПД 78% и минимальное входное напряжение 8.2 В.

Этот подход применим и для случая инвертирующей конфигурации преобразователя. **ПЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet ON Semiconductor MC34063](#)
2. [Datasheet Diodes SB140](#)

Простой таймер для выключения вентилятора в ванной комнате

Maxwell Strange

EDN

Забываете выключать потолочный вентилятор в ванной комнате? Сделайте простой таймер, показанный на Рисунке 1. Его можно спрятать от глаз в самом вентиляторе и включать настенным выключателем. Если использовать компоненты, найденные в коробке со старым барахлом, эта схема не будет стоить практически ничего. При включении сети на конденсаторе фильтра C после простого выпрямителя появляется напряжение порядка 7 В. Это напряжение обеспечивает питанием аналоговый таймер LM2905 и одновременно включает его по входу запуска (вы-

вод 1). Вслед за этим уровень напряжения на выходе (вывод 7) становится низким, включается полупроводниковое реле и, соответственно, вентилятор. Время задержки определяется конденсатором C_T с низкими утечками и резистором R_T . При указанных на схеме номиналах компонентов это время составит 1000 секунд, или примерно 17 минут. По истечении времени задержки напряжение на выводе 7 становится высоким, и реле выключается. Для большинства вентиляторов будет вполне достаточно небольшого полупроводникового реле, рассчитанного

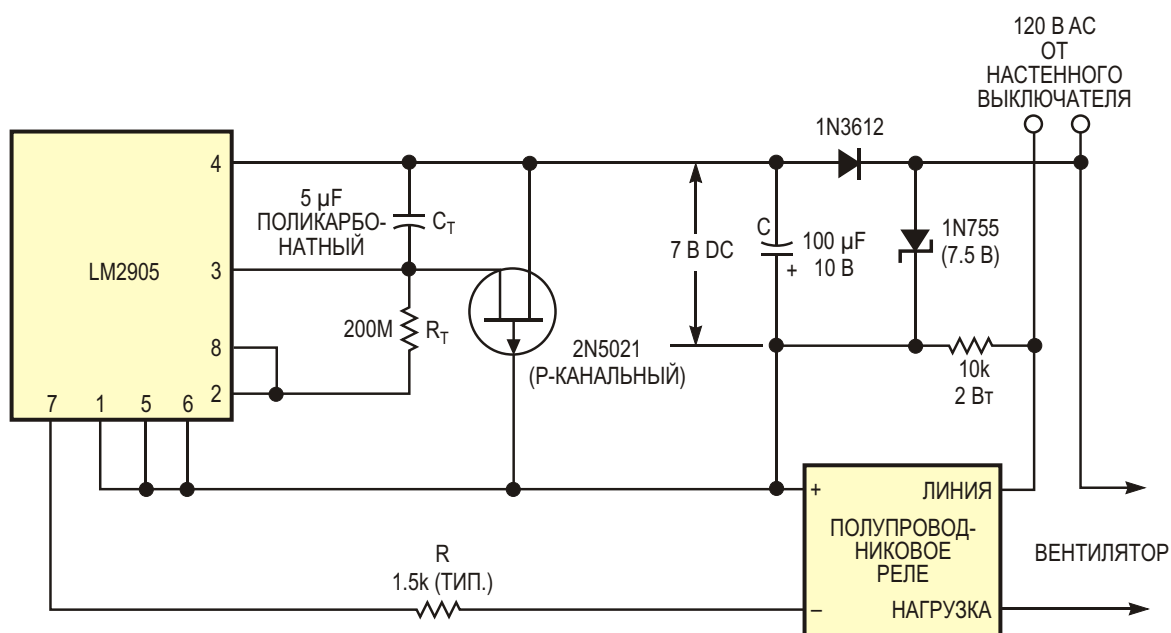


Рисунок 1. Управление питанием вентилятора в ванной комнате с помощью простой схемы задержки.

на ток 0.5 А. Обычно такие реле надежно включаются при напряжении 3 В. При желании погасить избыточное напряжение, чтобы снизить нагрузку на источник питания, можно добавить резистор R.

После выключения питания р-канальный полевой транзистор открывается, быстро разряжая C_T , чтобы немедленно подготовить схему к следующему циклу задержки. Последовательный резистор 10 кОм делает схему безопасной. В худшем случае сетевое напряжение упадет на этом резисторе, на котором будет рассеиваться безвредная мощность 1.4 Вт. Эту схему легко адаптировать под другие приложения. Можно изменить время

задержки или сделать его линейно регулируемым. Можно также переконфигурировать схему так, чтобы после задержки полупроводниковое реле не выключалось, а включалось. Для этого управляющий вход таймера (вывод 8) нужно подключить к выводу 4 вместо вывода 2. Наконец, можно изменить логику работы реле, поменяв местами входы управления. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet National Semiconductor LM2905](#)
2. [Datasheet InterFET 2N5021](#)
3. [Datasheet MCC 1N755](#)
4. [Datasheet Semtech 1N3612](#)

«Нестабильный» ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ИМИТИРУЕТ ПОВЕДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

Giovanni Romeo u Giuseppe Urbinologia

Electronic Design

Этот источник питания может показаться немного странным, поскольку он не стабилизирует ни ток, ни напряжение. Однако он имитирует поведение солнечной панели и может оказаться очень полезным, если в дождливый день вы работаете с устройством, питающимся от солнца.

Эквивалентную схему солнечной панели можно представить генератором тока и несколькими диодами (Рисунок 1а). Ток короткого замыкания зависит от типа элемента и уровня освещения. Напряжение холостого хода зависит от количества элементов в солнечной батарее. Простым способом «усилить» генератор, сохранив характер его вольтамперной характеристики, является использование пары операционных усилителей (Рисунок 1б). Для получения требуемой формы вольтамперной характеристики опорного генератора можно регулировать коэффициенты усиления усилителей А и В.

В рабочей модели для симулятора используются оба параметра эквивалентной схемы (Рисунок 2). Генератор тока на усилителе U1 вырабатывает постоянный ток, который протекает через цепочку диодов D1, D3 и D5 и считывается токоизмерительным резистором R13. Диоды и источник постоянного тока образуют генератор опорного сигнала, показанный на Рисунке 1а. D2, D4, D6 и U2 предназначены для температурной коррекции. На U3 и Q1 сделан выходной усилитель. Ток нагрузки I_{LOAD} считывается шунтом R14.

Оба шунтовых резистора R13 и R14 подключены к нижней шине питания. Это неидеально, но поскольку солнечная панель является плавающим устройством, вся схема должна питаться от источника с плавающим

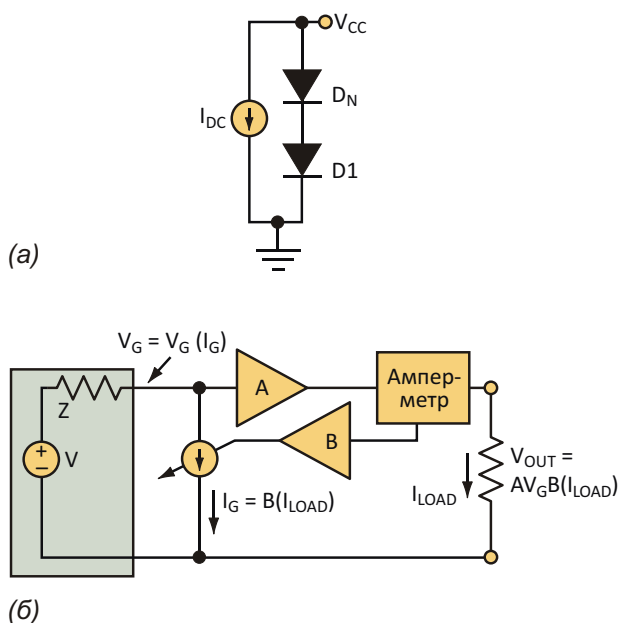


Рисунок 1. Эквивалентная схема солнечной панели содержит генератор постоянного тока (а). Пара операционных усилителей усиливает ток генератора, сохраняя характер вольтамперной характеристики схемы (б).

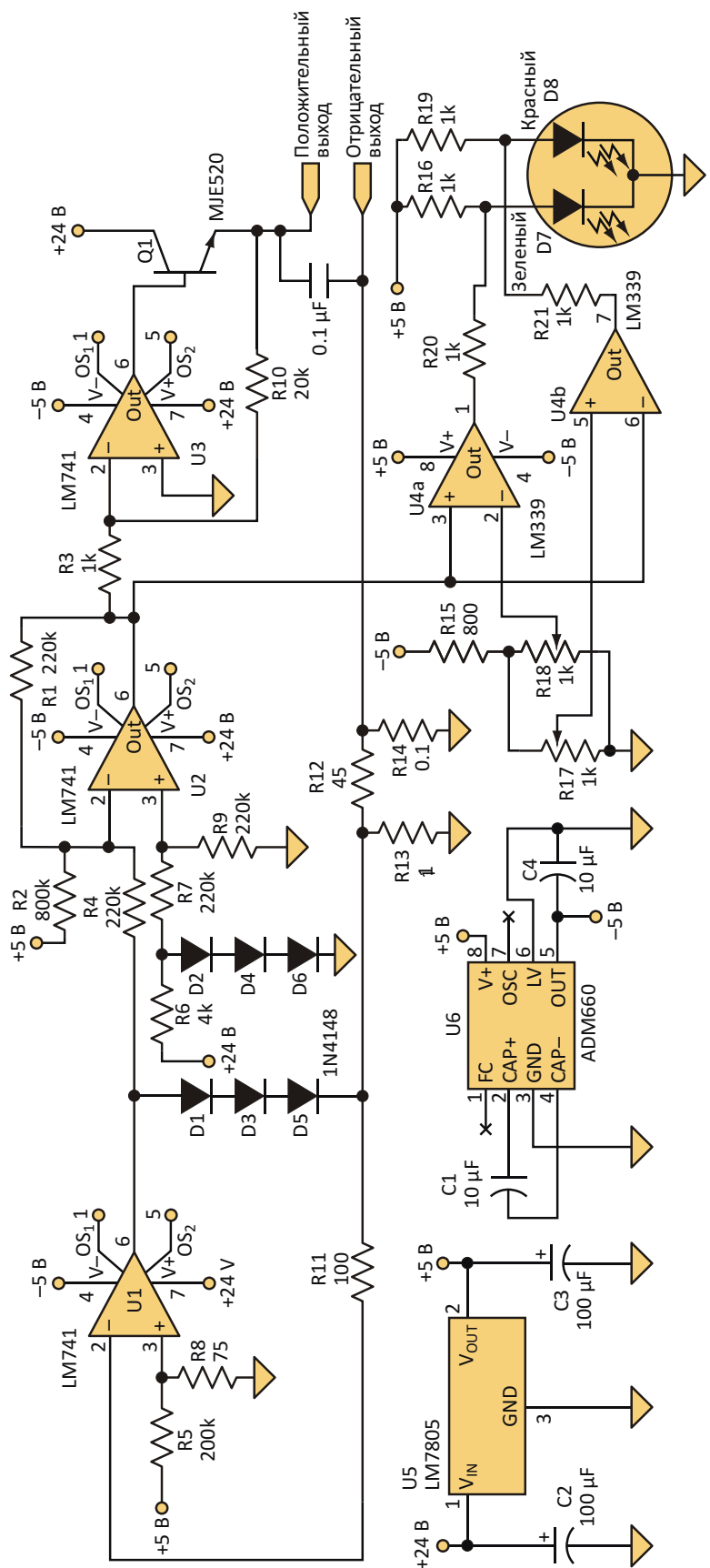


Рисунок 2. В имитаторе солнечной панели используется плавающее напряжение 24 В. Светодиод D7 показывает, является ли нагрузка слишком слабой, слишком большой или близкой к точке максимальной мощности.

напряжением, и шунты в нижней шине работают отлично. Схема имитирует разные батареи, количество элементов в которых (напряжение холостого хода) изменяется настройкой потенциометра R10 (Рисунок 1б). Переменный резистор R12 регулирует ток короткого замыкания (I_{DC} на Рисунке 1а), изменяя коэффициент усиления В. Тип операционного усилителя в этой схеме не критичен, поэтому старый и любимый LM741 можно заменить многими современными счетверенными приборами.

С помощью светодиода D7 схема индицирует условия отбора мощности. Зеленый цвет свечения означает, что нагрузка слишком мала, красный – слишком велика, а оранжевый цвет говорит о приближении к точке

максимальной мощности, указывая на хорошее согласование с имитируемой солнечной батареей. Это полезно для быстрой проверки положения точки максимальной мощности контроллеров заряда.

Светодиод управляется парой компараторов U4a и U4b, которые отслеживают термокомпенсированное напряжение на последовательной цепочке диодов. **ПЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices ADM660](#)
2. [Datasheet Texas Instruments LM393](#)
3. [Datasheet Texas Instruments LM741](#)
4. [Datasheet Texas Instruments LM7805](#)
5. [Datasheet Central Semiconductor MJE520](#)



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Если Вам
небезразличны темы:

- ▶ микроконтроллеры
- ▶ автоматизация
- ▶ силовая электроника
- ▶ светотехника
- ▶ САПР
- ▶ измерения

или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!

РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

Приложение для мобильных устройств (планшетов и смартфонов)



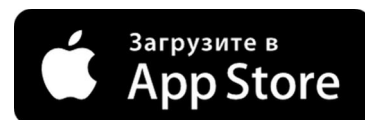
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.magtoapp.viewer.radiolocman>



IOS (IPHONE, IPAD) »
APP STORE



<https://itunes.apple.com/ru/app/radiolocman.zurnal/id1083434484?mt=8>

Устанавливайте приложение и скачивайте!
Доступен весь архив номеров журнала.