

ЖУРНАЛ ДЛЯ ТЕХ, КТО ИНТЕРЕСУЕТСЯ ЭЛЕКТРОНИКОЙ

WWW.RLOCMAN.RU



App Store

Google play

РАДИОЛОЦМАН

ДЕКАБРЬ 2016 (67)



21 Arduino-
совместимая
плата
стандарта
LoRaWAN

Fast Forward Forum 28
от журнала «Elektor»

Простые двухпроводные интерфейсы 54
в микроконтроллерных устройствах

23 Osram представляет
первый в мире широкополосный
инфракрасный светодиод

Ретро микросхемы, 42
которые никогда не умрут



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

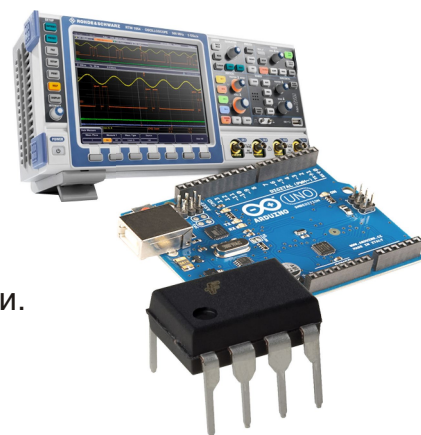


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

А. Гаврилюк
Д. Иоффе
В. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
А. Прокопьев
Н. Радунцева
М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 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 Первый в отрасли усилитель класса D с частотой ШИМ 2.1 МГц изменит подход к конструированию автомобильного аудио
- 5 Высокоинтегрированный аналоговый препроцессор для контроля качества электроэнергии сокращает сроки и стоимость проектирования
- 6 VLSI Solution анонсировала СнК универсального MP3 аудио контроллера цифровой обработки сигналов
- 7 С Infineon Designer онлайн моделирование станет проще
- 8 Microchip выпускает новое поколение 8-разрядных микроконтроллеров AVR с независимой от ядра периферией
- 9 Крошечный микромощный операционный усилитель компании STMicroelectronics повысит точность измерений
- 10 Новый токочувствительный усилитель Texas Instruments повысит КПД приложений управления двигателями
- 12 Diodes разработала платформу для создания контроллеров и драйверов светодиодных ламп с симисторным регулированием
- 12 Новые мосты USB 3.0 компании FTDI поддерживают потоковое видео
- 13 Analog Devices выпускает первые приемопередатчики RS-485 с уровнем устойчивости к выбросам напряжения, соответствующим стандартам IEC
- 15 Миниатюрный сенсорный модуль STMicroelectronics даст старт созданию новых устройств Интернета вещей и носимой электроники
- 16 В конструкции 3-киловаттного резонансного DC/DC преобразователя с частотой переключения 2.5 МГц использовались GaN транзисторы
- 17 6-канальный изолятор цифровых интерфейсов SPI/I²C отдает более 100 мА в две внешние шины питания
- 19 Персонализированные решения для электронной оплаты проезда упростят пользование общественным транспортом в российских городах
- 19 Характеристики быстродействующего 16-битного 8-канального АЦП последовательных приближений не снижаются вплоть до частоты Найквиста
- 21 Arduino-совместимая плата стандарта LoRaWAN станет дешевой стартовой платформой для Интернета вещей
- 21 Infineon выпускает драйверы затворов с самым низким в отрасли потреблением мощности
- 22 5-дюймовый Arduino-совместимый сенсорный дисплей расширяет возможности человеко-машинных интерфейсов
- 23 Osram представляет первый в мире широкополосный инфракрасный светодиод
- 25 Поддержка Bluetooth 5 в новой СнК компании Nordic изменит взгляд на возможности устройств для умного дома, Интернета вещей и носимой электроники

Статьи

- 28 Fast Forward Forum от журнала «Elektor» на 27-й Международной выставке Electronica 2016, München
- 38 Микросхемы датчиков температуры
- 42 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Ретро микросхемы, которые никогда не умрут
- 44 Джеймс Р. Биард, изобретатель инфракрасного арсенид галлиевого светодиода. Часть 2
- 49 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 7 декабря 1978 года: первая групповая фотография сотрудников Microsoft
- 50 Увеличение выходного напряжения с помощью умножителя

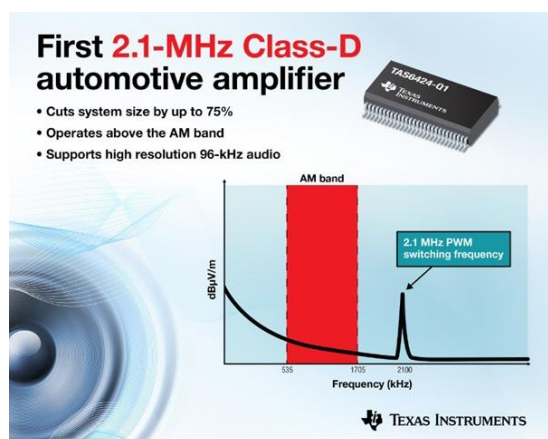
Схемы

- 54 Простые двухпроводные интерфейсы в микроконтроллерных устройствах
- 62 Монолитное линейное зарядное устройство работает при входных напряжениях до 60 В
- 65 Две функции светодиода: излучатель и фотоприемник
- 68 Драйвер цепочки светодиодов работает от одной батарейки
- 70 Высоковольтный усилитель расширяет диапазон измерений счетчика кулонов до ±270 В
- 73 Предотвращение генерации в ионисторных источниках питания
- 76 Понижающий преобразователь отдает в нагрузку 300 Вт при входном напряжении 60 В

Первый в отрасли усилитель класса D с частотой ШИМ 2.1 МГц изменит подход к конструированию автомобильного аудио

Четырехканальный усилитель компании TI обеспечивает воспроизведение аудио высокого разрешения при минимальных размерах решения

Texas Instruments (TI) представила первый аудио усилитель класса D с частотой переключения 2.1 МГц, разработанный специально для автомобильных приложений. Поддерживая входные цифровые сигналы высокого разрешения с частотой дискретизации 96 кГц, TAS6424-Q1 обеспечивает автомобильные информационно-развлекательные системы высококачественным звуком с низким уровнем искажений.



TAS6424-Q1 позволяет использовать в фильтрах компоненты меньших размеров, а также исключить из схемы до 18 внешних элементов, сократив, таким образом, размеры и стоимость системы по сравнению с существующими решениями класса D. Устройство с максимальной выходной мощностью 75 Вт на канал является единственным в отрасли аудио усилителем, частота переключения которого лежит выше границы радиовещательного диапазона AM.

Ключевые особенности и преимущества усилителя TAS6424-Q1

• **Сниженный уровень электромагнитных помех:**

Частота ШИМ, смещенная выше полосы AM диапазона, позволяет исключить сложные схемы обеспечения электромагнитной совместимости с соблюдением всех требований Класса 5 стандарта 25 Международного специального комитета по радиопомехам (CISPR).

• **Поддержка низкоомной нагрузки:**

Сохраняет стабильность воспроизведения аудио при нагрузках 2 Ом.

• **Расширенная диагностика нагрузки в сочетании с режимом драйвера линии:**

Встроенные в TAS6424-Q1 цепи обеспечивают измерение значений фазы и импеданса, которые могут использоваться разработчиками для конфигурирования выходов под различные виды нагрузки – от басовых и высокочастотных динамиков до линейных входов.

• **Улучшенное качество звука:**

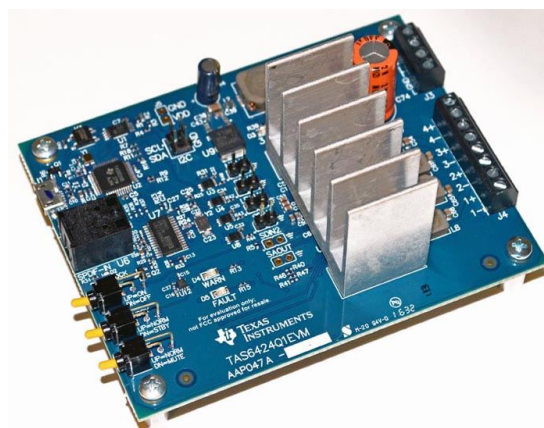
Высокая частота ШИМ дала возможность уменьшить искажения, повысить коэффициент подавления пульсаций питания и улучшить динамический отклик.

• **Сниженные шумы:**

Встроенный цифро-аналоговый преобразователь позволяет уменьшить выходные шумы до 42 мкВ с.к.з. в таких автомобильных системах, как внешние усилители и головные устройства.

• **Улучшенные тепловые характеристики:**

Снижение рассеиваемой мощности на 60% по сравнению с усилителями класса AB значительно упрощает требования к размерам вентиляторов или теплоотводов.



Оценочный модуль TAS6424Q1EVM 4-канального усилителя класса D с частотой ШИМ 2.1 МГц.

Инструменты и средства поддержки разработки

Графический интерфейс пользователя PurePath Console поможет разработчикам легко сконфигурировать TAS6424-Q1. Для моделирования и оптимизации устройства конструкторы могут скачать IBIS-модели или заказать оценочный модуль.

Корпус, доступность и цена

В настоящее время TAS6424-Q1 выпускается в корпусе PowerPAD HSSOP со сниженным тепловым сопротивлением и в лотах из 1000 приборов по цене \$5.97 за штуку может быть приобретен в онлайн магазине TI или у авторизованных дистрибьюторов компании.

Высокоинтегрированный аналоговый препроцессор для контроля качества электроэнергии сокращает сроки и стоимость проектирования

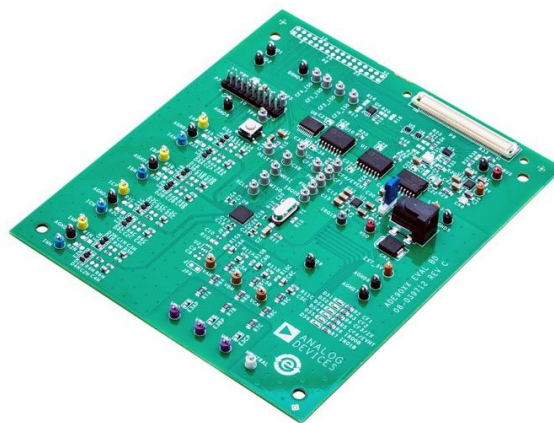
Analog Devices представила высокоинтегрированный многофазный аналоговый препроцессор с функцией анализа качества электроэнергии, который поможет поддерживать рабочее состояние промышленного оборудования, продлить срок его службы и значительно сэкономить время и средства разработчиков по сравнению с нестандартными решениями.



Для достижения особо высокой точности контроля качества электроэнергии, как правило, требуется разработка специальных конструкций, нередко затратная, как по цене, так и по времени. Аналоговый препроцессор ADE9000 — это готовое однокристальное решение со встроенными алгоритмами оценки качества электроэнергии и интегрированными аналого-цифровыми преобразователями (АЦП). Такая интеграция упрощает программирование дополнительных сложных алгоритмов, снижает стоимость и число компонентов и ускоряет выход на рынок, в то же время обеспечивая высокую точность и соответствие требованиям класса S стандарта

EN61000-4-30, регламентирующего оценку качества электроэнергии. Отклонения и броски напряжения питания часто приводят к перебоям в работе, преждевременным отказам и долговременным повреждениям оборудования заводов, больниц, коммерческих зданий и других объектов. Во многих случаях эти флуктуации напряжения могут оставаться незамеченными вплоть до момента выхода из строя дорогостоящего оборудования. ADE9000 позволяет разработчикам устройств мониторинга качества электроэнергии измерять и анализировать нарушения электроснабжения, чтобы предотвратить сбои работы и долгосрочный ущерб, в первую очередь, для трехфазных счетчиков электроэнергии.

Аналоговый препроцессор ADE9000 содержит семь высококачественных АЦП, прецизионный источник опорного напряжения, гибкое процессорное ядро цифровой обработки сигналов и проприетарные алгоритмы, собранные в одном удобном устройстве. АЦП и источник опорного напряжения



Оценочная плата EVAL-ADE9078EBZ.

обеспечивают малый температурный дрейф и высочайшую точность в исключительно широком динамическом диапазоне. Предварительно установленное оригинальное программное обеспечение Analog Devices для оценки качества электроэнергии позволяет в реальном времени проводить мониторинг и гармонический анализ, включая получение амплитудной и фазовой информации. Это

дает возможность при необходимости быстро и эффективно принимать меры по устранению неисправностей. Разработчикам систем измерения, не нуждающимся в дополнительных возможностях оценки качества энергии, имеющихся в ADE9000, доступен многофазный аналоговый препроцессор ADE9078, предназначенный для приложений приборов учета.

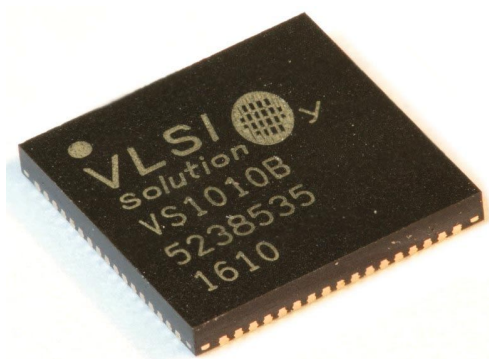
Цены и доступность продуктов

Продукт	Доступность образцов	Доступность продукта	Цена за единицу. в партии из 1000 шт.	Корпус
ADE9000 Монитор качества электроэнергии	Сейчас	Январь 2017 г.	\$6.39	LFCSP, 40-выводов
Оценочная плата ADE9000			\$390 за шт.	
Многофазный счетчик расхода электроэнергии	Сейчас	Сейчас	\$5.85	LFCSP, 40-выводов
Оценочная плата ADE9078			\$390 за шт.	

VLSI Solution анонсировала СнК универсального MP3 аудио контроллера цифровой обработки сигналов

Финская компания VLSI Solution анонсировала универсальный MP3 аудио контроллер цифровой обработки сигналов VS1010.

VS1010 – это высокоинтегрированная недорогая система на кристалле (СнК), ожидаемая цена которой будет меньше \$2 (включая лицензию MP3).



Прошивка VS1010 основана на той же операционной системе VSOS, которая используется в VS1005, обеспечивая такую же простоту модификаций и программирования.

Предполагаемыми областями применения VS1010 будут SD или USB MP3 плееры, сопроцессоры декодеров MP3, управляемые через UART или SPI, внешние USB ЦАП, аудиогиды, плееры с предварительно загруженным контентом и игрушки. Четко организо-

ванные интерфейсы VS1010 идеально подходят для модернизации оборудования, предназначенного для воспроизведения MP3, например, содержащего выпускаемые VLSI СнК VS1000. Новая СнК может также использоваться для замены в системах, содержащих микроконтроллер и аудио декодеры VS1011 или VS1003.

Система ввода/вывода VS1010 включает поддержку высокоскоростного USB (как в режиме хоста, так и устройства), карт SD/SDHC, МЭМС микрофонов, интерфейсов SPI (2), S/PDIF, I²S, UART (2), часов реального времени, АЦП последовательных приближений, выходов ШИМ и входов/выходов общего назначения. VS1010 содержит также 24-битный стерео ЦАП и интегрированный микрофонный усилитель с динамическим диапазоном 100 dBA.

VS1010 работает под управлением операционной системы VSOS компании VLSI Solution, обеспечивающей командный интерфейс, превращающий тестирование и объединение приложений в простую и быструю задачу. Для тех, кто хочет самостоятельно запрограммировать VS1010, VLSI Solution предлагает бесплатную интегрированную оболочку VSIDE. В рамках VSIDE пользователи получают большинство приложений и

драйверов, как в двоичной форме, так и в исходных кодах.

Оценочные платы будут доступны с 1 квартала 2017 года, образцы появятся во 2 квартале 2017, а с 4 квартала 2017 года начнется массовое производство приборов.

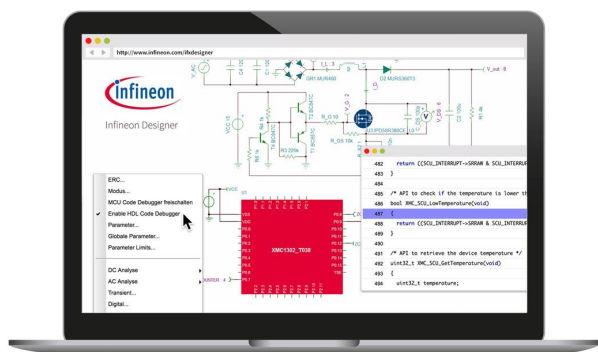
VS1010 будет выпускаться в 88-выводном корпусе с размерами 8 8 0.9 мм, а упрощенная версия будет доступна в 48-выводном корпусе LQFP размером 7 7 1.4 мм. Оба корпуса отвечают предписаниям директивы RoHS.

C Infineon Designer онлайн моделирование станет проще

На выставке electronica 2016 Infineon Technologies представила Infineon Designer – первый онлайн инструмент, объединяющий функции моделирования аналоговых и цифровых цепей в веб-приложении. Благодаря тому, что для работы Infineon Designer не требуется ничего, кроме веб-браузера, он будет очень удобен при выборе наиболее подходящих продуктов для разрабатываемого устройства. Infineon Designer интуитивно понятен, осваивается в очень короткие сроки и не требует ни установки, ни каких-либо лицензий.

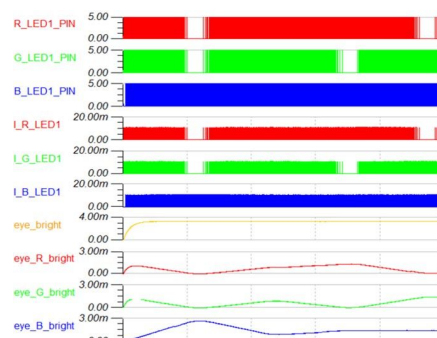


В Infineon Designer имеется большое количество прикладных схем для приложений промышленного электроснабжения, освещения, управления двигателями, а также мобильных и радиочастотных внешних интерфейсов. Это позволяет, используя бесплатную платформу генерации кода DAVE, моделировать аналоговые и цифровые схемы совместно с 32-разрядными промышленными микроконтроллерами XMC1000



серии ARM Cortex-M0. Основным назначением инструмента цифрового моделирования Infineon Designer является преобразование идеи в функциональную систему, гладкое и быстрое, насколько это возможно. Он позволяет создавать «программные макетные платы» со всеми функциональными параметрами. Таким образом на раннем этапе проекта можно сэкономить на покупке оборудования для макетирования и испытаний.

Инструментарий моделирования основан на простом в использовании облачном сервисе TINACloud компании DesignSoft – партнера Infineon в этом проекте. TINACloud – это онлайн версия многоплатформенного ПО моделирования схем TINA, поддерживающего ПК, ноутбуки, смартфоны и планшеты. Аналоговые схемы моделируются в среде SPICE, а для совместного моделирования с цифровыми системами могут использоваться языки описания аппаратных средств, например, VHDL и Verilog, или C. Для большего охвата рынка, интерфейс поддерживает несколько языков.



Infineon Designer можно скачать на сайте Infineon. Функциональность инструмента моделирования Infineon в рамках «Уголка разработчика» демонстрировала на выставке electronica 2016 на примере шилдов Arduino для приложений освещения и управления двигателями и сравнивала полученные результаты с реальной аппаратурой.

Microchip выпускает новое поколение 8-разрядных микроконтроллеров AVR с независимой от ядра периферией

Новая серия микроконтроллеров с богатым набором возможностей, поддерживаемая веб-платформой START, выпускается с флеш-памятью объемом 4 КБ и 8 КБ

Microchip Technology выпустила новое поколение 8-разрядных микроконтроллеров tinyAVR. Четыре новых устройства с числом выводов от 14 до 24 и объемом флеш-памяти от 4 КБ до 8 КБ стали первыми микроконтроллерами tinyAVR с независимой от ядра периферией (Core Independent Peripherals – CIP). Новые приборы будут поддерживаться веб-платформой Atmel START – инновационным онлайн инструментом для интуитивно понятного графического конфигурирования встраиваемых программных проектов.



«Это событие имеет для Microchip очень большое значение, поскольку означает объединение под одной крышей 8-разрядных микроконтроллеров двух самых мощных брендов, – сказал Стив Санги (Steve Sanghi), генеральный директор и председатель правления компании Microchip Technology. – Потребителям нравятся как PIC, так и AVR, и Microchip вкладывает средства в разработку нового продукта, чтобы не только продолжать поддержку существующих приборов, но и расширять заслуживший высокую репутацию портфель AVR».

Новые устройства ATtiny817/816/814/417 содержат полный набор функций, необходимых для разработки инновационных продуктов, включая компактные приборы с малым числом выводов, но с богатым набором возможностей, с объемом флеш-памяти 4КБ или 8 КБ. В перечень остальных функций и характеристик серии входят:

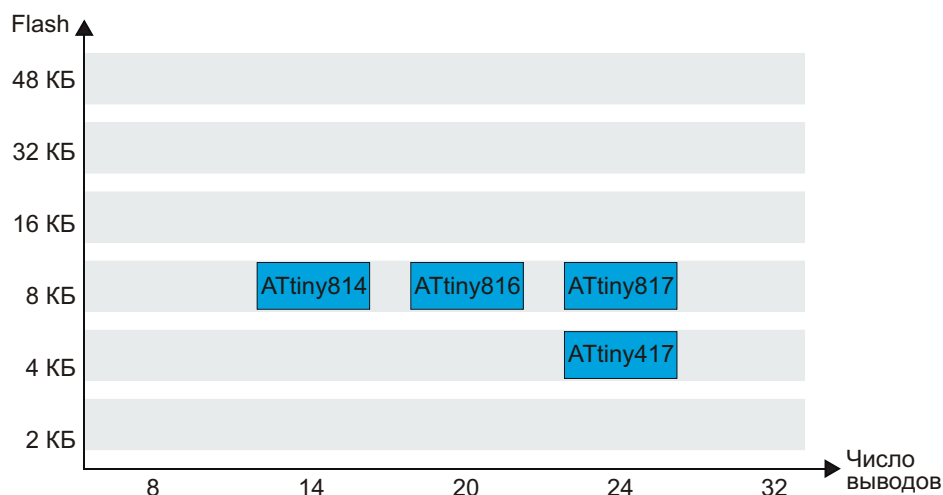
- контроллер сенсорного интерфейса,
- событийная система для координации взаимодействия периферии,

- программируемые пользователем логические блоки,
- самопрограммирование для обновления прошивок,
- энергонезависимая память данных,
- внутренний генератор 20 МГц,
- высокоскоростной последовательный интерфейс USART,
- диапазон напряжений питания от 1.8 В до 5.5 В,
- 10-битный АЦП с внутренним источником опорного напряжения,
- ток потребления в дежурном режиме менее 100 нА с сохранением содержимого ОЗУ.

«Являясь поставщиком номер один на рынке 8-битных микроконтроллеров, предлагающим изделия с ядрами PIC, AVR и 8051, мы стремимся предоставить нашим клиентам больше продуктов, позволяющих им дифференцировать свои разработки, – сказал Стив Дрегобл (Steve Drexohl), вице-президент отделения 8-битных микроконтроллеров компании Microchip. – Благодаря добавлению инновационных возможностей, таких как независимая от ядра периферия, взаимосвязанные аналоговые блоки и интуитивно понятные графические средства поддержки, на протяжении определенного времени доступных в линейке PIC, теперь мы продолжаем помогать пользователям микроконтроллеров AVR в быстром выпуске на рынок самых современных продуктов».

CIP дает периферийным устройствам, включая последовательные интерфейсы и аналоговые блоки, возможность работать независимо от ядра. В совокупности с использованием событийной системы, позволяющей периферии обмениваться данными без участия центрального процессора, приложения могут оптимизироваться на системном уровне. Это снижает потребление мощности, а также повышает производительность и надежность системы.

В дополнение к выпуску четырех новых устройств, Microchip добавила их поддержку онлайн инструментом Atmel START для кон-



фигурирования программных компонентов и настройки встраиваемых приложений. Этот бесплатный инструментариум обеспечивает оптимизацию общей структуры, позволяя пользователю сосредоточиться на специфических функциях его приложения.

Поддержка разработчиков

Для ускорения исследования и разработки своего изделия пользователи могут за \$8.88 приобрести новый набор Xplained Mini, совместимый также с экосистемой Arduino. Набор может использоваться для автономной разработки и полностью поддерживается

инструментальными средствами создания программ Atmel START и Atmel Studio 7.

Цены и доступность

8-битные микроконтроллеры tinyAVR нового поколения уже запущены в массовое производство в корпусах QFN и SOIC. Устройства выпускаются в версиях с 4 КБ и 8 КБ флеш-памяти. Цены для партий из 10,000 приборов начинаются от \$0.43 за штуку. Для получения дополнительной информации обращайтесь к любым торговым представителям Microchip или к авторизованным дистрибьюторам компании в любой стране мира.

Крошечный микромощный операционный усилитель компании STMicroelectronics повысит точность измерений

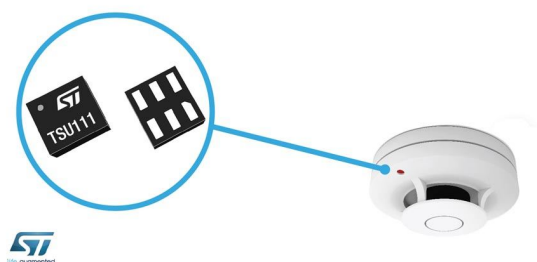
Благодаря крошечным размерам 1.2 мм 1.3 мм и типовому току потребления всего 900 нА, новый микромощный операционный усилитель (ОУ) TSU111, разработанный компанией STMicroelectronics, поможет до минимума сократить размеры и энергопотребле-

ние аналоговых цепей в медицинских приборах контроля, носимой электронике, детекторах газов, датчиках pH, инфракрасных датчиках движения и бесконтактных метках.

Сверхнизкий рабочий ток TSU111 при использовании некоторых типов недорогих конденсаторов с малыми токами утечки разрядит батарейку CR2032 емкостью 220 мАч не ранее, чем через 25 лет. Таким образом, вклад ОУ в общее энергопотребление схемы является пренебрежимо малым.

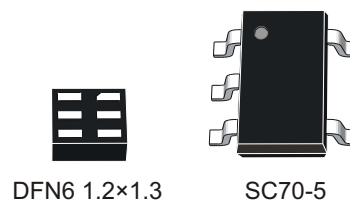
Вместе с тем, TSU111 превосходит другие микромощные ОУ по таким параметрам, как входное напряжение смещения, равное 150 мкВ, и шумы в полосе частот 0.1...10 Гц, не превышающие 3.6 мкВ пик-пик, обеспечивая высокую точность схем преобразования сигналов.

Tiny nano-power op amp
Enables longer battery life



Кроме того, производство коэффициента усиления на полосу пропускания, равное 11.5 кГц, и rail-to-rail входной каскад позволяют использовать микросхему для усиления сигналов приборов экологического контроля и биодатчиков. Очень низкий входной ток смещения 10 пА поможет минимизировать эффект влияния паразитных токов в таких чувствительных устройствах, как детекторы газов или фотодиоды.

Напряжение питания от 1.5 В до 5 В дает возможность подключать TSU111 к шине питания, общей с логическими схемами, что упрощает конструкцию источника питания и топологию печатной платы. В дополнение к этому, благодаря низкому минимально допустимому напряжению питания, устройство может



дольше сохранять работоспособность в процессе разряда батареи, а также упростить использование оборудования, получающего питание от схем сбора энергии, таких, например, как фотогальванические элементы.

TSU111 готовы к немедленной отгрузке со склада компании в корпусах DFN6 размером 1.2 1.3 мм или SC70-5 (SOT323-5) с размерами 2 2.1 мм. Цены для партий из 1000 ОУ начинаются от \$0.69 за штуку.

Новый токочувствительный усилитель Texas Instruments повысит КПД приложений управления двигателями

Лучший в отрасли монитор напряжения токового шунта повышает КПД и точность приложений управления двигателями и соленоидами

Texas Instruments (TI) начала продажи нового токочувствительного усилителя для прямого измерения токов в фазах электродвигателей, с помощью которого общий КПД моторов может быть повышен по сравнению с существующими токоизмерительными усилителями. Микросхема INA240, способная работать в системах с напряжением до 80 В, отличается улучшенным подавлением широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и найдет применение во множестве таких приложений, как драйверы двигателей, приводы соленоидов и системы электроснабжения.

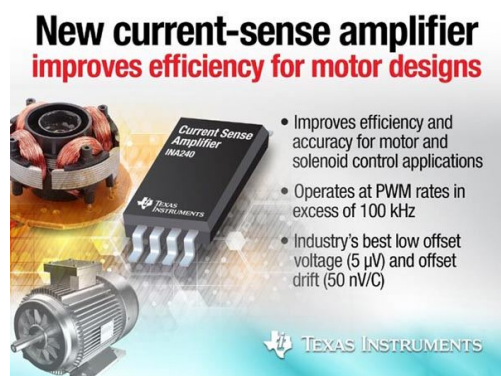
Ключевые особенности и преимущества

• Улучшенное подавление импульсов ШИМ для увеличения КПД двигателя:

Наличие в фазах электродвигателя высокоскоростных сигналов ШИМ управления требует высокой точности измерения сигналов переменного и постоянного тока. Высокая степень ослабления ШИМ микросхемой INA240 улучшает подавление помех и дает разработчикам возможность уменьшить время бланкирования, оптимизировать алгоритмы управления мотором и существенно повысить КПД двигателя.

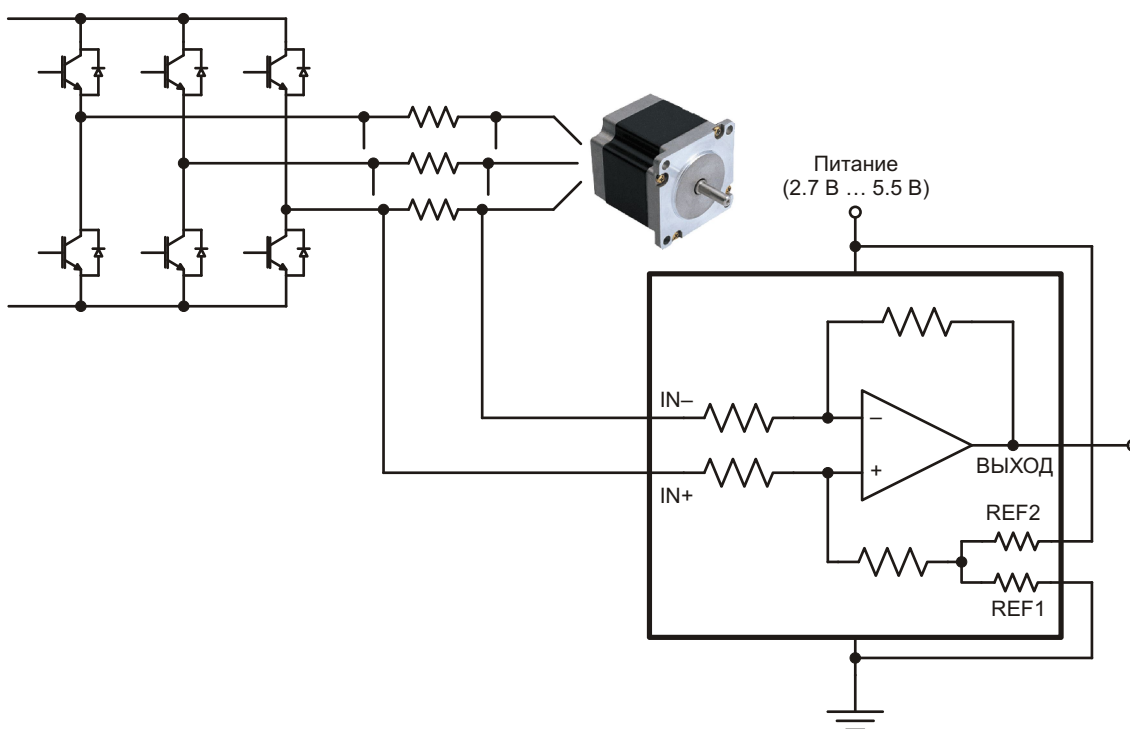
• Гибкость использования в различных приложениях управления моторами:

INA240 работает на частотах ШИМ до 100 кГц с высокой крутизной фронтов 10 В/нс при напряжении системы до 80 В. Кроме того, для поддержки максимально широкого диапазона систем это устройство рассчитано на работу при отрицательных напряжениях до -4 В, индуцируемых индуктивными выбросами двигателя.



• Лучшие в отрасли технические характеристики и точность:

INA240 имеет лучшее в отрасли сочетание малого смещения (5 мкВ), дрейфа смещения (50 нВ/°C), ошибки и дрейфа усиления



(0.05% и 0.5 ppm/°C, соответственно). Кроме того, устройство обеспечивает отличное подавление синфазных сигналов переменного тока – 93 дБ на частоте 50 кГц. Высокие характеристики INA240 сохраняются в широком диапазоне режимов работы.

• Улучшенные характеристики любых решений для управления моторами:

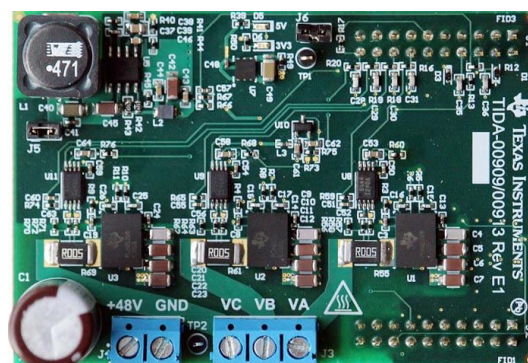
Высокая точность INA240 демонстрируется на примере платы 48-вольтового 10-амперного трехфазного высокочастотного нитрид-галлиевого (GaN) инвертора для бесщеточных электродвигателей. Пример разработки, состоящий из подключаемого модуля BoosterPack и набора LaunchPad, показывает, как инженеры могут использовать INA240 и полумостовой GaN силовой каскад LMG5200 для снижения потерь переключения в расширенном диапазоне температур до 125 °C,

Инструменты и средства поддержки разработки

Инженерные подходы и методы реализации точных измерений токов в фазах двигателей с малым дрейфом и контролем тока для защиты от перегрузки представлены в коротких технических указаниях, называемых TI TechNotes.

Поддержка доступна на форуме сообщества TI E2E, где инженеры могут найти готовые решения, получить помощь, поделиться своими знаниями и решить проблемы совместно с

коллегами и экспертами TI. Как и для любой микросхемы из портфеля токоизмерительных приборов TI, конструкторы имеют доступ к большому набору ресурсов поддержки, включая полную библиотеку примеров разработки, оценочных модулей, онлайн обучающих программ и SPICE моделей.



Оценочная плата TIDA-00909/00913 48-вольтового 10-амперного 3-фазного GaN инвертора для бесщеточных электродвигателей.

Корпус, доступность и цены

INA240 в 8-выводных корпусах TSSOP можно приобрести в онлайн магазине TI и у авторизованных дистрибьюторов компании. В партиях из 1000 приборов один усилитель стоит \$0.99. Кроме того, за \$25 в онлайн магазине TI можно приобрести оценочный модуль TIDA-00909/00913.

Diodes разработала платформу для создания контроллеров и драйверов светодиодных ламп с симисторным регулированием

Компания Diodes выпустила серию микросхем AL1692, предназначенных для использования в качестве универсальной платформы разработки светодиодных ламп с симисторным регулированием. Версии с внутренними MOSFET обеспечивают недорогое решение при небольшой площади печатной платы для прямого управления лампами мощностью от 3 Вт до 13 Вт. Версия с контроллером без интегрированного ключа, рассчитанная на подключение внешнего MOSFET, поддерживает приложения большей мощности – до 25 Вт.



Микросхемы семейства AL1692, ориентированные на использование в однокаскадных повышающе-понижающих неизолированных автономных приложениях с симисторным регулированием, обеспечивают высокий коэффициент мощности, низкие гармонические искажения и совместимость с различными типами

симисторных диммеров, отвечая стандартам твердотельного освещения, разработанным Национальной ассоциацией изготовителей электрооборудования (NEMA). AL1692 не нуждаются в дополнительной обмотке трансформатора и поддерживают точное значение выходного тока светодиодов, гарантируя отличную стабильность выходного напряжения по сети и току нагрузки. Благодаря работе в режиме граничной проводимости, достигается высокий КПД преобразования, упрощается соблюдение требований электромагнитной совместимости и снижается стоимость материалов.

AL1692 выпускаются с четырьмя различными вариантами сопротивлений сток-исток для работы в сетях 120 или 230 В переменного тока, охватывая широкий диапазон выходных напряжений и токов, включая 4.7 Ом/ 700 В, 4 Ом/600 В, 3.2 Ом/500 В и 2.8 Ом/400 В. Системную безопасность и надежность повышают такие усовершенствованные функции, как защита от обрыва или короткого замыкания светодиода, защита от перегрева, блокировка при пониженном входном напряжении, поцикловое ограничение тока и прогрессирующее снижение тока при повышении температуры.

Версия AL1692 без внутреннего ключа выпускается в корпусе SO-8, а микросхемы с интегрированными MOSFET поставляются в корпусе SO-7.

Новые мосты USB 3.0 компании FTDI поддерживают потоковое видео

Graham Prophet

EDN-Europe

Продолжая внедрение инноваций в технологию USB, FTDI Chip представила серию микросхем мостов USB 3.0 UVC. Выпущенные компанией устройства FT602 поддерживают передачу потокового видео от камер высокого разрешения. Это означает, что в системах формирования изображений, ранее способных донести контент лишь с относительно низким разрешением, можно

существенно повысить качество видео, по-прежнему работая с частотой 60 кадров в секунду. Существенное улучшение характеристик даст новая возможность просмотра изображений, захваченных с помощью оборудования, поддерживающего стандарт UVC, и широко используемых медиа платформ (таких как VLC Player). Это обеспечивает много дополнительных удобств при мини-

мальных затратах, необходимых для модернизации существующих систем, или для разработки и внедрения новых систем с нуля. С новыми приборами, не требующими никаких пользовательских драйверов, легко реализуется технология plug-and-play.



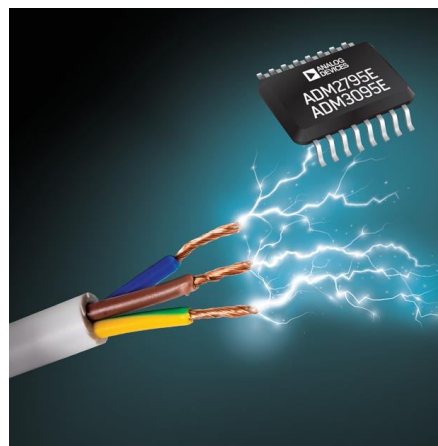
Приборы серии FT602 дополняют уже выпускающиеся микросхемы FT600 и FT601, предоставляя инженерам-разработчикам наиболее полный в отрасли портфель решений для USB 3.0. Эти новейшие устройства способны обеспечить поддержку как сверхскоростного интерфейса USB 3.0 (5 Гбит/с), так и высокоскоростного USB 2.0 (480 Мбит/с). В каждой из микросхем имеется 32-битный параллельный интерфейс FIFO для передачи потоковых данных и интерфейс UART для конфигурирования канала управления. Микросхемы, расчи-

танные на работу в диапазоне температур от -40°C до 85°C , поставляются в 76-контактных корпусах QFN. Основными сферами применения приборов новой серии будут системы видеонаблюдения и безопасности, устройства машинного зрения, средства автоматизации домов и зданий, метрология, микроскопия в реальном времени и многое другое.

«Во множестве различных секторов весьма желательно иметь повышенные уровни качества видео. Видео низкого разрешения теперь просто недостаточно, поскольку выполнение анализа в реальном времени требует намного большей степени детализации, – заявляет Фред Дарт (Fred Dart), генеральный директор и основатель FTDI Chip. – Добавив поддержку UVC в нашу линейку микросхем интерфейсов USB 3.0, мы уверенно демонстрируем способность достойно ответить на растущие запросы потребителей, и в то же время рассеять любые опасения по поводу экономической эффективности системы». «С самого начала широкого распространения USB FTDI Chip находилась в центре его технологического развития. Представление последних микросхем лишний раз подтверждает, что мы по-прежнему задаем темп, с которым USB будет вступать в новую эру», – заключает он.

Analog Devices выпускает первые приемопередатчики RS-485 с уровнем устойчивости к выбросам напряжения, соответствующим стандартам IEC

Analog Devices (AD) представила первые в отрасли приемопередатчики RS-485, полностью отвечающие требованиям Уровня 4 стандарта электромагнитной совместимости и позволяющие исключить из схемы внешние устройства для подавления выбросов. Приборы ADM2795E с гальванической изоляцией, основанной на запатентованной AD технологии магнитной изоляции iCoupler, а также неизолированные ADM3095E сокращают количество необходимых компонентов и занимаемую ими площадь, ускоряют выход на рынок и минимизируют проблемы соответствия нормативным требованиям. Встроенная в эти устройства защита от неисправностей предохраняет коммуникационный интерфейс от повреждения потенциально опасными напря-

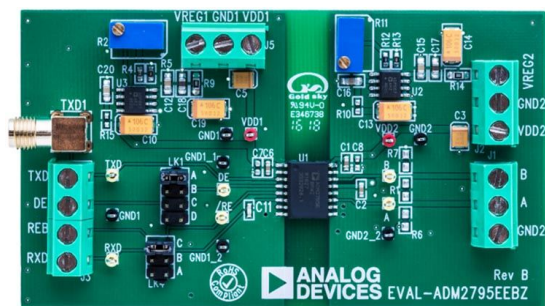


жениями, которые могут возникать в результате сбоев, бросков напряжения, электростатических разрядов и ошибок подключения.

Разработчикам, использующим новые приемопередатчики RS-485, больше не придется индивидуально проектировать, тестировать и проверять каждую реализацию, чтобы выполнить формальности нормативной сертификации, так как на эти компоненты уже оформлены все требуемые разрешения. Кроме того, приборам не требуются внешние защитные компоненты, вследствие чего отпадает необходимость в согласовании этих дискретных устройств с конкретными приемопередатчиками RS-485, выбранными пользователями. Это также сокращает список покупных компонентов и экономит площадь печатной платы, позволяя повысить плотность размещения портов RS-485.

Приемопередатчики RS-485 ADM2795E и ADM3095E удовлетворяют требованиям Уровня 4 стандарта IEC 61000-4-5, регламентирующего степень устойчивости к импульсным помехам большой энергии, а также промышленным стандартам электромагнитной совместимости IEC в части излучаемых, кондуктивных и магнитных помех. Оба устройства соответствуют стандарту TIA/EIA RS-485/RS-422 во всем диапазоне питающих напряжений от 3 В до 5.5 В.

Разработчикам доступны оценочные платы, IBIS-модели, сертификаты соответствия нормативным требованиям безопасности, обучающие видео и руководства по применению приемопередатчиков RS-485, значительно упрощающие процесс проектирования.



Оценочная плата EVAL-ADM2795EEBZ.

Важнейшие характеристики:

- Приемопередатчик RS-485/RS-422 с напряжением изоляции 5 кВ с.к..з. (ADM2795E);
- Изолирующий барьер, сертифицированный на соответствии стандартам IEC 61000-4-х (ADM2795E);
- Высокая устойчивость к синфазным броскам напряжения со скоростью нарастания более 75 кВ/мкс (ADM2795E);
- Подтвержденное сертификатом соответствие защищенности выводов А и В линий интерфейса RS-485 требованиям Уровня 4 стандартов электромагнитной совместимости:
 - устойчивость к выбросам напряжения в соответствии со стандартом IEC61000-4-5 (± 4 кВ)
 - устойчивость к быстрым переходным процессам в соответствии со стандартом IEC61000-4-4 (± 2 кВ),
 - защита от электростатических разрядов в соответствии со стандартом IEC61000-4-2:
 - ♦ ± 8 кВ при контактном разряде,
 - ♦ ± 15 кВ при разряде через воздушный промежуток;
 - устойчивость к кондуктивным помехам радиочастотного диапазона в соответствии со стандартом IEC61000-4-6 (напряженность поля 10 В/м с.к.з.);
- Устойчивость выводов А и В линий интерфейса RS-485 к электростатическим разрядам свыше ± 30 кВ (при воздействии модели человеческого тела);
- Защита выводов шины RS-485 от выбросов напряжения с пиковыми значениями до ± 42 В;
- Расширенный диапазон синфазных входных сигналов: -25 В ... $+25$ В;
- Совместимость со стандартом TIA/EIA RS-485/RS-422 во всем диапазоне напряжений питания и температур (до 125°C).

Цены и доступность

Устройство	Изоляция	Доступность образцов	Серийное производство	Цена за единицу. в партии из 1000 шт.	Корпус
ADM2795E	Да, 5 кВ с.к.з.	Сейчас	Сейчас	\$5.95	Широкий SOIC, 16-выводов
ADM3095E	Да	Сейчас	Февраль 2017	\$4.50	Узкий SOIC, 16-выводов
EVAL-ADM2795EEBZ	Сейчас	Сейчас	Сейчас	\$75.00 за шт.	Оценочная плата
EVAL-ADM3095EEBZ	Нет	Сейчас	Февраль 2017	\$50.00 за шт.	Оценочная плата

Миниатюрный сенсорный модуль STMicroelectronics даст старт созданию новых устройств Интернета вещей и носимой электроники

- Сенсорный и коммуникационный хаб, идеальный для разработки таких продуктов, как носимые устройства, игровые аксессуары и устройства для Умного дома или Интернета вещей.
- Поддержка мощной открытой программной экосистемы для ускорения выхода на рынок

Выпущенный STMicroelectronics модуль SensorTile с размерами 13.5 мм × 13.5 мм на сегодня является самым миниатюрным полностью законченным датчиком подобного класса, содержащим МЭМС акселерометр, гироскоп, магнитометр, измеритель давления и МЭМС микрофон. Установленный на этой же плате микроконтроллер STM32L4 позволяет использовать модуль в качестве сенсорного и коммуникационного хаба для разработки таких продуктов, как носимые устройства, игровые аксессуары и устройства для Умного дома или Интернета вещей.

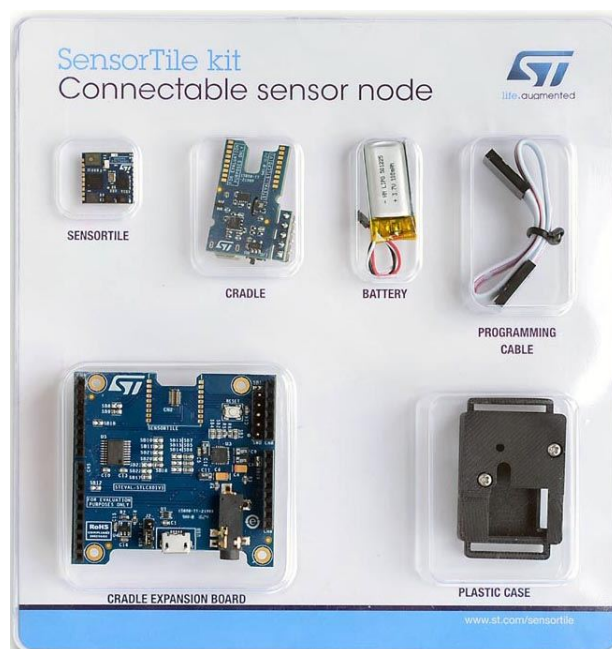


Плата STLCS01V1 SensorTile.

На плате модуля SensorTile имеется полнофункциональный приемопередатчик Bluetooth LE, включающий миниатюрное однокристальное устройство согласования импедансов, а также большой набор интерфейсов, поддерживающих использование устройства в качестве хаба датчиков или платформы для разработки микропрограмм. Модуль легко подключается к основной плате и при включении питания немедленно начинает передачу инерциальных, аудио и экологических данных созданному STMicroelectronics приложению для смартфона BlueMS, которое можно бесплатно загрузить в популярных магазинах приложений.

Разработка программ происходит легко и быстро благодаря обширной экосистеме интерфейса прикладного программирования, основанного на слое аппаратных абстракций STM32Cube и межплатформных компонентах, включая среду проектирования STM32 Open Development Environment. Система полностью совместима с открытыми библиотеками расширения (Open.MEMS, Open.RF и Open.AUDIO), а также со многими проектами из области встраиваемых датчиков и обработки голосовых сигналов, созданными сторонними производителями. Большая коллекция программных примеров, представленных в исходных кодах, может служить отправной точкой для оценки и настройки программных приложений, включая устройства определения положения, распознавания активности и голосовой связи.

В полный комплект, который может использоваться как типовой образец разработки, включена переходная плата, несущая



Интегрированная платформа разработки STEVAL-STLKT01V1 SensorTile.

на себе в автономном режиме или режиме хаба базовый модуль SensorTile размером 13.5 мм × 13.5 мм. Компактная, но полностью укомплектованная плата содержит датчик влажности и температуры, слот карты microSD, а также зарядное устройство для литий-полимерного (LiPo) аккумулятора. Ее простая структура демонстрирует, насколько легко с помощью базовой системы SensorTile создать прототип законченного носимого устройства с дополнительными функциональными возможностями.

Кроме того, в комплект включены LiPo аккумулятор и пластмассовый корпус, в котором можно удобно разместить переходную плату, модуль SensorTile и аккумулятор.

Важной частью набора является переходная/расширительная плата с аналоговым аудио выходом, разъемом microUSB и Arduino-подобным интерфейсом, которую

можно подключать к любой плате STM32 Nucleo для расширения возможностей системы и разработки программ. В комплекте также имеется кабель программирования.

Набор SensorTile (STEVAL-STLKT01V1) можно приобрести за \$89.00 у авторизованных дистрибьюторов STMicroelectronics или непосредственно на сайте компании.

Основные характеристики базовой системы SensorTile

- 3D акселерометр + 3D гироскоп LSM6DSM;
- 3D магнитометр + 3D акселерометр LSM303AGR;
- Датчик давления/барометр LPS22HB;
- Цифровой МЭМС микрофон MP34DT04;
- Микроконтроллер STM32L476;
- Сетевой процессор BlueNRG-MS с интегрированным Bluetooth 2.4 ГГц.

В конструкции 3-киловаттного резонансного DC/DC преобразователя с частотой переключения 2.5 МГц использовались GaN транзисторы

PowerPulse

Исследователи из Фраунгоферовского института систем солнечной энергетики ИСЭ во Фрайбурге, Германия, совместно с партнерами провели исследования возможности использования мощных GaN устройств для повышения эффективности силовых электронных систем в авиационных приложениях. В этом проекте, названном «GaN-resonat – эффективная, компактная, высокочастотная силовая электроника с GaN транзисторами», участники консорциума из SUMIDA, Liebherr Elektronik и института Фраунгофера



дополняли друг друга в области индуктивных компонентов, авиационных технологий и силовой электроники.

Целью исследователей была разработка резонансного DC/DC преобразователя на основе GaN транзисторов с номинальной мощностью 3 кВт и частотой переключения, намного превышающей 1 МГц. Преобразователь создавался специально для авиационных приложений, где главную роль играет проблема совместимости экономических и экологических требований.

Для достижения амбициозных целей проекта исследователи и их партнеры по отрасли использовали мощные GaN транзисторы совместно с инновационными индуктивными компонентами. Это позволило увеличить частоту переключения до 2.5 МГц, в то время как типичные для таких приложений рабочие частоты современных резонансных преобразователей не превышают 350 кГц.

«При таких высоких частотах значительную часть веса, приходящуюся на пассивные

компоненты, и объем 3-киловаттного DC/DC преобразователя можно существенно сократить», – говорит Корнелиус Армбрустер (Cornelius Armbruster), инженер по развитию в команде разработчиков. При уменьшенных размерах пассивных компонентов для производства требуется меньше материалов (например, меди или феррита), что позволяет экономить дефицитные ресурсы.

Хорошие динамические характеристики GaN транзисторов обеспечивают высокую эффективность даже на больших частотах. «Отношение мощности к весу у разработанного преобразователя равно 3.9 кВт/кг, а общий КПД превышает 90% в широком диапазоне рабочих режимов», – продолжил Армбрустер. «Преобразователь достигает сравнительно высокого максимального КПД 94.5% при половине номинальной мощности и частоте переключения 2 МГц», – добавил он.

Однако в столь высокочастотных устройствах следует уделять особое внимание конструкции печатной платы, технологии измерения и контроля, а также вопросам электромагнитной совместимости. С учетом этих аспектов для демонстрации была изготовлена восьмислойная печатная плата и, в частности, разработана и оптимизирована методика управления GaN транзисторами.

В течение многих лет институт Фраунгофера проводит НИОКР в области высокоэффективной высокочастотной силовой электроники для систем возобновляемой энергетики и приложений, использующих новейшие GaN и SiC компоненты. В проекте резонан-

сного GaN преобразователя исследователи и их партнеры разработали сценарий применения резонансного преобразователя в авиационной промышленности, учитывающий специфические требования, предъявляемые к авиационной электронике.

Исследователи считают, что в будущем результаты разработки могут быть использованы и в других областях. Одной из возможных сфер применения являются источники питания для серверных центров, а также для электроники средств связи в целом. Количество энергии, потребляемой во всем мире для питания существующей коммуникационной инфраструктуры, огромно, и все указывает на то, что рост этого потребления будет продолжаться. В этом случае, считают исследователи из Фрайбурга, создание новых компактных высокоэффективных DC/DC преобразователей с меньшим расходом материалов и меньшими потерями мощности дает очевидные преимущества, причем не только с точки зрения эффективности, но и за счет упрощения систем охлаждения.

Проект резонансного GaN преобразователя был начат в 2013 году и продолжался 3 года. Работа была профинансирована в объеме €1.2 млн. Федеральным министерством образования и научных исследований Германии в рамках правительственной стратегии развития высоких технологий в соответствии с научно-исследовательской программой IKT2020 «Leistungselektronik zur Energieeffizienzsteigerung» («Повышение энергоэффективности силовой электроники»).

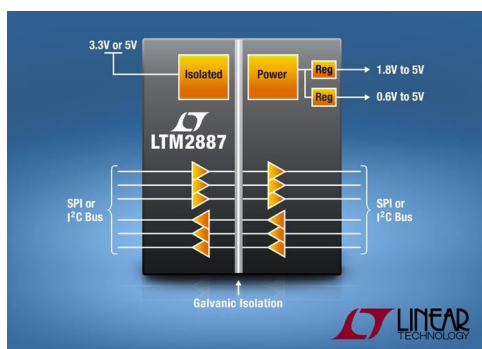
6-канальный изолятор цифровых интерфейсов SPI/I²C отдает более 100 мА в две внешние шины питания

Linear Technology анонсировала новый микромодуль LTM2887 семейства µModule – 6-канальный изолятор цифровых интерфейсов SPI или I²C с двумя изолированными шинами питания, предназначенный для низковольтных компонентов, включая новейшие сигнальные процессоры и микроконтроллеры. Две регулируемые шины питания с хорошей стабилизацией (до 5 В) могут через изолирующий барьер отдавать в нагрузку ток более 100 мА с КПД до 62%. Напряжения могут регулироваться до очень низких значений – 0.6 В для вспомогательного питания и до 1.8 В на шине цифрового питания интер-

фейсов SPI. В каждом источнике питания предусмотрены выводы для точной установки порогов ограничения тока и программирования выходных напряжений с помощью внешних резисторов.

Потенциал земли в промышленных системах может существенно изменяться, часто превышая допустимые значения и нарушая обмен данным, или даже выводя из строя компоненты. LTM2887 разрывает петлю земли, электрически изолируя интерфейс логического уровня с каждой стороны внутреннего изолирующего барьера. Этот барьер с индуктивной связью выдерживает очень

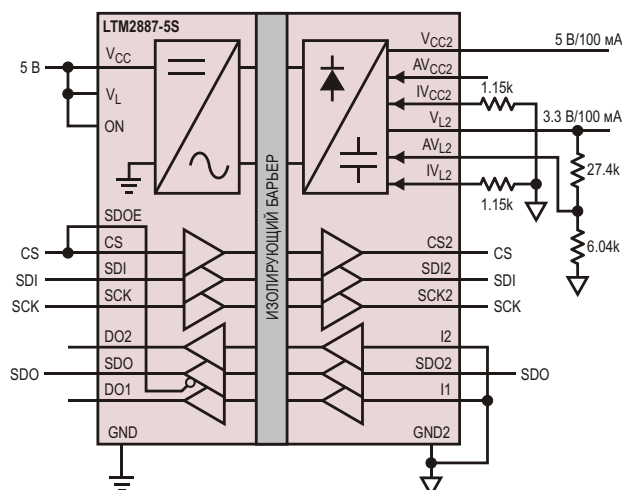
высокие дифференциальные напряжения на шине земли – до 2500 В с.к.з.



Встроенный DC/DC преобразователь с низким уровнем электромагнитных излучений обеспечивает изолированным питанием как сам модуль LTM2887, так и внешние коммуникационные интерфейсы и выходные шины. Отдельный вывод питания логических цепей дает возможность напрямую подключать низковольтные микроконтроллеры с рабочим напряжением от 1.62 В, а вывод ON позволяет останавливать устройство, переводя его в режим с потреблением тока менее 10 мкА. LTM2887 обеспечивают бесперебойную связь в условиях синфазных помех со скоростью нарастания более 30 кВ/мкс и гарантируют надежную защиту от электростатических разрядов напряжением до ± 10 кВ (при воздействии модели человеческого тела).

LTM2887 выпускается с двумя вариантами коммуникационных интерфейсов. Модуль LTM2887-I предназначен для изоляции интерфейса I²C, работающего на скорости до 400 кГц, с двунаправленной линией последовательного обмена данными (SDA) и линией синхронизации (SCL), и, кроме того, может дополнительно изолировать три логических КМОП сигнала с частотой до 10 МГц. LTM2887-S совместим с SPI и имеет 6 КМОП коммуникационных каналов с цифровой изоляцией. Все каналы работают на частотах до 10 МГц и состоят из трех сигналов прямого направления (CS, SCK и SDI) и трех сигналов обратного направления (SDO, DO1 и DO2). В конфигурации для обмена по интерфейсу SPI максимальная частота синхронизации составляет 8 МГц при однонаправленном обмене и 4 МГц в двунаправленном режиме.

LTM2887 выпускаются в корпусах BGA для поверхностного монтажа, имеющих размеры 15 мм × 11.25 мм. Все интегральные схемы и пассивные компоненты заключены в корпус



Типовое применение: изолированный интерфейс SPI с быстродействием 4 МГц.

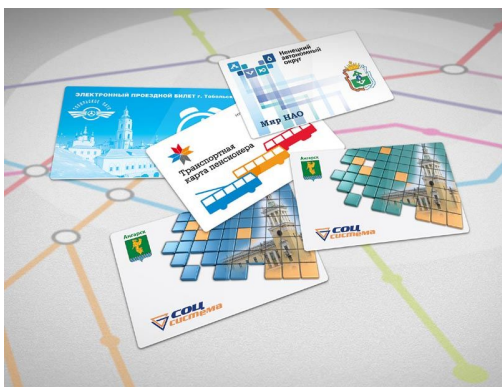
μModule, соответствующий требованиям директивы RoHS. LTM2887 предлагаются в коммерческом, промышленном и автомобильном исполнении для диапазонов рабочих температур от 0 °С до 70 °С, от –40 °С до 85 °С и от –40 °С до 105 °С, соответственно. Цены, установленные на один модуль в партии из 1000 приборов, начинаются от \$12.25.

Сводка основных характеристик LTM2887

- 6-канальный изолятор логических цепей с напряжением изоляции 2500 В с.к.з.;
- Изолированные шины питания:
 - от 1.8 В до 5 В для питания логических цепей током до 100 мА,
 - дополнительный источник 0.6 ... 5 В с выходным током до 100 мА;
- Не требуются внешние компоненты;
- Высокая устойчивость к синфазным помехам: 30 кВ/мкс;
- Высокое быстродействие:
 - изоляция цифровых линий общего назначения: 10 МГц (LTM2887-S),
 - изоляция интерфейсов SPI: 8 МГц/4 МГц (LTM2887-S),
 - изоляция интерфейсов, совместимых с I²C: 400 кГц (LTM2887-I);
- Входное напряжение 3.3 В (LTM2887-3) или 5 В (LTM2887-5);
- Универсальный цифровой интерфейс с напряжением питания от 1.62 В до 5.5 В;
- Защита от электростатических разрядов ± 10 кВ (согласно модели человеческого тела);
- Корпус BGA с габаритами 15 × 11.25 × 3.42 мм.

Персонализированные решения для электронной оплаты проезда упростят пользование общественным транспортом в российских городах

Электронная система оплаты проезда, основанная на масштабируемой технологии CIPURSE, теперь внедряется и в России компанией Infineon Technologies. Компания «Удобный маршрут» уже приступила к внедрению CIPURSE в Ижевске и Ангарске, а в семи других столичных регионах работы начнутся к концу 2016 года. В конечном счете, как ожидается, в общей сложности два миллиона человек получат возможность ощутить удобство простых и, главное, безопасных решений для продажи билетов на общественный транспорт.



В отличие от распространенных запатентованных решений, CIPURSE позволяет внедрять самые различные продукты для автоматизированного учета проездных документов – от годовых или месячных смарт-карт до одноразовых бумажных электронных билетов, и даже multifunctional идентификационных документов. Так, например, в

Ангарске для школьников и пенсионеров уже выпущены социальные карты с функцией оплаты проезда в транспорте.

«С CIPURSE мы получили возможность выбора наиболее подходящих и современных чипов для малозатратных решений в области оплаты транспортных услуг. При этом возможен плавный переход к беспроблемной системе платежей», – сказал Петр Соколовский, генеральный директор компании «Удобный маршрут».

«Удобный маршрут» – второй среди крупнейших системных интеграторов России, работающих в сфере автоматизированных систем оплаты проезда. Их решение о переходе на технологию CIPURSE подчеркивает преимущества открытого стандарта, предложенного ассоциацией OSPT Alliance. Во-первых, CIPURSE – это наличие чипов с конкурентоспособными ценами, позволяющих внедрять для электронной оплаты проезда устройства различных типоразмеров. А во-вторых, в контексте многоуровневых приложений особенно важен повышенный уровень безопасности. Infineon предоставляет «Удобному маршруту» разнообразные чипы безопасности, основанные на CIPURSE, которые встраиваются и в годовые, и в одноразовые билеты, и в правительственные идентификационные документы.

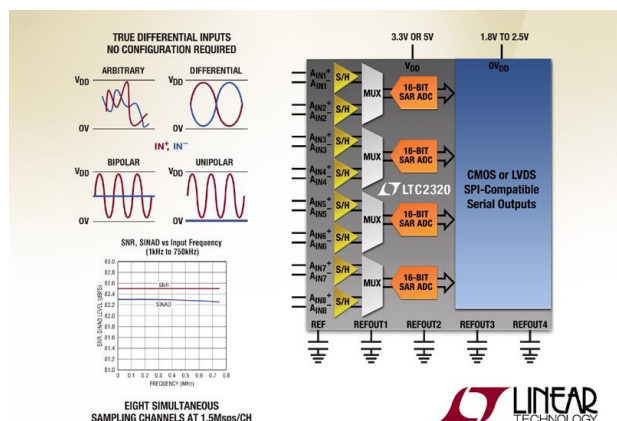
Полный ассортимент продуктов безопасности на основе технологии CIPURSE Infineon представила на выставке ЭкспоСитиТранс-2016, проходившей в Москве с 29 ноября по 2 декабря 2016 года.

Характеристики быстродействующего 16-битного 8-канального АЦП последовательных приближений не снижаются вплоть до частоты Найквиста

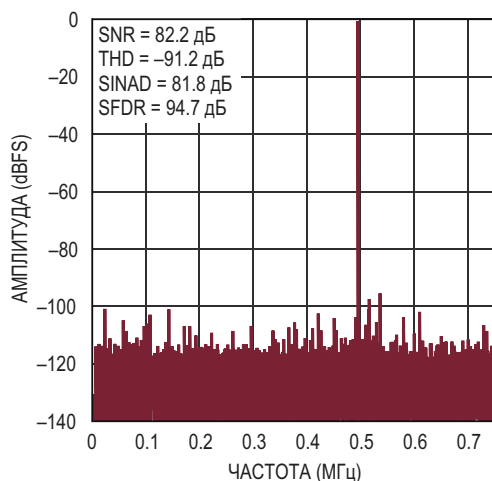
Linear Technology представила 16-битный АЦП последовательных приближений с одновременной выборкой 8 каналов без конвейерной задержки и быстродействием 1.5 Мвыб/с на канал, поддерживающий rail-to-rail диапазон синфазных входных сигналов. Гибкая конфигурация входных цепей LTC2320-16 позволяет обрабатывать

полностью дифференциальные однополярные и двуполярные аналоговые сигналы, а также сигналы произвольного типа. При выборке входных сигналов с полосой вплоть до частоты Найквиста АЦП обеспечивает отношение сигнал/шум 82 дБ и коэффициент подавления синфазных сигналов 102 дБ. Широкая полоса LTC2320 допускает дискре-

тизацию входных сигналов с частотой до 750 кГц.



LTC2320-16 содержит прецизионный источник опорного напряжения (ИОН) на основе ширины запрещенной зоны с гарантированно низким температурным дрейфом не более 20 ppm/°C. Микросхема поставляется в компактном корпусе QFN-52. Для наилучшего согласования АЦП с диапазонами входных сигналов вместо внутреннего источника опорного напряжения можно подключить до четырех отдельных внешних ИОН для каждой пары каналов. LTC2320-16 выбирает сигналы втрое быстрее и потребляет энергии меньше, чем любые другие 8-канальные



Быстрое преобразование Фурье по 32 тыс. точек входного сигнала с частотой 500 кГц при скорости выборки 1.5 Мвыб/с.

SNR – отношение сигнал/шум;

THD – общие гармонические искажения;

SINAD – отношение суммы сигнала, шума и искажений;

SFDR – динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих.

АЦП последовательных приближений, предлагаемые сегодня на рынке.

Микросхема LTC2320-16 пополнила семейство 16-, 14- и 12-битных АЦП последовательных приближений, выпускаемых в одно-, двух-, четырех- и восьмиканальных версиях с быстродействием до 5 Мвыб/с на канал. Все микросхемы семейства способны оцифровывать истинно дифференциальные напряжения в диапазонах от 8.192 В пик-пик до 10 В пик-пик и не требуют конфигурирования под определенный тип входного сигнала. АЦП серии LTC2320 с напряжениями питания 3.3 В или 5 В предназначены для широкого спектра высокоскоростных приложений с ограничениями по объему, включая промышленное и медицинское оборудование, коммуникационные системы и устройства с батарейным питанием. В настоящее время LTC2320-16 выпускается в вариантах для коммерческого, промышленного и автомобильного (–40 °C ... 125 °C) диапазонов температур. В партиях из 1000 приборов цены начинаются от \$16.50 за один АЦП.

Оценочную плату DC2395A для АЦП последовательных приближений LTC2320 можно приобрести в онлайн магазине Linear Technology или в местных офисах продаж компании.

Сводка основных характеристик LTC2320-16

- Пропускная способность 1.5 Мвыб/с на канал;
- Восемь каналов с одновременной выборкой;
- Типовая интегральная нелинейность ± 2 LSB;
- Гарантированное разрешение 16 бит без пропуска кодов;
- Истинно дифференциальные rail-to-rail входы с диапазоном синфазных сигналов 8.192 В пик-пик;
- Типовое отношение сигнал/шум 82 дБ при частоте входного сигнала 500 кГц;
- Типовой уровень общих нелинейных искажений –90 дБ при частоте входного сигнала 500 кГц;
- Гарантия полной работоспособности при температуре 125 °C;
- Один источник питания 3.3 В или 5 В;
- Низкий температурный дрейф (не более 20 ppm/°C) внутреннего источника опорного напряжения 2.048 В или 4.096 В;

- Уровни входных/выходных сигналов на цифровых выводах от 1.8 В до 2.5 В;
- Совместимый с SPI последовательный интерфейс ввода/вывода с уровнями сигналов КМОП или LVDS;

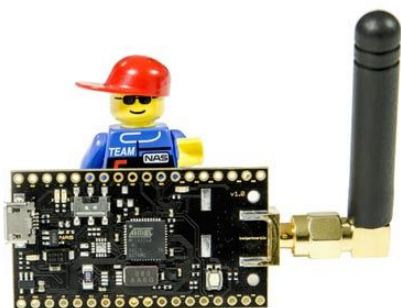
- Типовое потребление мощности 20 мВт на канал (при напряжении питания 5 В);
- Небольшой 52-выводной корпус QFN размером 7 × 8 мм.

Arduino-совместимая плата стандарта LoRaWAN станет дешевой стартовой платформой для Интернета вещей

Julien Happich

EETimes Europe

Специализирующаяся на сенсорных технологиях норвежская компания Nordic Automation Systems выпустила свою первую Arduino-совместимую прототипную плату для беспроводных сетей LoRaWAN, получившую название Badgerboard. Как утверждает Nordic Automation, плата может быть легко расширена до макета, или даже до мелкосерийного продукта.



В течение последнего полугодия Nordic Automation изготавливала прототипы Badgerboard, и теперь запускает комплект разработчика на Kickstarter, чтобы первые покупатели

могли испытать различные приложения LoRaWAN без необходимости приобретения дорогих «готовых к использованию» продуктов. На плате имеется зарядное устройство для аккумуляторов и разъем подключения антенны.



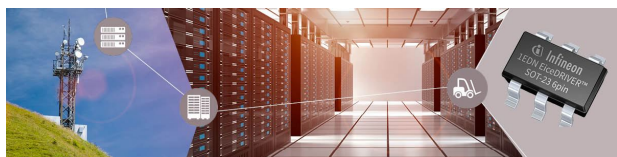
По словам компании, LoRaWAN (верхний уровень радио протокола LoRa) был выбран ею после тщательного тестирования многих протоколов и стандартов радиосвязи, доступных сегодня на рынке. В зависимости от окружающих условий, дальность связи может составлять от 1 км до 3 км в городских условиях и превышать 10 км на открытой местности. При этом для питания платы достаточно небольшой дисковой батарейки.

Infineon выпускает драйверы затворов с самым низким в отрасли потреблением мощности

Infineon Technologies представила семейство одноканальных драйверов затворов нижнего плеча 1EDN EiceDRIVER. Микросхемы будут идеальным решением для управления MOSFETs, IGBT, а также GaN приборами. Расположение выводов и типы корпусов новых драйверов полностью совместимы с отраслевыми стандартами, что упрощает прямую замену в существующих конструкци-

ях. Приложения, в которых будут востребованы уникальные характеристики микросхем драйверов, включают импульсные источники питания для телекоммуникационного и промышленного оборудования, DC/DC преобразователи, корректоры коэффициента мощности в зарядных станциях электромобилей, а также такие промышленные устройства, как сетевой электроинструмент, источники

бесперебойного питания, кондиционеры и вентиляторы. Кроме того, новое семейство поддерживает приложения беспроводной зарядки.



По сравнению с другими одноканальными драйверами затворов нижнего плеча, выпущенное Infineon семейство 1EDN EiceDRIVER характеризуется самым низким в отрасли уровнем внутренней потребляемой мощности. Низкоомные выходные каскады увеличивают КПД более чем на 30%. Это повышает гибкость проектных решений и позволяет управлять большим количеством силовых устройств, оставаясь в рамках заданных температурных ограничений.

Выходы микросхем семейства 1EDN выдерживают самые большие в отрасли обратные токи – 5 А. Благодаря этому схеме не требуются защитные диоды при управле-

нии MOSFET с большими паразитными индуктивностями цепи стока, типичными для корпусов TO-220 или TO-247. Используя новые микросхемы драйверов, пользователи смогут снизить стоимость компонентов и сократить площадь печатной платы.



Входы 1EDN выдерживают отрицательные напряжения до –10 В, обеспечивая запас прочности против смещения уровней земли при работе на трансформаторы управления затворами. Этот дополнительный запас помехоустойчивости защищает входы драйверов от перегрузки или защелкивания. Дополнительно в семейство 1EDN включены версии с отдельными выводами для вытекающего и втекающего токов. Это упрощает оптимизацию скорости включения и выключения и одновременно позволяет сэкономить один внешний диод.

5-дюймовый Arduino-совместимый сенсорный дисплей расширяет возможности человеко-машинных интерфейсов

Новейшие микросхемы обеспечивают великолепное качество изображения и расширенные возможности подключения к Arduino и mikroBUS

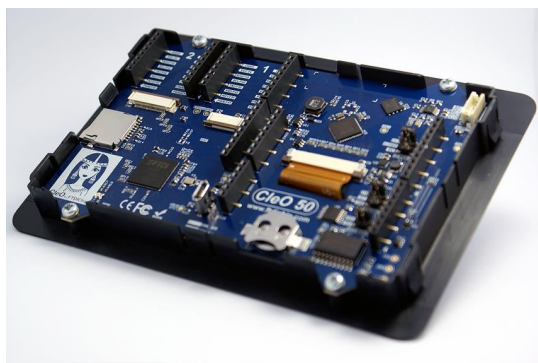
Принимая во внимание доброжелательную реакцию рынка на первый вариант интеллектуального дисплея CleO для быстрой разработки человеко-машинных интерфейсов, Bridgetek и FTDI теперь добавили в свою продуктовую линейку версию более высокого уровня. Основанный на общепризнанной технологии EVE (Embedded Video Engine – процессор поддержки встроенного видео) новый шилд CleO50 имеет 5-дюймовый TFT дисплей с разрешением 800 × 480 пикселей и встроенным резистивным сенсорным экраном, дополненный расширенными возможностями обработки аудио. Как и в предыдущем решении CleO, в CleO50 использованы самые современные полупроводниковые компоненты. Для выполнения задач обработки, а также для управления соединениями между подключенным оборудованием и аксессуарами со скоростными интерфейсами (такими, как дополнительный

модуль камеры), на CleO50 установлен 32-разрядный микроконтроллер FT900 с 8 Мбайт встроенной флеш-памяти. В этом новейшем дисплейном устройстве графический контроллер заменен более совершенной микросхемой FT812, благодаря которой теперь появилась возможность поддерживать экран большего размера с более высоким разрешением, позволяющая CleO50 воспроизводить видео с глубиной цвета 24 бита.



Еще одной важной особенностью платы является интерфейс mikroBUS, через который шилд может подключаться к различным plug-and-play платам расширения, выпускаемым компанией MikroElektronika. MicroBUS добавляет дополнительную функциональ-

ность, требуемую таким устройствам, как пульсометры, поворотные переключатели, коммуникационные модули, часы реального времени, датчики ускорения и приемопередатчики GPS без необходимости выполнять неудобные настройки оборудования. Установленный на шилде слот microSD рассчитан как на стандартные карты памяти емкостью до 2 Гбайт, так и на карты большой емкости от 4 Гбайт до 32 Гбайт. ШИМ аудио выход со встроенным усилителем громкоговорителя обеспечивает повышенное качество звука.



«Предлагая инженерам продукты Cleo, мы обеспечиваем их интеллектуальной TFT дисплейной платформой, на основе которой они могут создавать человеко-машинные



интерфейсы с более сложными функциями и большей операционной эффективностью, чем это позволяют обычные дисплейные шилды Arduino, сохраняя при этом все преимущества Arduino, когда речь идет о доступе к широкому спектру плат расширения. С Cleo50 мы имеем возможность развить эту концепцию еще дальше, предоставив более высокую производительность, лучшую совместимость и больше возможностей для дифференциации, – заявляет Фред Дарт (Fred Dart), генеральный директор и основатель FTDI Chip. – Эти устройства, поставляемые с полным набором учебных материалов и углубленными примерами проектов, подходят кому угодно – от самых опытных инженеров до новичков».

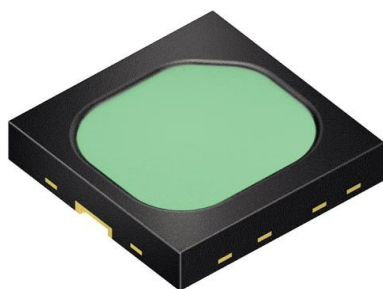
Osram представляет первый в мире широкополосный инфракрасный светодиод

Новый излучатель компании Osram Opto Semiconductors прокладывает путь для повседневного анализа качества пищевых продуктов

В новом инфракрасном (ИК) излучателе Osram Opto Semiconductors впервые использовала технологию преобразования. В результате был создан светодиод, излучающий широкополосный инфракрасный свет в диапазоне длин волн от 650 до 1050 нм. Основное применение прибор найдет в ближ-

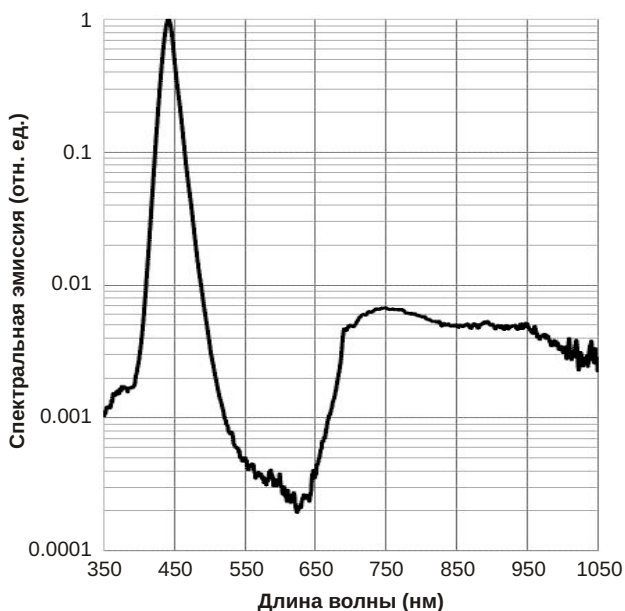
ней инфракрасной спектроскопии, например, для анализа качества продуктов питания.

Создав SFH 4735, Osram Opto Semiconductors сумела предложить рынку первый в мире широкополосный светодиодный ИК излучатель. Компонент может служить идеальным источником света для ближней ИК-спектроскопии, которая в настоящее время имеет множество применений, включая оценку качества пищевых продуктов. Новая разработка Osram позволяет перенести эту технологию измерений в потребительский сектор, например, как дополнительный аксессуар смартфонов. Уже был продемонстрирован первый мини спектрометр с новым светодиодом, показавший, что источник света может быть компактным.



Определение свежести смартфоном

В ИК спектроскопии используются характерные абсорбционные свойства некоторых молекулярных соединений. Если направить на образец излучение известного спектрального состава, то по распределению длин волн отраженного света можно определить наличие и количество содержащихся в нем тех или иных компонентов. Наряду с другими областями, этот метод применяется в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. Например, с его помощью можно определять содержание в пищевых продуктах воды, жиров, углеводов, сахара или белка. Эти данные служат критерием свежести, качества или калорийности.



Относительная спектральная эмиссия.

Новый инфракрасный светодиод открывает эту технологию измерений для рынка товаров широкого потребления. Одним из вариантов может быть компактный датчик, подобный USB флеш-накопителю, который при совместном использовании с соответствующим приложением для смартфона позволял бы оценивать калорийность, свежесть и питательную ценность продуктов.

Первый преобразователь для инфракрасных излучателей

Основой SFH 4735 служит синий кристалл площадью 1 мм², изготовленный по технологии UX:3. Его свет преобразуется в инфракрасное излучение с помощью люминофора,

специально разработанного для этого прибора. Остаточная синяя составляющая света помогает пользователю точно направить ИК поток на выбранную область, которую он хочет исследовать. Излучение SFH 4735 имеет однородное спектральное распределение в инфракрасном диапазоне. Кристалл монтируется в проверенном и компактном корпусе Oslon Black Flat, отличающемся, в частности, хорошим тепловым сопротивлением.

Анализ качества продуктов дополняет биомониторинг

Компактное устройство для спектрального химического анализа открывает совершенно новый диапазон приложений в потребительской электронике. Эксперты ожидают, что в ближайшем будущем станет возможной интеграция спектрометров непосредственно в мобильные устройства. Новая технология является естественным расширением биомониторинга, то есть, слежения за различными важными показателями жизнедеятельности, такими как частота пульса и расход калорий. Аналогичным образом спектрометр в смартфоне позволит пользователям контролировать пищу, которую они едят. Точно так же можно проверять и лекарства.

«Особый интерес представляют будущие приложения, — сказал Удо Янсен (Udo Jansen), менеджер по маркетингу инфракрасных приборов компании Osram Opto Semiconductors. — Вполне возможно, что диапазон излучения будет расширен, чтобы включить в него волны с длиной до 2000 нм, иначе говоря, до средней области инфракрасного спектрального диапазона. Это позволит выполнять более точные и детальные измерения и откроет новые возможности для ежедневного анализа некоторых параметров окружающей среды, таких, например, как качество воздуха».

Технические характеристики SFH 4735

- Длина волны: 650 ... 1050 нм;
- Спектральное распределение мощности:
 - длина волны 750 нм: 60 мкВ,
 - длина волны 980 нм: 30 мкВ;
- Размеры: 3.75 × 3.75 × 0.7 мм;
- Излучающая поверхность кристалла: 1 мм².

Поддержка Bluetooth 5 в новой СнК компании Nordic изменит взгляд на возможности устройств для умного дома, Интернета вещей и носимой электроники

Эта однокристальная СнК для поддержки Bluetooth 5 решит множество проблем разработчиков устройств для умного дома, Интернета вещей и носимой электроники

Nordic Semiconductor анонсировала запуск в серийное производство системы на кристалле (СнК) nRF52840, характеристики и возможности которой поднимают на новый уровень однокристальные приложения Bluetooth, прежде всего, в сфере электроники современных нателных устройств и оборудования умного дома, включая носимые устройства для бесконтактных платежей и медицины, а также в области промышленных датчиков и иных устройств Интернета вещей.



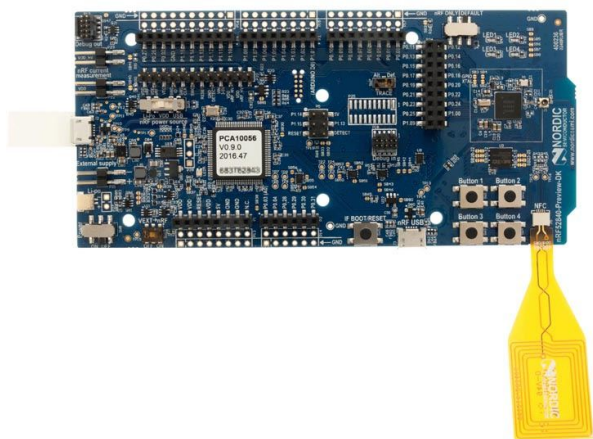
nRF52840 разработана для поддержки новейшей Bluetooth-технологии – Bluetooth 5 Core Specification, которая в ближайшее время будет принята группой SIG (Bluetooth Special Interest Group). Bluetooth 5 обеспечивает увеличенную дальность связи и повышенную пропускную способность, значительно расширяя возможности использования беспроводной технологии Bluetooth в приложениях умного дома, носимых устройств и Интернета вещей. Совместимость с новейшей спецификацией в сочетании с увеличенной максимальной выходной мощностью (+8 дБм) позволяет nRF52840 по сравнению с предыдущей реализацией Bluetooth LE версии 4.2 либо до 4 раз увеличить дальность соединения Bluetooth LE, либо до двух раз увеличить пропускную способность данных.

В дополнение к Bluetooth 5, в СнК nRF52840 реализована поддержка беспроводного стандарта IEEE 802.15.4, который является основой таких технологий умного дома, как ZigBee и Thread (с не определяемыми стандартом дополнительными более высокими прикладными уровнями сетевых

протоколов). IEEE 802.15.4 может также использоваться в качестве уровня адаптации с протоколом 6LoWPAN и стандартным протоколом Интернет. Поддержка IEEE 802.15.4 в СнК nRF52840 значительно расширяет возможности использования устройства в качестве универсальной технологической основы для Интернета вещей, умного дома или промышленных сетей датчиков, использующих различные беспроводные технологии.

СнК nRF52840 разрабатывалась на основе доказавшей свою эффективность архитектуры приборов серии nRF52 в целях поддержки Bluetooth LE и других сложных малопотребляющих беспроводных приложений, реализация которых в рамках однокристальных решений раньше была невозможна. nRF52840 содержит проверенный практикой 32-разрядный процессор ARM Cortex M4F с тактовой частотой 64 МГц, используемый в выпускаемой Nordic СнК nRF52832, а также процессор с плавающей точкой и функциями DSP, вычислительной мощности которого хватает даже для самых сложных беспроводных приложений.

По сравнению с СнК nRF52832, аппаратные усовершенствования затронули архитектуру радио, благодаря чему максимальная выходная мощность достигла +8 дБм, а бюджет канала превысил 110 дБ, флеш-память, объем которой увеличился в два раза до 1 МБ, и ОЗУ, емкость которого выросла в четыре раза до 256 КБ. Помимо этого, добавилась поддержка стандартов Bluetooth 5, IEEE 802.15.4, ANT, а также собственных беспроводных технологий Nordic диапазона 2.4 ГГц. В новой СнК появился контроллер полноскоростного USB 2.0 (12 Мбит/с) и множество новой периферии, значительная часть которой имеет аппаратные средства EasyDMA, включая интерфейс Quad SPI. СнК nRF52840 может работать от источников питания с напряжением более 5 В, что позволяет напрямую подключать ее к аккумуляторным батареям.



Комплект разработчика nRF52840 (PCA10056) с NFC-антенной.

Для решения проблем защиты, с которыми сталкиваются приложения Интернета вещей, в nRF52840 включен крипто-сопро-

цессор ARM CryptoCell-310, обеспечивающий лучший в своем классе уровень безопасности для СнК на основе Cortex-M. Как сообщает Nordic, доступны также возможности глубокого крипто-шифрования и генерации ключей.

В ближайшее время в дополнение к СнК nRF52840 Nordic Semiconductor выпустит новейшее расширение программных стеков радиочастотных протоколов S140 SoftDevice, поддерживающее большую дальность связи и высокую пропускную способность Bluetooth 5.

S140 SoftDevice и соответствующий программный инструментарий nRF5 SDK с поддержкой режимов Bluetooth 5 уже доступны на сайте Nordic. Образцы СнК и комплекты разработчика можно заказать через всемирную дистрибьюторскую сеть компании.

настоящее немецкое качество



контрольно-
измерительное
оборудование

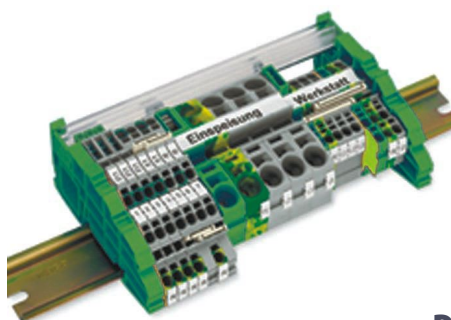


»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



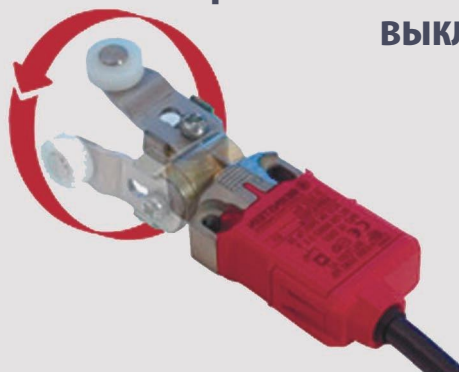
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

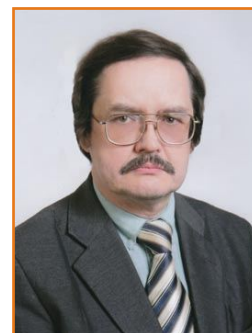
ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Fast Forward Forum от журнала «Elektor» на 27-й Международной выставке Electronica 2016, München



М.А. Шустов

С 8 по 11 ноября 2016 г. в третьем по величине городе Германии Мюнхене состоялась 27-я Международная выставка Electronica 2016. О беспрецедентных масштабах выставки красноречиво говорят цифры: свыше 73 тысяч посетителей из 87 стран мира, 2700 представителей от 800 фирм-экспонентов из 52 стран, 480 журналистов из 30 стран. Общая площадь выставки превышала площадь вместе взятых Лувра и Эрмитажа.

На Рисунке 1 изображена эмблема выставки, а на Рисунке 2 – план размещения ее экспозиций в 12 гигантских павильонах ангарного типа.

В числе многочисленных фирм и организаций-участников выставки в очередной раз отметился международный журнал «Elektor», под презентации которого было выделено 500 кв.м. Спонсорами журнала в организации Fast Forward Forum на выставке Electronica



Рисунок 1. Эмблема выставки Electronica 2016.

A look at Planet e: the electronics industry's entire universe.



Рисунок 2. План размещения экспозиций на 27-й Международной выставке электронных компонентов, систем и приложений, München-2016. От одного конца выставки до другого «всего» одна остановка метро.

2016 выступили STMicroelectronics, Conrad, Würth Elektronik и Trinamic. В конце мая 2016 г. потенциальным участникам форума от журнала «Elektor» были разосланы персональные извещения с предложением в весьма сжатые сроки представить на конкурс свои разработки в номинациях «Прототип», «Стартап» или «Идея». Сроки эти затем были существенно пролонгированы. Победителям конкурса в каждой из трех номинаций, занявшим первые места, была обещана премия 75, 50 и 25 тыс. евро на развитие своих проектов.

В итоге из поступивших на конкурс двухсот с небольшим предложений Оргкомитетом было отобрано 35 проектов, авторами которых стали представители 16 стран, преимущественно Германии. 19 проектов были представлены фирмами, 16 – частными лицами.

Оргкомитет и, соответственно, жюри форума составили: Генеральный директор Издательства «Elektor» Don Akkermans, Рисунок 3, а также члены Международной редколлегии журнала «Elektor» – контент-директор журнала Ferdinand te Walvaart, ответственный редактор англоязычных версий журнала Jan Buiting, главный редактор немецкоязычного

издания Jens Nickel, технический менеджер и вебмастер журнала Clemens Valens (Рисунки 4 и 5) и ряд других лиц. Многогранная работа секретаря Оргкомитета легла на плечи



Рисунок 3. Генеральный (управляющий) директор Издательства «Elektor» Don Akkermans.



Рисунок 4. Члены Международной редколлегии журнала «Elektor» – контент-директор Ferdinand te Walvaart (слева) и ответственный редактор англоязычных версий журнала Jan Buiting (справа).



Рисунок 5. Член Международной редколлегии журнала, главный редактор немецкой версии журнала Jens Nickel (слева), а также технический менеджер и вебмастер лаборатории журнала <http://www.elektor-labs.com>, ведущий форума Clemens Valens (справа).

хрупкой дамы Tanja Pohlen; рабочие будни форума освещала журналист Tessel Renzenbrink, Рисунок 6.

8 ноября в 10 часов утра Fast Forward Forum стартовал, Рисунок 7. Каждый участник форума выступал 15–20 минут, демонстрируя на экране монитора виртуально, а иногда и наглядно, в железе, свою разработку, после чего отвечал на возникшие у жюри и слушателей вопросы. Кроме того, у каждого участника имелся индивидуальный демонстрационный стенд и место для размещения экспонатов.

Первым представил свою разработку на суд участников мероприятия самый дальний участник форума, прибывший в Мюнхен с противоположной стороны земного шара – из Австралии. Len Williams, Рисунок 8, изложил свой новый метод для измерения расхода воды с использованием полностью цифрового подхода взамен традиционному механическому способу. Способ обещал быть более точным, позволял экономить воду в засушливых регионах Австралии и даже обнаруживать утечки воды.



Рисунок 6. Секретарь форума, менеджер проекта Tanja Pohlen (слева), журналист Tessel Renzenbrink (справа).

Следующим свой метод обучения навыкам программирования с использованием «умных часов» SmartWatch представил Peter Wasilewski из Польши, компания NWATH.

Второй представитель Польши Bartosz Walentyn, компания BUCIOR, продемонстрировал зрителям многофункциональное устройство для удаления сорняков или очистки пола водяным паром.

Далее David Link, представитель группы разработчиков из четырех человек от немецкой компании NevisQ, презентовал монитор, позволяющий с помощью искусственного интеллекта контролировать действия пожилых людей, нуждающихся в уходе и поддержке.

Участник форума из Индии Ravinda Desai показал зрителям действующую установку



Рисунок 7. Открытие Fast Forward Forum на Electronica 2016. Стартовое ускорение задано.



Рисунок 8. Len Williams (Австралия) отвечает на вопросы по своему методу измерения расхода воды. Справа ведущий форума Clemens Valens.

Surround Sound System, использующую новый формат объемного звука для домашних кинотеатров. Установка являла собой высококачественный УНЧ АВ-класса с выходной мощностью 80 Вт, дополненную усилителем D-класса повышенной мощности.

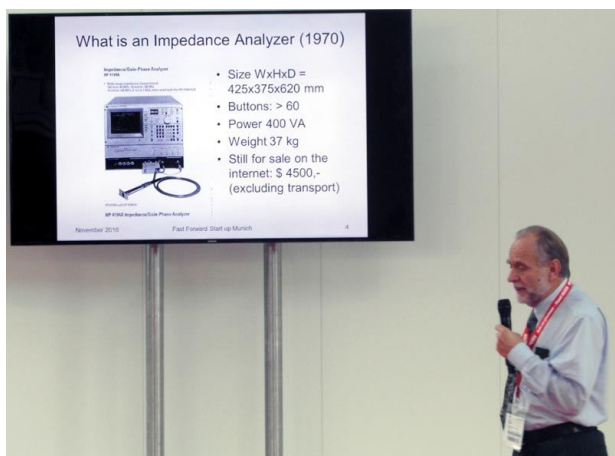


Рисунок 9. Will Dijkman (Нидерланды) объясняет слушателям, какими громоздкими и неуклюжими ныне кажутся монстры измерительной техники полувекковой давности, и насколько компактен и удобен созданный им прибор.

После обеденного перерыва слушания возобновил Andre Kholodov, представляющий группу разработчиков из Германии (фирма eCozy) и Украины. Его разработка относилась к усовершенствованию водно-радиаторных термостатов за счет внедрения в них электронно-разумной начинки, позволяющей дистанционно контролировать и отображать температуру.

Следующий участник состязания Michael Harpak из Германии (фирма CA&RE Industries UG) продемонстрировал публике мобильный динамик «с самым лучшим качеством звука».

Will Dijkman из Нидерландов, Рисунок 9, представлял «недорогой» (1899 евро) портативный USB прибор для измерения импеданса в диапазоне частот 100 Гц ... 50 МГц.

Charles Rapon из Швейцарии предложил вниманию публики альтернативный язык описания аппаратных средств цифровой техники с открытым исходным кодом.

После перерыва на кофе-брейк с докладом «Градиентный детектор – новый элемент электронных устройств для контроля отклонения сигнала от нормы» от имени соавторов (М.А. Шустов и А.М. Шустов) выступил А.М. Шустов, Рисунок 10.

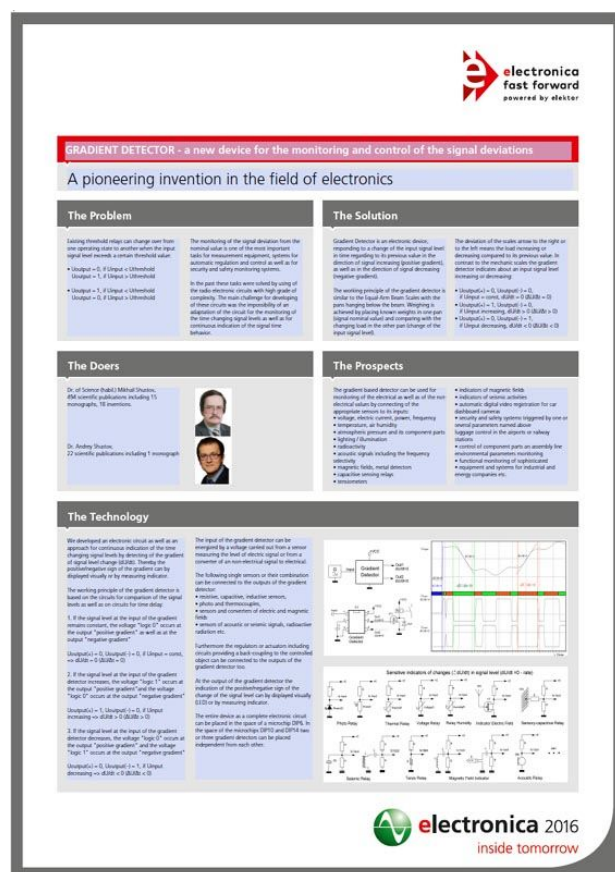


Рисунок 10. Стенд М.А. Шустова и А.М. Шустова «Градиентный детектор – новый элемент электронных устройств для контроля отклонения сигнала от нормы».

Завершил первый рабочий день форума Walter Mayer из Германии с докладом под названием «Макетные платы для проектов, использующих компоненты SMD».

Второй день форума открылся сообщением австрийца Daniel Schrott, который разработал систему защиты детей и животных, базирующуюся на Raspberry Pi-технологиях. Система позволяет определять географическое положение объекта, контролировать содержание углекислого газа в воздухе и измерять температуру, позволяя тем самым следить за состоянием детей или животных, оставленных в автомобиле.

Следующим докладчиком был Ulrich Dreher из Штутгарта (Германия), представляющий фирму μ OLDA. Он представил на суд жюри и зрителей малый онлайн анализатор данных для измерения в реальном масштабе времени свойств кабельной продукции.

Затем с сообщением на тему «WiFi-enabled IoT development board» выступил бельгиец Gino de Cock и, сразу за ним, португальцы Joao Rosa и Julio Matos с докладом на тему «Шлюз для IP видеоконференций через ISDN».

Обаятельная Lara Obst, представляющая коллектив авторов от компании Mowea (Modular Wind Energy) из Германии, выступила с докладом, в котором были изложены успехи компании в деле разработки специального способа обеспечения надежным и экономичным энергоснабжением бытовых потребителей, расположенных вне зоны традиционного сетевого снабжения. Автономное энергоснабжение было гарантировано совместным использованием солнечной энергии и энергии ветра.

Завершил предобеденное заседание француз Jean Noel Lefebvre из Лиона, участник подобного мероприятия в 2014 г. Он презентовал две свои цветовизуальные разработки, Рисунок 11, первая из которых имела привлекающее внимание наименование «Магическая лампа», которая окрашивалась в цвет куска окрашенной бумаги, подложенной под эту лампу. Вторая разработка, скорее всего, предназначалась для дружеских вечеринок или проведения рекламных акций. Это были перфорированные очки, носитель которых видел окружающий мир сквозь сетку отверстий, а снаружи очков располагались светодиоды, по которым транслировалась бегущая строка с заранее запрограммированным сообщением.

Вторая половина рабочего дня форума открылась выступлением португальца Orlando Remedios на тему «Прикладное про-



Рисунок 11. «Магическая лампа» Jean Noel Lefebvre (Франция), окраска которой изменяется в соответствии с цветом цветной бумаги, подложенной под предметный столик прибора. Справа на ящичке дырчатые очки того же автора с автономным источником питания, которые могут отображать бегущую строку с информацией.

граммное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером, с системой End-to-End шифрования».

После него свою разработку под названием «Полностью масштабируемая платформа для точного определения в режиме реального времени перемещения товаров для промышленности, розничной торговли и спорта» представлял чех Milan Simek – представитель компании Sewio Networks.

Pierre Yeves Sempere (Франция), сотрудник компании EMSPROTO, отметил сообщением «Быстрый монтаж печатных плат для дизайнера электроники».

Болгарин Georgi Taskov, представитель коллектива люксембургской компании EWOS, познакомил слушателей с решением проблемы удаленного беспроводного мониторинга и анализа вибрационных процессов.

После короткого перерыва были заслушаны презентации идей бельгийца Jonas Galle (компания ValCUN) на тему «Недорогой 3D-принтер для металлической печати» и немца Ulrich Pilz «Банк питания и сбора тепловой энергии как социальный проект для детей и школьников». «Банк питания» содержал элемент Пельтье, обычно используемый для охлаждения процессоров, к выводам которого был присоединен цифровой мультиметр. По мнению автора, такие элементы за счет тепла человеческого тела способны при усовершенствовании заряжать аккумуляторы USB-устройств.



Рисунок 12. Ulrich Pilz (Германия) рассказывает о своем устройстве для ИК диагностики диабетической стопы.

Третий рабочий день форума открылся презентацией разработки Walter Polleros (Австрия). На суд присутствующих был представлен проект с интригующим названием «Биосвет, магический шар». Взору зрителей предстал стеклянный шар, светящийся синевато-бледным цветом. От шара отходили провода, тянущиеся к цветочному горшку, в котором произрастал обычный с виду цветок. Стоило коснуться цветка, шар немедленно реагировал сменой окраски на розово-красную. По мнению автора, устройство могло тем самым визуальнo отображать эмоциональное состояние человека, общающегося с растением.

Затем была представлена вторая разработка Ulrich Pilz (Германия), Рисунок 12, под названием «Инфракрасная панель тепловидения с беспроводной передачей данных для медицинских и технических приложений», Рисунок 13. Устройство обошлось разработчику в 3000 евро и позволяло контролировать на экране монитора температуру подошвы стопы человека с шагом в несколько миллиметров. Основное назначение устройства – диагностика так называемой диабетической стопы, температура которой значительно ниже температуры остального тела. Впрочем, подобные устройства были доступны и четверть века назад, а поставленные задачи легко решались просто на ощупь или по внешнему виду.



Рисунок 13. А вот и само устройство для ИК диагностики диабетической стопы (справа) в сопоставлении с устройством-предшественником (в центре) на экране монитора докладчика.

Следующим выступающим был Andreas Huss из Австрии, представлявший миниатюрный тепловизор, работающий в среде iOS, Android, MS Windows и позволяющий по сети WLAN передавать тепловизионные изображения размером 128 128 пикселей на экран смартфона, планшета или персонального компьютера. В гаджете размером 110,5 дюйма были использованы 32-битные микроконтроллеры STMicroelectronics, микроболометр FLIR Lepton, датчики давления, влажности и температуры. Устройство использовало 8 Гб внешней памяти, имело OLED дисплей, беспроводную зарядку, а также USB-C подсоединение. Автономное питание на 3.5 часа обеспечивалось Li-Ion аккумулятором.

Следующий экспонат – настоящий робот – приземистая прямоугольная коробка на колесах была способна перевозить на себе не

особо упитанных людей, либо иные грузы массой до 50...80 кг. Авторами разработки был коллектив из шести человек, представленный докладчиком Joachim Tresp (Германия). Робот мог перемещаться по исключительно ровной поверхности на протяжении 2...3 часов, после чего его свинцовые аккумуляторы на 24 В емкостью 20 А·ч необходимо было вновь заряжать.

Преподаватель университета из Португалии Mario Tinoco, Рисунок 14, для демонстрации своей разработки провез через все пункты досмотра и границы целый чемодан радиоэлектронных блоков, на сборку которых затратил целый день. В число этих многочисленных блоков входили источник питания, имитатор солнечной батареи, устройства GSM и WLAN обмена информацией и т. д. Само устройство было предназначено для полифункционального мониторинга расхода электрической энергии в бытовых условиях и управления при помощи ноутбука потоками электроэнергии, контроля динамики ее потребления и многого другого.



Рисунок 14. Mario Tinoco (Португалия) за настройкой своей конструкции для комплексного мониторинга потоков энергии в домашней энергосети.

Выступавшие следом Oliver Krebs и Bjorn Anders из компании Mexdulon (Германия) представили вниманию присутствующих 32 модуля (тетра-платы) для сборки различных простых электронных устройств.

После обеденного перерыва взоры зрителей были прикованы к докладу импозантного американца J.F. Brandon, выступавшего от имени компании BotFactory Squink из Нью-Йорка и представлявшего коллектив разработчиков из шести человек, поддерживаемых

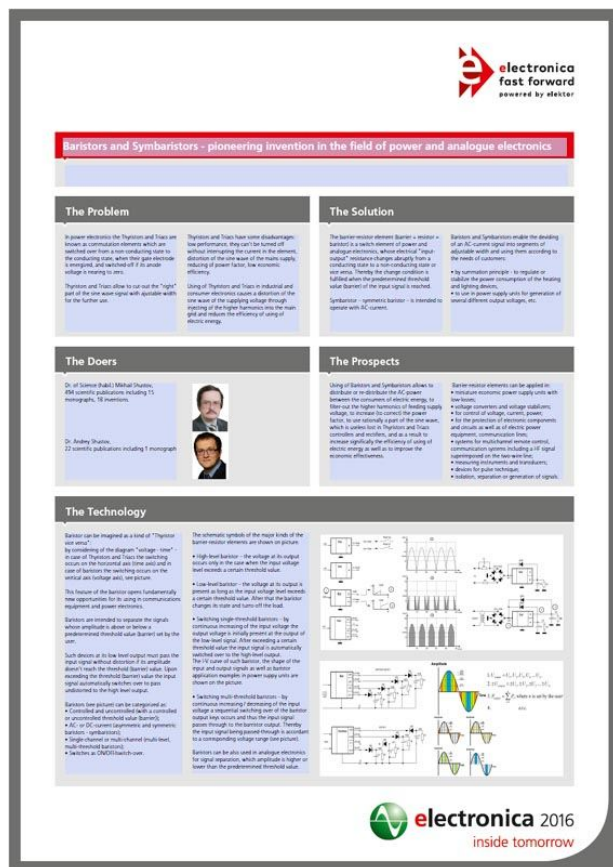


Рисунок 15. Стенд М.А. Шустова и А.М. Шустова «Барьерно-резистивные элементы», занявший третье место в категории «Идеи».

восемью группами студентов. Этот мощный коллектив презентовал настольный принтер печатных плат с использованием в составе чернил серебряных наночастиц.

Marco Kaufmann, представитель германской компании Simulics GmbH, доложил слушателям о своей разработке «Full system simulation and debugging tools with reverse debugger», после чего испанец Carlos de Ponce de Leon от фирмы Egeon выступил с сообщением «Technology Hardware Security for IoT devices».

После небольшого перерыва на прием чашечки кофе, в категории «Идеи» от имени германской компании Kewazo и от лица пяти его соавторов выступил Artem Kuchukov. Разработка этого коллектива была посвящена автоматизации возведения строительных лесов в целях снижения производственного травматизма.

Со следующей идеей выступил Michael Kiessling (Германия), предложивший использовать USB-флэш-накопитель в качестве

индивидуального ключа-пароля для обеспечения единоличного доступа к компьютерным данным.

Завершающий доклад форума прозвучал от имени соавторов (М.А. и А.М. Шустовых) из уст Андрея Шустова, Рисунок 15. В докладе было предложено использовать в качестве элементов силовых и аналоговых устройств барьерно-резистивные элементы – баристоры и симбаристоры, ключевые пороговые элементы, – антиподы тиристоров и симисторов, управляемые, в отличие от последних, не по оси времени, а по оси напряжений.

Заключительный день форума, 11 ноября 2016 г., был посвящен подведению итогов, выявлению и награждению победителей.

Из достаточно лаконичных описаний рассмотренных выше разработок читателю несложно представить, какой непростой задачей обернулось перед членами Международного жюри определение победителей соревнования, тем более что содержание многих докладов явно не входило в круг профессиональных интересов издателей и читателей журнала «Elektor», издания, целиком посвященного радиоэлектронике, электронным компонентам и схемотехнике. Действительно, как можно сопоставлять, например, кислое и зеленое, зеленое и железное, железное и жидкое, жидкое и квадратное?

Итак, как же распределились в итоге призовые места? Итоги форума отображены на странице сайта <https://www.elektormagazine.com/news/and-the-winner-is>.

Первые и, соответственно, материально вознаграждаемые места, достались:

- Коллективу компании Mowea из Германии за работу «Modular pico-wind-energy system that delivers reliable, clean and cost-efficient energy for off-grid areas». Категория «Прототипы».
- Коллективу компании BotFactory Squink из США за работу «Desktop PCB Printer with silver nanoparticle ink and pick-and-place machine». Категория «Стартапы».
- Коллективу компании Kewazo из Германии за работу «Swarm robotics automation systems for the scaffolding industry». Категория «(Инновационные) Идеи».

Вторые места присуждены следующим участникам:

- Коллективу компании NevisQ из Германии за работу «Baseboards for intelligent fall prevention and detection with the help of artificial intelligence». Категория «Прототипы».



Рисунок 16. Итоговая фотография участников Fast Forward Forum на Electronica 2016, Мюнхен, 11 ноября 2016 г. В руках победителей картонные безымянные таблички с указанием занятого места.

- Коллективу компании eCozy (Германия-Украина) за работу «Premium connected radiator valve thermostats». Категория «Стартапы».
- Коллективу компании ValCUN из Бельгии за работу «Safe Low Cost Desktop Metal 3D Printer». Категория «(Инновационные) Идеи».

Третьи места достались:

- Коллективу компании NWATH из Польши за работу «Smartwatch development kit». Категория «Прототипы».
- Коллективу компании Sewio Networks из Чехии за работу «Fully Scalable Platform for precise movement digitization and real-time

visualization for Industry 4.0, retail and sports». Категория «Стартапы».

- М.А. и А.М. Шустовым за работу «Barrier-Resistor Elements». Категория «(Инновационные) Идеи».

На странице <https://www.elektormagazine.de/news/drei-preisgekronte-startups> можно ознакомиться с видеозаписями выступлений первых призеров форума.

По завершении работы форума участники мероприятия сфотографировались на добрую память, Рисунок 16.

Следующая выставка – Electronica 2018 и, соответственно, форум от журнала «Elektor» состоится в Мюнхене 13–16 ноября 2018 г. **РЛ**

Микросхемы датчиков температуры

Tom Lecklider

Evaluation Engineering

Большинству инженеров-электронщиков известно, что температурный коэффициент напряжения база эмиттер транзистора (V_{BE}) равен приблизительно $-2 \text{ мВ/}^\circ\text{С}$. Однако «приблизительно» – это не совсем то, что требуется для точных датчиков температуры. В то же время целый ряд оригинальных конструкций, основанных на этом базовом соотношении, гарантирует высокую точность в типичном диапазоне от -50°С до $+150^\circ\text{С}$.

Компании Analog Devices (ADI) и Texas Instruments (TI) разработали аналоговые датчики, основанные на разности напряжений V_{BE} (V_{BE}) двух транзисторов, работающих при разных плотностях тока. При использовании V_{BE} вместо V_{BE} ток I_S – обратный ток насы-

щения в диодном уравнении Шокли, – как показано в Формуле 1, из выражения исключается [1].

$$\frac{V_{BE}}{q} \ln \frac{I_C}{I_s} - \frac{V_{BE1}}{q} \ln \frac{I_C}{NI_s} - \frac{V_{BE2}}{q} \ln(N) \quad (1)$$

Согласно документации ADI, большая площадь обеспечивается параллельным включением N транзисторов, в то время как в описании TI говорится о двух транзисторах разных размеров [2].

Кроме того, в руководстве TI есть интересное уточнение. «Для того чтобы точность

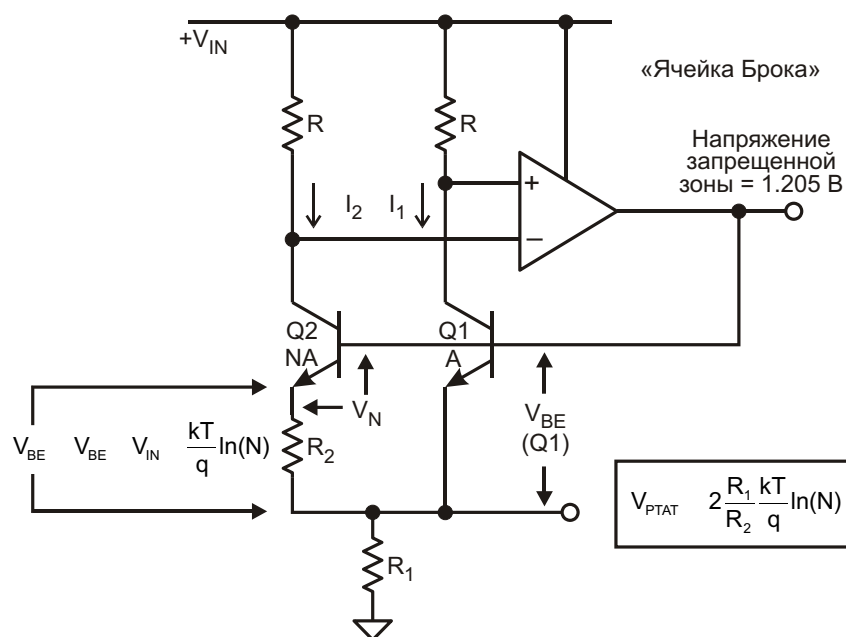


Рисунок 1. Схема ИОН на основе запрещенной зоны и датчика температуры, в которой используется напряжение V_{BF} . (С разрешения Analog Devices).

схемы сохранялась в диапазоне температур, токи утечки каждого транзистора, которые при высоких температурах могут достигать весьма больших значений, должны быть равны, чтобы за счет взаимной компенсации исключить их влияние на результат измерений... Для решения этой проблемы каждый из транзисторов Q1 и Q2, на которых построена схема, заменен группой транзисторов, образующих Q1 [с площадью эмиттера, в десять раз большей, чем у Q2] и Q2. Эти группы имеют одинаковую геометрию, благодаря чему их токи утечки компенсируются, однако в схеме измерения температуры используется лишь по одному транзистору из каждой группы – один из группы, представляющей Q1, и один из другой группы [2].

Значение V_{BE} обрабатывается также по-разному. На Рисунке 1 показана упрощенная схема, используемая ADI в конструкции источника опорного напряжения на основе запрещенной зоны шириной 1.205 В. Коллекторные токи принудительно выравниваются операционным усилителем, выход которого управляет базами транзисторов и поддерживает на них одинаковые напряжения. Это означает, что ток, идущий через R2, равен $V_{BE}/R2$. Следовательно, падение напряжения на сопротивлении R вдвое больше, чем на R1, или

$$V_{\text{ПТАТ}} = 2 \frac{R_1}{R_2} \frac{kT}{q} \ln(N) \quad (2)$$

где $V_{\text{ПТАТ}}$ – выходное напряжение, пропорциональное абсолютной температуре.

Напротив, в схеме на Рисунке 2 операционный усилитель используется как для выравнивания токов транзисторов, так и для масштабирования выхода до значения 10 мВ/°K. 100-омный резистор используется для добавления корректирующего тока второго порядка.

Заметим, что в схеме на Рисунке 1 большую площадь эмиттера имеет транзистор Q2, в то время как на Рисунке 2 эмиттер больше у транзистора Q1. Тем не менее, работа обеих схем основана на разности напряжений база-эмиттер. На Рисунке 1 разность напряжений V_{BE} берется непосредственно между двумя эмиттерами с резистора R2, а в схеме на Рисунке 2 V_{BE} измеряется на резисторе R, включенном между двумя базами.

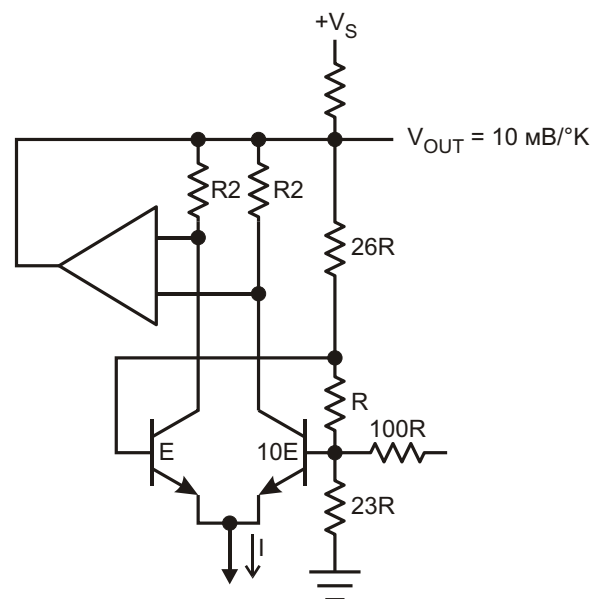


Рисунок 2. Датчик температуры, основанный на V_{BE} . (С разрешения Texas Instruments).

В дополнение к току, прямо пропорциональному температуре, некоторые из этих устройств имеют выход опорного напряжения запрещенной зоны с номинально нулевым температурным коэффициентом, которого достигают путем добавления к V_{BE} с положительным температурным коэффициентом порядка +2 мВ/°C напряжения V_{BE} с отрицательным температурным коэффициентом около –2 мВ/°C. Схемы на основе запрещенной зоны имеют выходное напряжение около 1.22 В и используются в конструкциях, для которых не подходят более высоковольтные термокомпенсированные стабилитроны.

AD590 – двухвыводной датчик, ток которого пропорционален температуре в градусах Кельвина. Подгонкой на фабрике коэффициент пропорциональности устанавливается равным 1 мА/°K, поэтому при 0 °C выходной ток в идеале должен равняться 273.7 мкА.

В выпускаемом компанией Linear Technology Corp. (LTC) мониторе температуры LTC2996 в качестве основы термочувствительной схемы также используется измерение V_{BE} . Однако, вместо сравнения напряжений база-эмиттер двух разных транзисторов, LTC2996 переключает количество тока, пропускаемого через один внутренний или внешний диод. Измерение напряжения на диоде при двух токах эквивалентно подходу ADI или TI – ток насыщения из уравнения исключается. Для определения внутреннего

последовательного сопротивления диода может подключаться третий ток, а для компенсации этого сопротивления добавлена соответствующая схема. Так же как в схемах на Рисунках 1 и 2, LTC2996 имеет выход, откалиброванный в градусах Кельвина, в данном случае – 4 мВ/°К. Гарантированная ошибка измерения температуры LTC2996 не превышает $\pm 1^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от 0°C до $+100^\circ\text{C}$, и $\pm 1.5^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от -40°C до $+125^\circ\text{C}$.

При использовании с внешним диодом, например, для измерения температуры удаленного оборудования, LTC2996 обеспечивает выходной ток, достаточный для управления длинными линиями. Как написано в статье LTC, «Ошибка, обусловленная последовательным сопротивлением до 1 кОм, обычно бывает меньше 1%... максимальная длина линии связи ограничена не столько ее сопротивлением, сколько емкостью. Емкость свыше 1 нФ начинает влиять на установление напряжения датчика при различных токах и, следовательно, вносит дополнительную ошибку отсчета температуры. Например, 10-метровый отрезок кабеля CAT 6 имеет емкость порядка 500 пФ» [3].

Используя такой же подход, ON Semiconductor (ON) разработала как двух-, так и трехтоковые устройства. Как и следовало ожидать, двухтоковые датчики чувствительны к последовательному сопротивлению, поэтому их лучше использовать для локальных измерений температуры. Подобно микросхемам LTC, трехтоковые устройства могут компенсировать последовательное сопротивление, что важно для рынка автомобильного оборудования. Около половины предназначенных для термоуправления изделий компании называется цифровыми датчиками температуры. Однако, даже те микросхемы, в названиях которых нет слова «цифровой», все равно содержат большое количество цифровых цепей.

Имеющееся в портфеле компании устройство NCT475 дает наглядное представление о сложности внутреннего устройства цифровых датчиков температуры. В этой микросхеме используется 12-битный дельта-сигма АЦП, обновляющий показания температуры каждые 80 мс. Результаты измерений хранятся упакованными в байты, поэтому, если вашему приложению достаточно 8-битного разрешения, потребуется считать

всего один байт. Кроме того, поскольку устройство потребляет от источника питания 3.3 В довольно большой ток порядка 500 мкА, предусмотрен режим однократного преобразования температуры, после которого устройство немедленно переходит в режим ожидания с током потребления 3 мкА. По структуре внутренних регистров NCT475 полностью совместима с микросхемами NCT75 (ON), LM75 (TI, Maxim) и TMP75 (TI).

В списке датчиков температуры компании Maxim Integrated имеется около 70 приборов, большинство из которых содержит какие-либо цифровые цепи. Период выходных прямоугольных импульсов микросхемы MAX6576 прямо связан с абсолютной температурой. В микросхеме MAX6577 температура индицируется частотой сигнала. А в микросхеме MAX6667 информация об измеренной температуре содержится во времени задержки между входным стробом и выходным импульсом. Для всех этих устройств предусмотрено переключение масштабов преобразования. Например, период выходных импульсов микросхемы MAX6576 вы можете установить равным $10 \times T$, $40 \times T$, $160 \times T$ или $640 \times T$, где T – температура в градусах Кельвина. Пять из этих устройств с однопроводными выходами в Таблице 1 отнесены к числу 14 аналоговых датчиков, поскольку зависимость состояния их выходов от температуры имеет плавный характер.

Смена шкалы

В документе TI обсуждаются способы достижения высокой точности линеаризации и преобразования выходной шкалы температур из Кельвина в градусы Цельсия или Фаренгейта. Вместо упрощенного соотношения, используемого в Уравнении 1, более полная модель напряжения дается Уравнением 3, приписываемым Роберту Видлару (Robert Widlar) из National Semiconductor.

$$V_{BE} = V_{G0} + 1 \frac{T}{T_0} + V_{BE0} \frac{T}{T_0} + \frac{nkT}{q} \ln \frac{T}{T_0} + \frac{kT}{q} \ln \frac{I_C}{I_{G0}} \quad (3)$$

Два первых члена этой формулы являются линейными функциями температуры, а

Таблица 1. Аналоговые и цифровые датчики температуры, доступные на рынке

Компания	Аналоговые	Цифровые
Analog Devices	8	18
Linear Technology	3	9
Maxim Integrated	14	55
ON Semiconductor	0	25
Texas Instruments	12	79

два последних – нелинейными. Использование только линейных членов дает

$$\frac{dV_E}{dT} \frac{V_{G0}}{273.7} \quad 4.47 \text{ мВ/ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

где

V_{G0} – ширина запрещенной зоны кремния (типичное значение 1.22 В);

V_E – напряжение на эмиттерах в схеме на Рисунке 2;

273.7 – 0 °C, выраженные в градусах Кельвина.

При выводе этого результата уравнение решалось при $T = 0^\circ\text{C}$, чем объясняется появление числа 273.7. При этом, как утверждает в рекомендациях TI, «...характер зависимости V_E от температуры будет неизменным, независимо от значений напряжения базы транзистора, его коэффициента передачи тока и напряжения база-эмиттер».

Последним элементом конструкции датчика будет отдельная компенсирующая схема, аппроксимирующая два оставшихся небольших нелинейных члена выражения током, пропорциональным корню из $I_{РТАТ}$ – току, пропорциональному абсолютной температуре. Многие из этих идей воплощены в датчике LM35, не требующем внешней подстройки и имеющем чувствительность

10 мВ/°C и точность $\pm 0.75^\circ\text{C}$ в диапазоне температур $-55^\circ\text{C} \dots +150^\circ\text{C}$.

Тенденции рынка

Аналоговые схемы, необходимые для точных измерений температуры в широком диапазоне, совершенствовались в течение нескольких лет и поддерживают датчики как с аналоговыми, так и с цифровыми выходами. В Таблице 1 представлено количество датчиков обоих типов, предлагаемых сегодня на рынке каждой из компаний, упомянутых в статье. Хотя количество цифровых датчиков намного больше, чем аналоговых, в большинстве своем они ничем не отличаются от аналоговых, за исключением форматов представления результатов. **РЛ**

Ссылки

1. Linear Circuit Design Handbook, Analog Devices, Chapter 3, 2008.
2. AN-460 LM34/LM35 Precision Monolithic Temperature Sensors, Texas Instruments, Application Report SN0A748C, May 2013.
3. Schwoerer, C., and Trampitsch, G., "High Accuracy ($\pm 1^\circ\text{C}$) Temperature Sensors Improve System Performance and Reliability," Linear Technology Journal of Analog Innovation, Vol. 22, No. 4, January 2013.

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD590](#)
2. [Datasheet Texas Instruments LM75](#)
3. [Datasheet Linear Technology LTC2996](#)
4. [Datasheet Maxim Integrated MAX6576](#)
5. [Datasheet Maxim Integrated MAX6577](#)
6. [Datasheet Maxim Integrated MAX6667](#)
7. [Datasheet ON Semiconductor NCT475](#)
8. [Datasheet ON Semiconductor NCT75](#)
9. [Datasheet Texas Instruments TMP75](#)

Ретро микросхемы, которые никогда не умрут

Lou Frenzel

Electronic Design

Многие старые компоненты, от таймера 555 до регулятора LM317, все еще можно купить у поставщиков, чтобы помочь инженерам, радиолюбителям, или даже студентам завершить свои проекты.

Сейчас я готовлю к переизданию обновленную версию моей книги по основам электроники *Electronics Explained*. Я добавляю несколько практических экспериментов и проектов, которые позволят читателю собрать некоторые интересные демонстрационные схемы на беспаячных макетных платах. Необходимые компоненты я обычно заказываю онлайн у Jameco и иногда у All Electronics и Mouser.



Когда я просматривал каталог, до меня дошло, что компания до сих пор держит на складе огромное количество старых микросхем и транзисторов, некоторые из которых были выпущены еще в 1970-х годах. На самом деле, я вижу десятки таких приборов.

Я обнаружил, что дистрибьюторы и сейчас ежегодно продают миллионы этих пришедших из прошлого компонентов. Почему?

Вопреки возрасту

Помните таймер 555 и операционный усилитель 741? Эти микросхемы впервые появились в 1970-х годах. Если вы инженер из той эпохи, возможно, вы использовали их в своих разработках. Я использовал. Но даже если вы недавний выпускник, вы могли столкнуться с ними при экспериментах в учебных лабораториях. А если вы радиолюбитель или экспериментатор, то наверняка знаете об этих старых добрых компонентах.

До сих пор окружают нас популярные стабилизаторы LM317 и 7805. Вы можете также заказать операционный усилитель LM301, компаратор LM311 и аудио усилитель LM386. Другие запоминающиеся микросхемы – сдвоенный операционный усилитель MC1458, схема ФАПЧ NE565 и трансимпедансный усилитель CA3080. Помните такие? Никуда пока не делись балансный модулятор MC1496, смеситель NE602 и генератор функций XR2206.

Что касается цифровых микросхем, то старая серия 7400 продолжает доминировать во всех своих вариантах. Остаются популярными маломощные версии ТТЛ 74LS, и

широко используются их КМОП эквиваленты 74НС. По-прежнему доступны КМОП микросхемы серии 4000. Возможно, вы помните популярный декадный счетчик CD4017 или схему ФАПЧ CD4046.

И сегодня можно приобрести старые микропроцессоры и микроконтроллеры, такие как 6502, 6800, 8080, 8031 и Z80. Так же как и я, многие из вас изучали микроконтроллеры на примере одного из этих чипов. Все они упакованы в 40-выводные корпуса DIP, которые сегодня уже выглядят экзотикой.

Нельзя обойти вниманием ваши любимые, проверенные и надежные транзисторы, такие как 2N2222, 2N2907, 2N3904, 2N4401, MPF102 и 2N3055. Все мы также пользуемся старыми, но хорошими MOSFET IRF510 и 2N7000. И давайте не будем забывать про диоды 1N4001 и 1N4148.

Что хорошего в ретро?

Главный вопрос заключается в том, почему до сих пор нас окружают эти так называемые устаревшие компоненты? Вот, что я думаю об этом.

Во-первых, эти компоненты прекрасно работают, и они все еще «достаточно хороши» для многих конструкций. Они проверены временем, надежны, и прощают ошибки. Во-вторых, на эти компоненты ссылаются огромное количество публикаций. Тысячи статей, книг, руководств по применению, справочных материалов и онлайн источников позволяют вам легко и быстро придумать свою конструкцию. В-третьих, эти компоненты дешевы. За редким исключением, большинство из них можно купить меньше, чем за доллар. А поскольку найти эти компоненты можно у многих поставщиков, их приобретение будет простым и быстрым.

И, наконец, микросхемы упаковываются в большие по сегодняшним меркам корпуса с двухрядным расположением выводов (DIP). С ними легко работать, вставляя их в широко распространенные беспаячные макетные

платы. С другой стороны, использовать современные компоненты для поверхностного монтажа очень неудобно. Они малы и требуют специальных инструментов, ловкости рук и хорошего зрения.

Тысячи любителей и экспериментаторов покупают компоненты в корпусах DIP просто потому, что с ними проще работать. Достаточно взглянуть на проекты, публикуемые в популярных радиолобительских журналах, подобных Nuts & Volts, Circuit Cellar, Elektor, и Make. В большинстве из них используются старые корпуса DIP.

Что мне действительно интересно, неужели кто-то сейчас конструирует с этими чипами новые продукты? Наверное, нет. Сегодня все микроминиатюрное и паяется на поверхность. Если вам понадобится мультивибратор, вы больше не посмотрите в сторону микросхемы таймера 555. Вместо этого вы запрограммируете дешевый 8-разрядный микроконтроллер PIC и получите то же самое. И в том, чтобы использовать единственный встроенный микроконтроллер вместо ТТЛ или КМОП схем, во многих случаях есть смысл. Однако сделать что-либо подобное с линейными схемами намного сложнее. Вот почему мы видим вокруг себя так много старых операционных усилителей и других линейных компонентов.

Я только что макетировал демонстрационную схему, иллюстрирующую принцип двоичного счета. В ней использовался 4-разрядный двоичный счетчик 74НС161, управляемый генератором на таймере 555. Выходы триггеров счетчика могли отдавать ток, достаточный для прямого подключения четырех синих светодиодов. Это один из новых проектов, которым я дополнил второе издание книги, и на его сборку мне потребовалось лишь несколько минут. Схема должна быть недорогой и простой для монтажа новичком в электронике. А SMT компоненты для этого никак не подходят.

А вы используете еще ретро компоненты? Какие, и как? **РЛ**

Джеймс Р. Биард, изобретатель инфракрасного арсенид галлиевого светодиода

Часть 2

Окончание. Начало в номере 11-2016

Maria Guerra

Electronic Design

В 1964 году вы подали патент на биполярные логические ТТЛ схемы с диодами Шоттки. В 1969 году Intel выпустила свой первый продукт, в котором использовалась ТТЛ Шоттки. Можете ли вы объяснить, как получился такой патент? Знали ли в Intel о работе, которую вы проделали за 5 лет до этого?

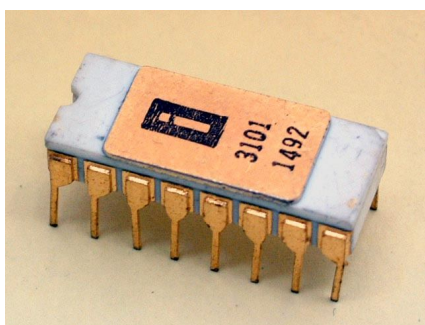
Первые разработанные мною транзисторы с коллектором, шунтированным диодом Шоттки, были использованы в усилителях, которые я проектировал для работы с фотодиодами в оптических приемниках. Без шунтирования диодом Шоттки большой сигнал на оптическом входе привел бы к насыщению входа биполярного транзистора. Накопление неосновных носителей убило бы полосу пропускания оптического приемника. У инженера из соседнего офиса была аналогичная проблема с насыщением логических ТТЛ схем на биполярных транзисторах. Поскольку транзисторы в стандартных ТТЛ вентилях работают в режиме насыщения, скорость переключения устройства ограничивало время накопления неосновных носителей в каждом переходе. Я использовал опыт, полученный при работе с усилителями оптических приемников, и применил его к биполярным логическим схемам. Вообще говоря, транзисторы, шунтированные диодом Шоттки, находят применение не только в логических схемах, однако особенно

широко используются именно в логических устройствах.

Когда я подавал патентную заявку на логическую схему с диодами Шоттки, для металлического контакта в диоде Шоттки использовался алюминий. Алюминий не позволял получить высокий выход годных диодов Шоттки на кремнии. С алюминием нужно быть очень осторожным, чтобы не допустить перегрева в процессе производства; в противном случае некоторая его часть может диффундировать в кремний и образовать P-N переход. Когда все сделано должным образом, на основе алюминия можно изготовить хороший диод Шоттки. Наладить надежный производственный процесс позволила разработка силицида платины. В связи с тем, что мой патент находился в стадии рассмотрения, информация об использовании диодов Шоттки еще не раскрывалась.

Патент был получен в августе 1969 года. В том же году Intel выпустила свой первый продукт – i3101 – 64-битную микросхему статической памяти с произвольным доступом на основе биполярной логики ТТЛ с диодами Шоттки. В 1971 году TI представила семейство ТТЛ микросхем серии 74S с использованием диодов Шоттки, предназначенных для высокоскоростных приложений. Маломощные микросхемы с диодами Шоттки, получившие обозначение

ние 7400LS, появились пять лет спустя и вызвали подлинную революцию в логических схемах. Одним из тех, кто возглавлял работы по созданию маломощных схем Шоттки для логических приложений, был Тим Б. Смит (Tim B. Smith). Используя мой патент, TI заставила Intel остановить выпуск линейки ТТЛ с диодами Шоттки, начатый в то время. В результате Intel перешла на КМОП интегральные схемы. Мой коллега Фред Стритер (Fred Strieter) в шутку сказал, что своим успехом Intel отчасти обязана мне.



С этого начиналась Intel: биполярное ОЗУ i3101. (Фото CPU zone).

Позже вы были награждены в Texas Instruments, верно?

Да. Я получил награду за инновации имени Патрика Э. Хэггерти (Patrick E. Haggerty) в 1985 году за изобретение логики ТТЛ с диодом Шоттки. Пэт Хаггерти был президентом TI, когда я там работал, но награда была учреждена спустя годы после того, как в 1969 году я покинул TI, чтобы присоединиться к Spectronics. Видимо, ТТЛ с диодами Шоттки принесли TI кучу денег.

Можете ли вы кратко рассказать о своей роли в Spectronics? Вы продолжили работать над улучшением светодиодов?

В Spectronics я служил вице-президентом по исследованиям. Я продолжал работать над оптоэлектроникой, включая проектирование и разработку кремниевых фотодиодов, фототранзисторов, фотодарлингтонов и GaAs светодиодов. Кроме того, я спроектировал и разработал большую часть специального испытательного оборудования, используемого для калибровки и контроля компонентов. Светодиод эволюционировал в вертикально-излучающий лазер (VCSEL), и вскоре мы вышли

на рынок с VCSEL-диодом. VCSEL стал рабочей лошадкой в волоконно-оптических сетях крупных серверных станций, обрабатывающих все наши электронные письма и интернет-трафик в таких местах, как, например, Google. Волоконно-оптическая связь – это то, чем я занимался после ухода из TI. Honeywell до сих пор производит и продает инфракрасные светодиоды, которые используются в оптических изоляторах, устройствах дистанционного управления и автомобильных системах предотвращения столкновений. Инфракрасные светодиоды по-прежнему востребованы в 2016 году, через 54 года после того, как в 1962 году мы выпустили светодиод SNX-100.

Летом 2015 года вы официально вышли на пенсию после 58 лет работы в отрасли. С тех пор вы принимали участие в каких-либо проектах?

Я консультировал одну стартап-компанию, но в настоящее время активно в чем-либо не участвую. Я наслаждаюсь жизнью на пенсии.

В 2014 году было объявлено, что Нобелевская премия по физике присуждена изобретателям синего светодиода. Какой была ваша реакция, когда вы услышали эту новость?

Я был рад за них. В то время, когда мы с Гари патентовали GaAs инфракрасный светодиод, TI за каждую поданную заявку на патент платила \$1. С годами все, конечно, изменилось.

Есть много людей, считающих, что вы не получили того признания, которое заслуживаете за изобретение светодиода. Много ли к вам обращалось людей, пишущих о светодиодах в историческом контексте?

В 1978 году Том Хилтин (Tom Hyltin) опубликовал книгу под названием «Цифровые электронные часы» (Digital Electronic Watch), в которой отмечал значение нашего светодиода для разработки цифровых часов. Я очень тесно контактировал с ним по работе во время службы в TI. Он был техническим руководителем проекта первой твердотельной радарной системы. После ухода из TI он основал собственную компанию по производству жидкокристаллических дисплеев. В 1998 году Карлин Стэфенс (Carlene Stephens) из Центра им. Лемельсона Смитсоновского института

использовала книгу Тома в качестве основы для веб-проекта под названием «Кварцевые часы» (The Quartz Watch). Несколько лет назад Центр им. Лемельсона переделал свой сайт и убрал эту веб-функцию, чтобы выполнить некоторые обновления. Насколько я знаю, они все еще не закончили ее восстановление.

В 2012 году Майк Уилан (Mike Whelan) из Технического центра Эдисона выстроил на их сайте последовательность событий, происходивших в мире светодиодов. Там он упомянул Гари и меня и включил несколько параграфов о нашем светодиоде. В ноябре прошлого года Майк опубликовал статью, написанную мною в соавторстве с моим внуком Томасом Оконом (Thomas Okon), и посвященную разработке светодиода в TI в 1960-е годы. За много лет Томас очень хорошо изучил эту историю и использовал полученные знания, чтобы описать мою биографию в Википедии. В 2013 году Южный методистский университет удостоил меня степени почетного доктора наук за вклад в области оптоэлектроники, включая изобретение светодиода. Почетной степени на этой церемонии был удостоен также Кей Бейли Хатчисон (Kay Bailey Hutchison), бывший сенатор от штата Техас. В том же году Парижская высшая школа выдала мне диплом с отличием. За двадцать лет до этого (в 1993 году) я был назван выдающимся выпускником Парижского начального колледжа. Париж, штат Техас – это город, где я вырос и учился в школе до поступления в Техасский университет A&M. В 1986 году Техасский университет A&M официально признал меня своим выдающимся выпускником.

В 2014 году после объявления о присуждении Нобелевской премии по физике изобретателям синего светодиода со мной связалась писательница Диана Тотцке (Deana Totzke) из Техасского университета A&M. Она написала хорошую статью о моем участии в создании светодиода. Она высказала мнение, что я был бы логичным кандидатом на получение Нобелевской премии. Ее предложение польстило мне, однако не знаю, будет ли когда-либо инфракрасный светодиод привлекать столько же внимания, сколько имеет видимый светодиод. Я думаю, что в аудитории

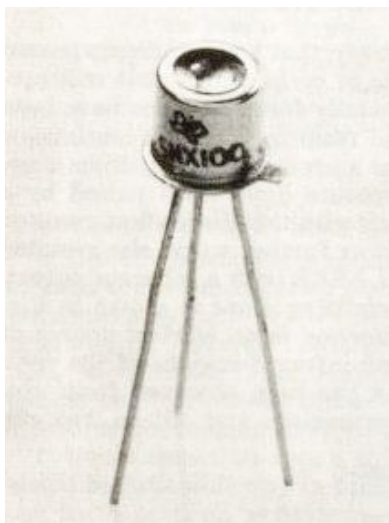
средств массовой информации многие либо не знают о том, как работают инфракрасные светодиоды, либо думают, что если инфракрасный свет не виден невооруженным глазом, то это не светодиод. У меня была хорошая, долгая карьера в полупроводниковой промышленности, и я доволен тем, чего смог достичь. Я не планирую, затаив дыхание, дожидаться Нобелевской премии.

Считаете ли вы себя изобретателем инфракрасного светодиода, арсенид галлиевого инфракрасного светодиода или просто светодиода?

Полагаю, для меня подошел бы титул изобретателя арсенид галлиевого инфракрасного светодиода, однако отвечать на этот вопрос немного затруднительно. Мы подали патентную заявку (US 3,293,513) в августе 1962 года, однако патент был выдан лишь 20 декабря 1966 года. Потребовалось четыре года на выдачу, поскольку в патентном ведомстве США его сочли похожим на материалы, полученные из General Electric, RCA и Лаборатории Линкольна Массачусетского технологического института. Когда в бюро патентов проверили инженерные тетради каждого, они обнаружили, что самые ранние записи сделали Гари Питтман и я, поэтому патент получили мы. С тех пор в патентном бюро правила изменились. Теперь патент выдают тому, кто первый подаст на него заявку, а не тому, у кого будут самые ранние записи в тетради.

Сразу же после того, как Гари и я подали заявку на патент, мы приступили к проекту производства инфракрасных диодов. В октябре 1962 года мы объявили о выходе первого коммерческого светодиодного продукта – арсенид галлиевого (GaAs) инфракрасного светодиода SNX-100. В том же месяце Ник Холоньяк из General Electric представил свой доклад о красном излучении из светодиода на основе фосфида арсенида галлия (GaAsP). В октябре 1963 года мы выпустили первый коммерческий полусферический светодиод SNX-110. В мае 1965 года Ник подал заявку на патент (U.S. 3,249,473), который был выдан в мае 1966 года.

До недавнего времени я не знал, что в 1958 году Рубин Браунштейн (Rubin Braunstein) и Игон Лоенберг (Egon



GaAs светодиод Texas Instruments SNX-100 в металлическом транзисторном корпусе TO-18. (Фото Wikipedia).

Loebner) из RCA подали патентную заявку на германиевый светодиод. Патент (U.S. 3,102,201) был выдан в августе 1963 года, через год после того, как подали заявку мы. Рубина Браунштейна я не знал, но знал Игона Лоенберга, когда работал в TI, однако я никогда не слышал, чтобы кто-то делал светодиод из германия. Германий имеет запрещенную зону с прямым переходом (около 0.85 эВ), а это означает, что он должен иметь излучательную рекомбинацию в инфракрасном диапазоне с длиной волны примерно 1.4 мкм. Как я понимаю, они подавали на германиевый диод постоянный ток и получали ток излучательной рекомбинации в объеме (области) перехода, и безызлучательную рекомбинацию на задней поверхности кристалла напротив перехода. Насколько я знаю, в RCA никогда не пытались сделать на основе этого патента коммерческий компонент. Я предполагаю, что он был бы очень медленным из-за большого времени жизни носителей в объеме кристалла германия, так как они должны были бы диффундировать электроны на глубину 0.007 дюймов через толщу кристалла германия, чтобы довести их до безызлучательной рекомбинации на обратной стороне кристалла.

Мне сказали, что все мы шли по стопам русского ученого Олега Лосева, который умер в 1942 году. Видимо, он видел световое излучение, исходящее от точечных диодов на основе карбида кремния. Я

думаю, что на самом деле он незаслуженно забыт.

В июле 1966 года вы с Бобом Кроуфордом (Bob Crawford) подали заявку на патент на «Двоичный дешифратор». Видимо, это было первым постоянным запоминающим устройством, сделанным с использованием МОП-транзисторов. Можете ли вы объяснить, как появился этот патент, и какого его значение для первых калькуляторов?

В 1964 году я был назначен в TI ответственным за разработки исследовательских подразделений оптоэлектроники и МОП-структур. Отдел оптоэлектроники создал монолитный светодиодный элемент видимого света, состоящий из матрицы красных светодиодов 3×5, способной отображать числа от 0 до 9. В устройстве не было средства управления матрицей, поэтому Боб Кроуфорд (Bob Crawford) из отдела МОП-структур и я разработали Р-канальную схему МОП-дешифратора для преобразования двоичных чисел в их десятичные представления. МОП-схема заработала с первого раза и была внедрена в высотомер кабины симулятора самолета. В марте того же года TI показала этот высотомер на выставке IEEE в Нью-Йорке. Подавая заявку на патент в июле 1966 года, мы назвали устройство «Двоичный дешифратор». В то время мы не знали, что это устройство, по сути, являлось МОП ПЗУ.

В первом портативном цифровом калькуляторе, который Джек Килби совместно с Джерри Мерримэном (Jerry Merryman) и Джеймсом Ван Тасселем (James Van Tassel) из TI изобрел в декабре 1966 года, использовались биполярные транзисторы и интегральные схемы. Я подозреваю, что арифметические операции в этом первом калькуляторе выполнялись на схемном уровне, а не хранились в памяти. Так было до того, пока МОП ПЗУ не стало использоваться в качестве постоянной памяти программ, выполнявших различные арифметические операции. МОП-транзисторы были предпочтительнее биполярных, так как потребляли меньше энергии и имели меньшие размеры.

В начале 1970-х годов TI выпустила свою первую линейку калькуляторов. К началу 1980-х годов в большинстве портативных калькуляторов использовалась МОП-

технология, основанная, однако, на транзисторах с N-канальным кремниевым затвором. В 1986 году TI подала жалобу в Комиссию по международной торговле в отношении нескольких японских фирм, изготавливающих микросхемы, которые потенциально нарушали наш патент на МОП ПЗУ. В то время я работал на Honeywell, и TI вызвала меня в Вашингтон для дачи показаний. Было установлено, что японскими фирмами наши права не нарушались, поскольку между способами реализации наших и их схем МОП ПЗУ было достаточно большое число различий. К 1987 году наш патент истек. Срок действия патента составляет лишь 17 лет.

Можете ли вы кратко рассказать о ваших совместных работах в TI (если таковые имеются) с Джерри Мерримэном (Jerry Merryman) и Джеймсом Ван Тасселем (James Van Tassel)?

Я ежедневно встречался с обоими на работе, но непосредственно в создании цифрового карманного калькулятора не участво-

вал. Джерри Мерримэн является одним из самых умных, самых изобретательных инженеров среди всех, с кем мне когда-либо доводилось работать. Он посещал в школу в Техасском А&М, но так никогда ее и не закончил. На работу в TI его приняли по рекомендации Вальтера Матзена. Вальтер иногда вел занятия у Джерри. В соавторстве с Джерри я получил два патента. Один из них, поданный в декабре 1966 года, описывал оптотермический аудиосилитель. Это был тот же месяц, когда его команда разработала первую рабочую модель цифрового калькулятора.

Какой совет вы хотели бы дать будущим поколениям исследователей в полупроводниковой промышленности?

Держите глаза открытыми и не бойтесь принять то, что представляется вам новым подходом. Вы не знаете, когда откроете что-то новое и интересное. Держа глаза открытыми, я за всю свою карьеру получил 72 патента США и написал множество опубликованных статей. **РЛ**

7 декабря 1978 года: первая групповая фотография сотрудников Microsoft

Suzanne Deffree

EDN

На этой знаменитой фотографии, сделанной 7 декабря 1978 года, запечатлены почти



Фотография сотрудников Microsoft, сделанная 7 декабря 1978 года в офисе компании в Альбукерке, Нью-Мексико, до переезда штаб-квартиры в Вашингтон.

Слева направо, в верхнем ряду: Стив Вуд (Steve Wood), Боб Уоллес (Bob Wallace), Джим Лейн (Jim Lane).

В среднем ряду: Боб О'Рир (Bob O'Rear), Боб Гринберг (Bob Greenberg), Марк Макдональд (Marc McDonald), Гордон Летвин (Gordon Letwin).
Внизу: Билл Гейтс (Bill Gates), Андреа Льюис (Andrea Lewis), Марла Вуд (Marla Wood), Пол Аллен (Paul Allen).

все 14 сотрудников, составлявших в то время штат Microsoft.

По поводу фотографии в 2009 году Гейтс сказал: «Это знаменитая картина, которая является неоспоримым доказательством того, что ваш рядовой компьютерщик из конца 1970-х явно был далек от переднего края моды».

Когда делалась эта фотография, Microsoft только что заработала свой первый миллион долларов, а компьютерная революция лишь начиналась. Она привела за собой множество новых технических руководителей и предпринимателей, которые, в отличие от своих предшественников, не командовали империями и не носили костюмов и галстуков.

В 2006 году, когда Гейтс объявил о своем намерении отойти от оперативного управления Microsoft, фотография всплыла вновь. Она рассылалась по электронной почте с сообщением «Вы вложили бы в них деньги?», отражавшим тот факт, что многие не решились бы инвестировать в начинающую группу длинноволосой, небрежно одетой молодежи.

Согласно отчетам Microsoft, в настоящее время в компании работает более 114,000 сотрудников, а годовая выручка по состоянию на 30 июня 2016 года превышала \$85 млрд. **РЛ**

Увеличение выходного напряжения с помощью умножителя

John Betten, Texas Instruments

EE Times

Таким приложениям, как принтеры, лазерные волоконно-оптические системы и ионизаторы-очистители воздуха требуются сотни или даже тысячи вольт при очень небольшой мощности. Обратноходовые

преобразователи и автотрансформаторные усилители вполне подходят для этих целей, однако требуют специальных трансформаторов и, что еще более нежелательно, высоковольтных компонентов. Решить эти про-

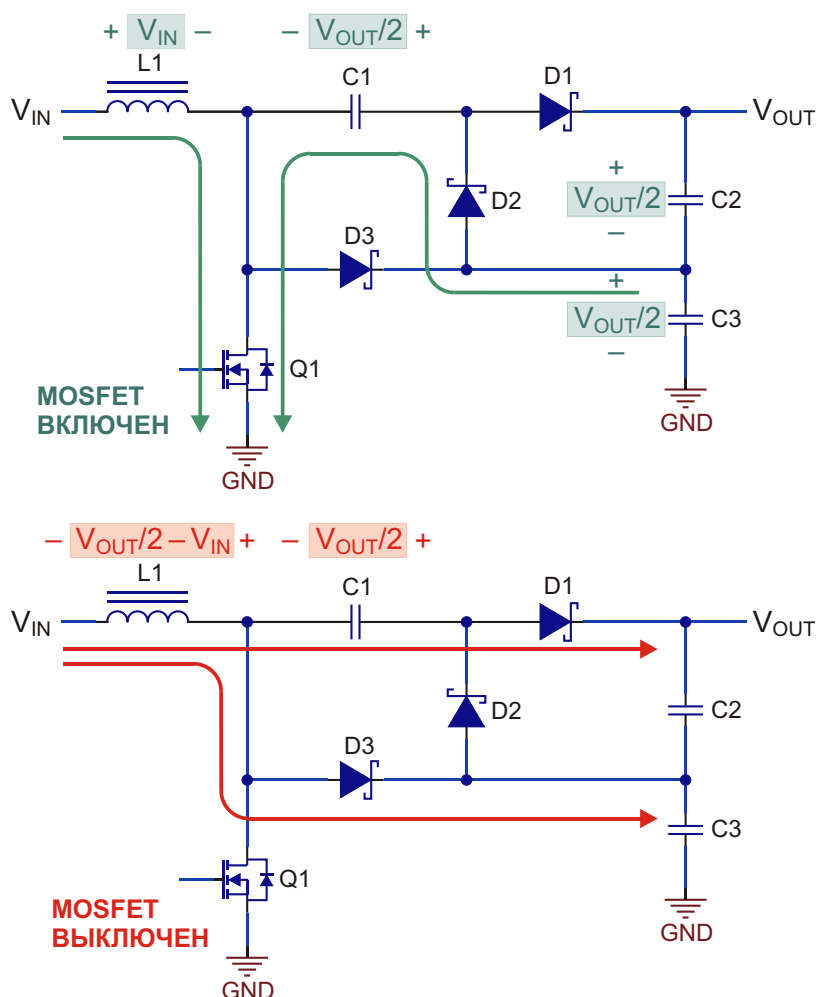


Рисунок 1. Два рабочих состояния повышающего преобразователя с удвоителем напряжения.

блемы может простой повышающий преобразователь с умножителем напряжения. Собранный из стандартной катушки индуктивности и низковольтных компонентов, он может обеспечить большой коэффициент повышения напряжения в режиме прерывистой проводимости.

Как работает повышающий преобразователь с удвоителем напряжения?

Рисунок 1 поясняет два режима работы повышающего преобразователя с удвоителем напряжения. Собственно повышающий

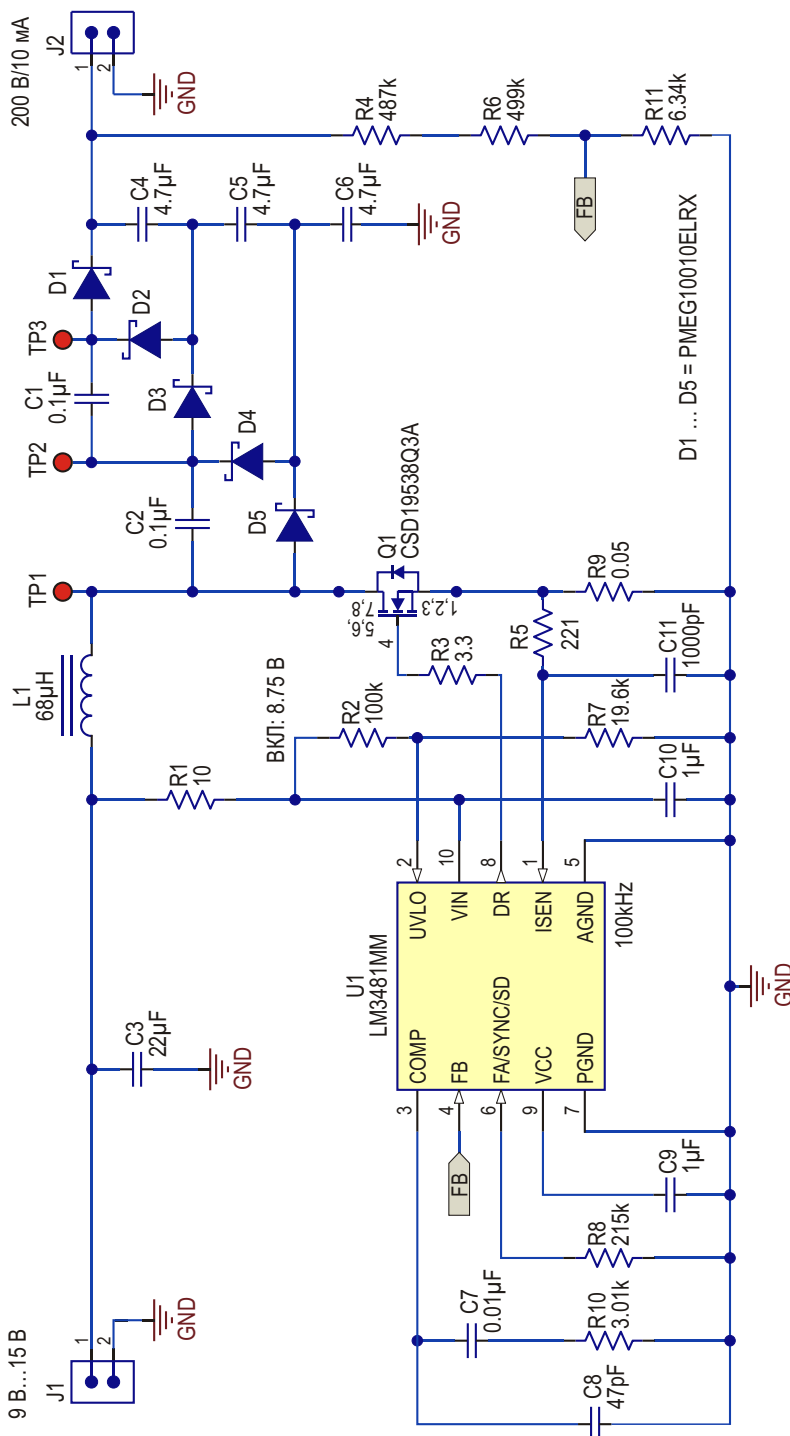
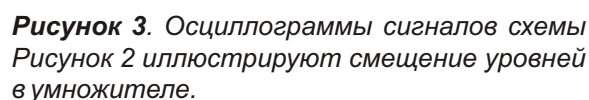
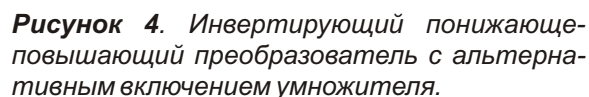


Рисунок 2. Повышающий преобразователь с утроителем напряжения снижает требования к рабочим напряжениям компонентов.

На Рисунке 2 приведен пример схемы утрителя напряжения, сделанного на основе показанного на Рисунке 1 удвоителя путем добавления одного дополнительного каскада. Поскольку напряжение умножается в три раза, каждый силовой каскад будет работать при 33% от выходного напряжения, что при напряжении 200 В составит 67 В. Это позволяет использовать распространенные 100-вольтовые компоненты с запасом по напряжению в 33%. При необходимости дальнейшего снижения требований к номинальным напряжениям компонентов количество каскадов умножителя может быть увеличено с сохра-



На Рисунке 3 приведены формы сигналов в контрольных точках TP1, TP2 и TP3 при полной нагрузке и входном напряжении 15 В. Как и следовало ожидать, нижняя осциллограмма типична для повышающего преобразователя, работающего в прерывистом режиме при выходном напряжении 67 В. Формы двух верхних осциллограмм идентичны первой, но их уровни смещены каскадами умножителя на 67 В и 134 В. Пиковое напряжение верхнего сигнала (TP3) детектируется диодом D1 и заряжает выходные конденсаторы до напряжения 200 В.



Когда полевой транзистор Q1 открыт, входное напряжение приложено к индуктивности

L1, в которой происходит накопление энергии, при этом конденсатор C1 через диод D2 заряжается до уровня $|V_{IN} + V_{OUT}/2|$. Напряжение на передающем энергию конденсаторе C1 выше, чем оно воспринимается повышающим преобразователем. После выключения Q1 диод D1 открывается накопленным в L1 током, как в стандартном инвертирующем понижающе-повышающем преобразователе, в результате чего напряжение на катоде D1 становится равным $-V_{OUT}/2$. На этом отрезке времени D3 проводит ток, передавая накопленный в C1 заряд в C3. Хотя напряжения на C2 и C3 не равны друг другу и различаются на величину входного напряжения, при больших отношениях высокого выходного напряжения к низкому входному это различие обычно невелико.

Для этого приложения был выбран P-канальный полевой транзистор, так как используемый контроллер привязан к зем-

ле, и не должен быть рассчитан на напряжение, большее входного. При использовании P-канального транзистора не требуется подключение к коммутационному узлу. Это было бы необходимо в случае использования N-канального транзистора, и ограничивало бы отрицательное выходное напряжение, поскольку большинство повышающих контроллеров не рассчитано на напряжения более 100 В. Независимо от типа используемого контроллера, часть измеряемого отрицательного выходного напряжения должна быть инвертирована операционным усилителем, чтобы обеспечить положительное напряжение обратной связи для цепи регулирования. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LM3481](#)
2. [Datasheet Texas Instruments CSD19538Q3A](#)
3. [Datasheet NXP PMEG10010ELR](#)

Простые двухпроводные интерфейсы в микроконтроллерных устройствах



Бабанин В., Красноярский край

Радиолюбителям и младшим научным сотрудникам посвящаю

Сразу заявим, что ниже не пойдет речь о стандартных интерфейсах, таких как I²C, RS232, RS485 и т.д. Все то, что будет описано, рождалось при острой нехватке или времени, или комплектации, а то и того и другого вместе. Часто требовалось простое повторение удачных конструкций для частной задачи, но без проблем с поиском индикаторов определенного типа и мороки с кнопками, рассыпанными по портам. Требовалось универсальное решение, какового среди стандартных обнаружено не было. Универсальный интерфейс должен был быть, естественно, двунаправленным, но двунаправленность должна реализовываться в цикле любого такта записи одного бита информации во внешнее устройство. Да и что стесняться, пусть она будет одинаковой для цифровых и аналоговых сигналов (ну мы замахнулись), ведь все микроконтроллеры (МК) несут на борту АЦП. Это исключает применение всех стандартных микросхем, ориентированных на последовательные интерфейсы с их иерархией главный-подчиненный.

Недостатки выбранного метода предлагается найти пытливому читателю, мы же сосредоточимся на устройстве и его достоинствах. Автор предпочитает называть его DDI – The interface of distant devices (интерфейс удаленных устройств).

Простые технические средства интерфейса позволяют сегодня управлять светодиодными 7-сегментными индикаторами любой разрядности, но парами, 7-сегментными и знакосинтезирующими жидкокристаллическими индикаторами с параллельной шиной управления в четырехразрядном режиме. DDI позволяет реализовать опрос любого числа кнопок, но целесообразно рассматривать только 4...8. Вместо них можно исполь-

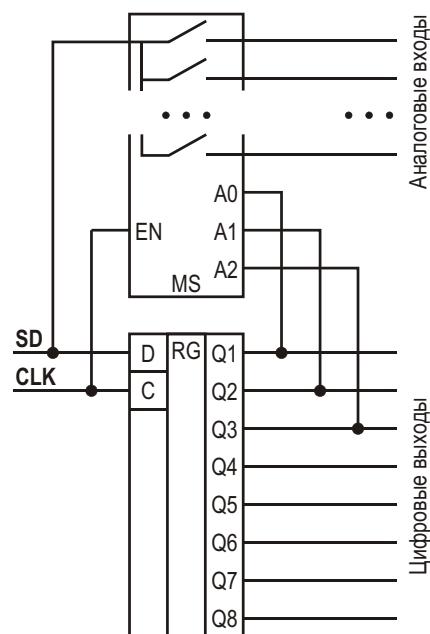


Рисунок 1.

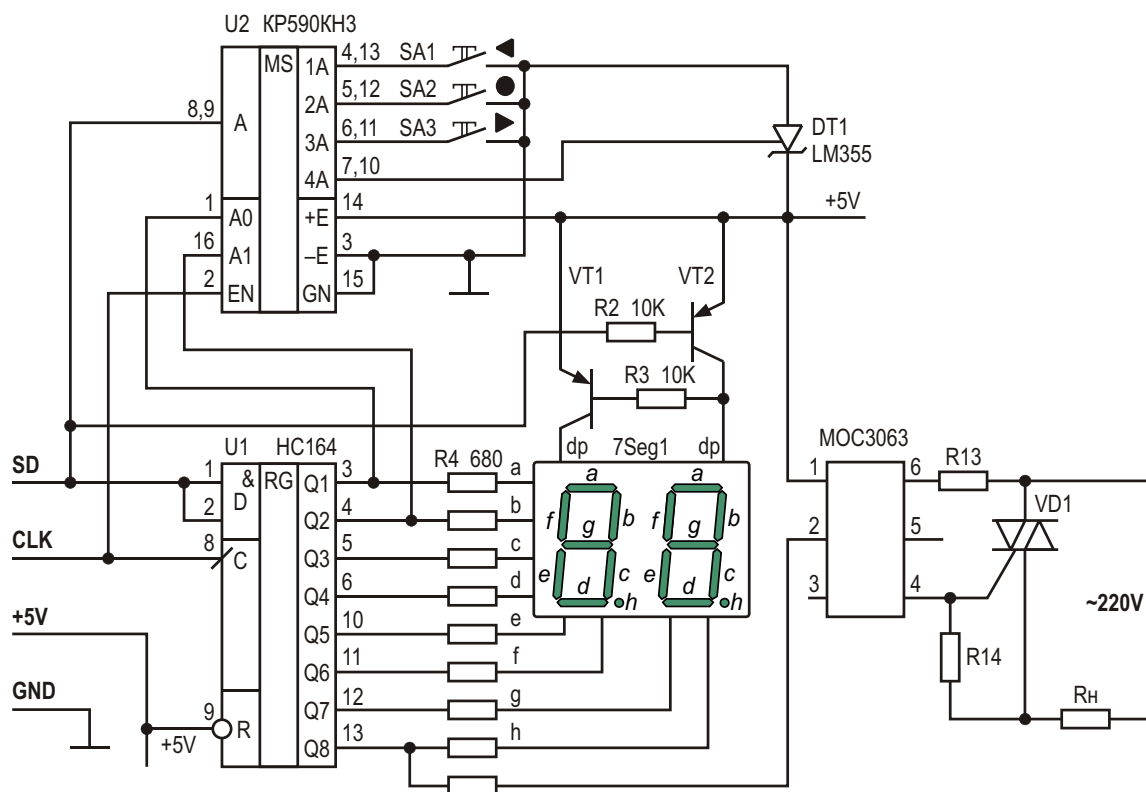


Рисунок 2.

зовать энкодер и, возможно, джойстик. В качестве бонуса при управлении ЖКИ можно пользоваться простеньким звуковым каналом. Завершая вступление, можно упомянуть возможность работы устройства DDI с местным источником питания при длине линии связи в десятки метров и, ожидаемо, с гальванической развязкой дискретных сигналов.

Двухпроводный последовательный интерфейс передачи данных включает двунаправленную линию SD (Serial Data), которая используется для передачи данных от МК к внешнему устройству и чтения состояния кнопок. По линии CLK микроконтроллером передаются синхроимпульсы.

Основой DDI служит сдвиговый регистр, включенный параллельно (автор извиняется) с аналоговым селектором-мультиплексором (Рисунок 1). Каждый бит входной последовательности данных на SD тактируется передним фронтом импульса синхронизации, по которому производится запись и сдвиг информации в регистре. Выходной код регистра сдвига используется любым элементом устройства, в том числе мультиплексором, для которого он является адресом. Высокий уровень на CLK открывает адресуемый ана-

логовый ключ и замыкает выход коммутатора на шину SD. Это время используется для чтения состояния адресуемого канала портом микроконтроллера, сконфигурированного как вход. Легко видеть, что уровень сигнала на SD может быть в пределах питающего напряжения. Любые коллизии на шине SD технически легко разрешимы. Обратите внимание, при отсутствии активности линии CLK, по SD можно передавать что угодно и в каком угодно направлении, не рискуя испортить данные в регистре (вопрос с адресуемым каналом мультиплексора решаем), чем мы непременно воспользуемся.

Самое первое применение описанного метода служит отличным примером технической реализации подобных устройств. Один МК AVR управлял несколькими разнесенными постами, поддерживая в них температуру и освещение. В качестве линии связи использовалась стандартная витая пара. Параметры регулировались с местного пульта (Рисунок 2) командами «больше», «меньше», «принять». Для управления двухразрядным индикатором на шине SD управляющим микроконтроллером формировался меандр. Транзисторы открывались пооче-

редно, подключая общие аноды светодиодов индикаторов к шине питания. В моменты смены отображаемых знакомест происходила перезагрузка содержимого сдвигового регистра и, один раз за период, опрашивалось состояние кнопок. Преобразование выходного напряжения датчика температуры было очень редким и не отличалось от опроса любой кнопки за исключением времени,

необходимого для полного цикла АЦП. Кстати, схему пришлось в скором времени доработать, биполярные транзисторы заменить на полевые, так как переход база-эмиттер VT2 влиял на точность измерения температуры. Несомненным недостатком данной схемы стала необходимость использования древней КР590КНЗ, но проблемой в дальнейшем это не стало.

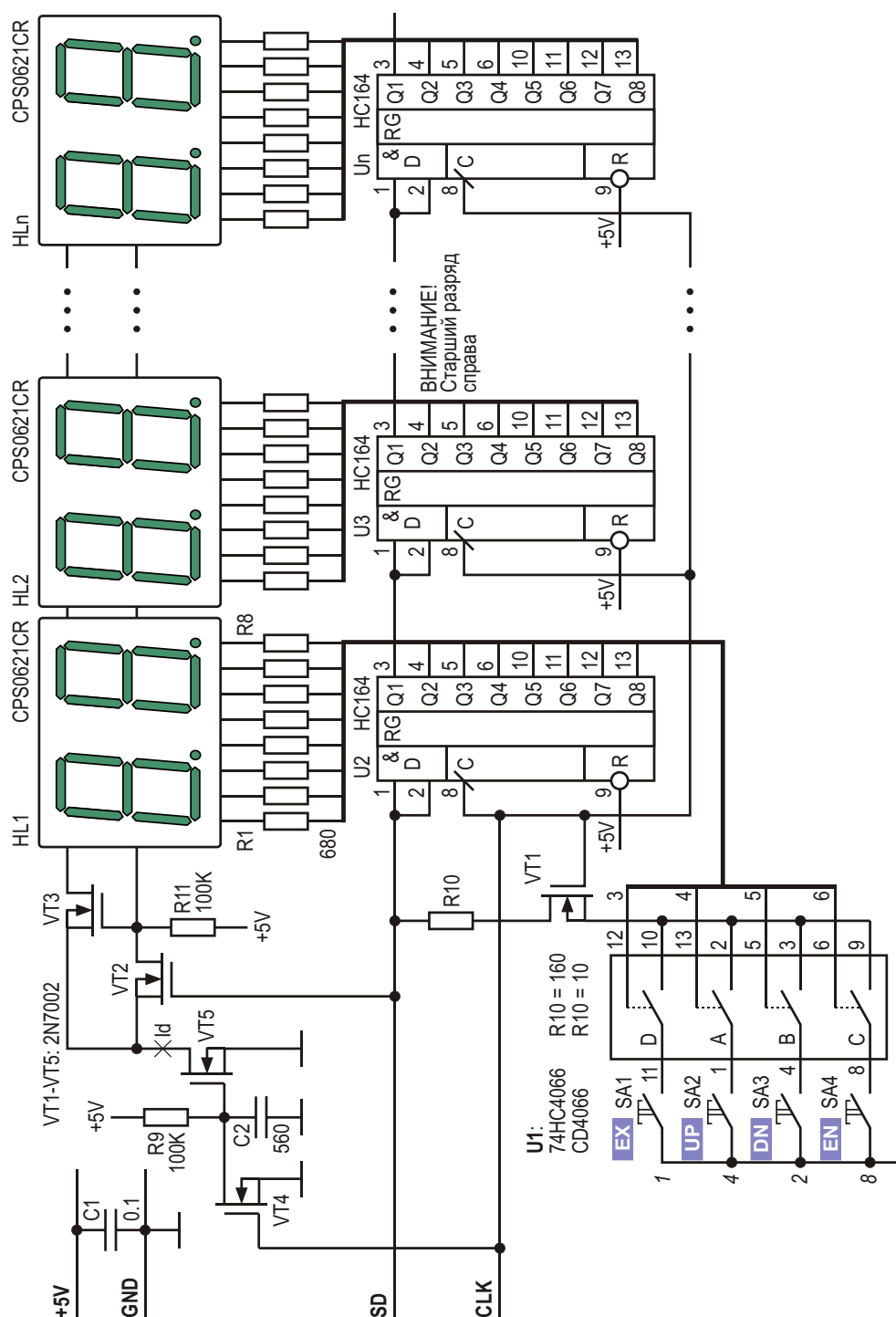


Рисунок 3. Схема принципиальная модуля mEDx4.

тируемыми частотами 1 МГц и выше. Без использования такого схемного решения реализация двухпроводного интерфейса управления многоразрядным светодиодным индикатором без местного микроконтроллера становится сложной задачей.

The diagram shows the ATtiny2313-20PU microcontroller (U1) connected to an ISP header (P1, CN6BOX) for programming. The microcontroller's VCC (pin 20) and GND (pin 10) are connected to the power supply. A 10MHz oscillator (Y1) is connected to pins 4 (X2) and 5 (X1), with 33pF capacitors (C7, C6) to ground. The microcontroller's pins are connected to four 7-segment displays (mED44) via a resistor network. The displays are labeled with segment values: 100, 10, 1, and $\mu/n/p$. The circuit includes several resistors (R1-R7) and capacitors (C4, C5) for timing and signal conditioning. A note indicates that R1-R5 are metal film resistors.

57

ного индикатора (2 байта) составляет 50 мкс при тактовой частоте МК AVR 10 МГц. Ток потребления, на один разряд индикатора, приблизительно 12 мА.

Схема коммутатора выполнена на широко доступных аналоговых ключах, а опрос каналов осуществлен «бегущей 1». В качестве U1 могут использоваться микросхемы CD4066/16 и 74HC4066. Каждой должен соответствовать свой номинал резистора R10 (Рисунок 3), который вместе с сопротивлением открытого ключа должен ограничить до допустимого выходной ток порта микроконтроллера в режиме опроса. На схеме указан двоичный «вес», который позволяет определить скан-код при одновременном нажатии двух и более кнопок. Таким образом, модули предоставляют возможность использовать до 15 команд.

При наличии исходников под описанные индикаторы можно очень быстро приспособить практически любое устройство. Примером может служить модернизированный измеритель емкости Чана (Chan) (Рисунок 5). Все предельно просто. Доработанная под возможности модуля программа «потянула» в прошивке (*cm48.hex*) в два раза меньше

оригинала, предоставив простор для дальнейшей модернизации.

Работа интерфейса с параллельной шиной жидкокристаллических индикаторов в случае использования MT-10T7/8/9 фирмы «МЭЛТ» (Рисунок 6) не отличается от описанной выше, за исключением одного нюанса. После формирования на входах ЖКИ информационного слова (выход регистра сдвига) и установкой/сбросом линии SD (данные/адрес), данные защелкиваются в регистрах ЖКИ импульсом разрешения. Этот импульс формируется RC-цепью (C1R1) через некоторое время после последнего импульса синхронизации битовой последовательности (Рисунок 7). При указанных на схеме номиналах на это уходит 12-14 мкс. По истечении этого «защитного интервала», который должен быть предусмотрен программой, необходимо установить высокий уровень на CLK, защелкнув тем самым данные в регистре ЖКИ. Никаких отклонений от рекомендаций производителя ЖКИ в процедуре записи нет, за исключением требования ко времени нарастания импульса записи. Но и с затянутым фронтом индикаторы работают надежно в любых условиях.

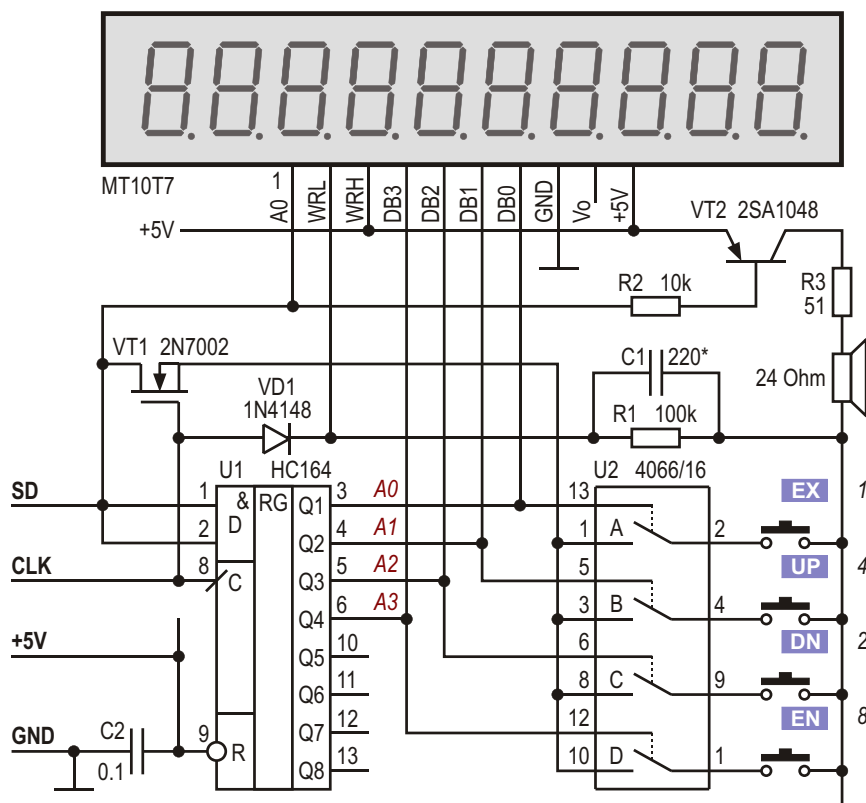


Рисунок 6. Интерфейс с ЖКИ.

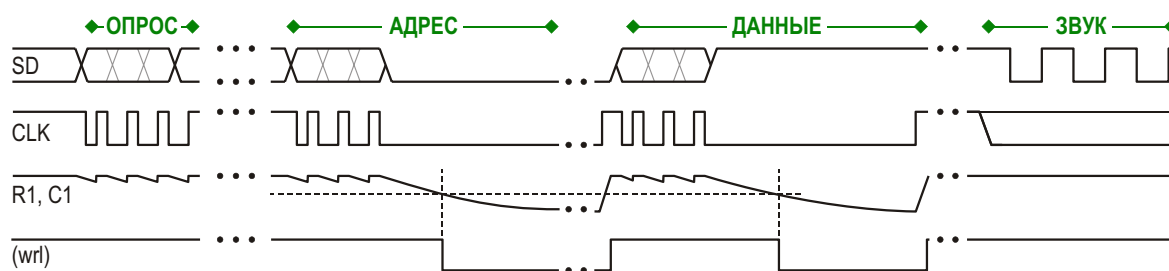


Рисунок 7. Принцип управления.

Интересный момент... Заполнив адресные разряды (коммутатора) «нулями» и завершив обращение к регистру сдвига, можно без помех формировать на шине SD звуковые сигналы. А если не ожидается нажатий кнопок, «бибикнуть» можно в любое время.

На Рисунке 7 показаны все режимы работы интерфейса:

- сканирование кнопок (высокий уровень на CLK по завершении операции);
- запись данных и адреса (команд) в ЖКИ (низкий уровень на CLK на время защитного интервала);
- формирование звукового сигнала.

Примечание: нижняя диаграмма – это внутренний сигнал контроллера ЖКИ (показан для наглядности).

Применяя это решение на практике, лучше использовать полевой транзистор вместо биполярного и добавить простейший фильтр в цепь динамика. Знакосинтезирующие индикаторы с контроллером HD44780 включаются точно также, только импульс разрешения положительной полярности формируется схемой VT4C2R9 (Рисунок 3).

Надо ли объяснять, что без индикаторных элементов интерфейс позволяет передавать и принимать любые данные в микроконтроллерной системе и обладает некоторыми преимуществами перед существующими? Технические решения описанного интерфейса защищены патентами РФ №2390048, №2547217 на изобретение.

За то время, когда эти разработки уже активно использовались, в ведущих зарубежных журналах периодически появлялись публикации, связанные с подключением к микроконтроллеру LCD с драйвером HD44780. В их основе также лежат сдвиговые регистры (в основном HC595), и это доказывает актуальность данного материала.

Часть 2. Микроскопом по...

Для одной задачи нужны были жидкокристаллические индикаторы... Доступные и простые не сгодились – мал размер знаков. Доступным и большим требовался контроллер, а задаче и tiny13 было много. Случайно нашелся ящик с индикаторами NEC 02010AD от старых кассовых аппаратов. Всем хорошо, но драйвер, естественно, древний – μ PD7225, 6-проводной интерфейс. С нашими идеями (смотри выше), задача «на щелчок», но разработка ушла в другую сторону, и читателю судить, место ли ей под главным названием «Простые двухпроводные интерфейсы».

Для управления LCD с μ PD7225 требуется 6 сигнальных линий: RESET, CS, C/D, BUSY, SI, SCK. Две последние обсуждать нечего, это известные нам как SD и CLK. Остальные по порядку: сброс, выбор кристалла, команда/данные и готовность, которая генерируется драйвером LCD. Схема, которая заставила индикаторы жить полной жизнью, соединяется с управляющим микроконтроллером двумя информационными линиями (Рисунок 8). Сброс кристалла происходит один раз

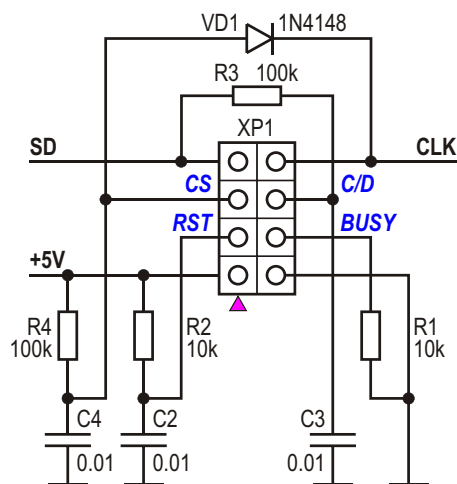


Рисунок 8. Схема сопряжения с μ PD7225.



Рисунок 9.

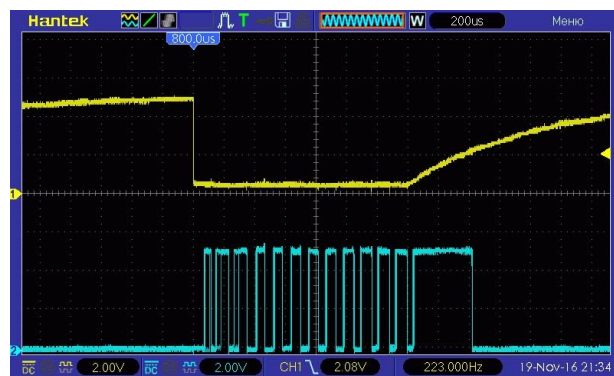


Рисунок 10.

при включении питания, и осуществляется внешней по отношению к модулю индикатора цепью R2C2, предусмотренной документацией на драйвер. Активный низкий уровень CS формируется низким уровнем на линии синхронизации. Пока идет запись данных в LCD, конденсатор C4 разряжен через диод VD1. После последней записи CLK устанавливается в «1» и C4, заряжаясь через R4, снимает разрешение кристалла. Перед записью командной последовательности в индикатор на шине SD надо установить высокий уровень и подождать, чтобы C3 зарядился через R3. Времени записи нескольких байт недостаточно, чтобы напряжение на C3 значительно изменилось. Для записи данных C3 разряжается низким уровнем на SD. Вместо опроса сигнала BUSY, программа (см. Листинг) формирует временную задержку после фронта импульса записи перед записью очередного байта (Рисунок 9). Желтый – CS, синий – BUSY. Готовность снимается драйвером после записи каждого байта и при снятии CS.

Картинка – как в даташите. Задача решена? Чтобы быть уверенным до конца, раздобыли еще один LCD 2000 года с аналогичным интерфейсом – KTM-S1201. Драйвер тот же, параметры тактирования отличаются на 20%. Изменили константы задержек в программе, поставили отсутствующую цепь регулировки контрастности и индикатор работает (Рисунок 10). Цена вопроса – несколько деталей и около сотни байт программной памяти. Не выбрасывайте старые радиодетали, лет через тридцать им не будет цены (в смысле – за них платить не надо). **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments CD74HC4066](#)
2. [Datasheet Texas Instruments CD4066B](#)
3. [Datasheet Texas Instruments SN74HC164](#)
4. [Datasheet National Semiconductor LM355](#)
5. [Datasheet NEC \$\mu\$ PD7225](#)
6. [Datasheet ON Semiconductor MOC3063](#)
7. [Datasheet МЭЛТ MT-10T7/8/9](#)

Листинг для AVR (фрагмент для NEC).

```
...
    rcall    dly-3                ; ждать сброс дисплея (~3.3 мс)
;init_LCD:
    sbi      PORTB, SDA
    rcall    dly-3                ;--- ждать CMD=1 (>1 мс)
                                ;-- загрузка последовательности команд

    ldiw     Z, ComSet*2
    ldi      cnt, 6                ; длина последовательности
    rcall    WrSer3                ; CS формируется здесь
    rcall    dly-3                ; ждать CMD=0
```

```

/* последовательность данных из памяти заносится так же, задержки не
требуется */
...

;--- write series v3
; busy polling replaced delay
; in: (Z), (cnt)

WrSer3:
    cbi    PORTB, SCL        ; выбор кристалла
;dly_BS:                        ;--- задержка для BUSY
    ldi    r25, 1            ; зависит от Fosc и типа дисплея
    ldi    r24, 190          ; r25:r24    0:220 для 4-8 МГц
                                ;              1:190 для 16 МГц
    rcall  dly                ;/

    lpm    tmp1, Z+
; wr8b:
    push   cnt
    ldi    cnt, 8

                                ;--- загрузка байта
lp_8b:
    cbi    PORTB, SCL

                                ;--- копировать tmp1.7 -> SDA
    cbi    PORTB, SDA        ; SDA <- 0
    sbrc   tmp1, 7           ; младшим вперед
    sbi    PORTB, SDA
    sbi    PORTB, SCL
    lsl    tmp1
    dec    cnt
    brne   lp_8b             ; /

    pop    cnt
    dec    cnt
    brne   WrSer3
    cbi    PORTB, SDA        ; CMD никогда
    ret

```

Загрузки

Файлы проекта «Модернизированный измеритель емкости Чана»



Монолитное линейное зарядное устройство работает при входных напряжениях до 60 В

Joshua Yee, Linear Technology

Design Note 535

Введение

Для зарядки аккумуляторов относительно небольшой емкости или для управления резервным питанием и батареями поддержки используются преимущественно линейные зарядные устройства, как более простые, компактные и доступные. Однако во многих промышленных и автомобильных системах, питающихся входным напряжением 10 В или выше, линейные зарядные устройства использоваться не могут.

Для работы при высоких напряжениях годятся некоторые решения, основанные на использовании переключающего режима, обеспечивающего большие токи и хороший КПД, но из-за сложности и размеров этот подход малопривлекателен. И, наконец, импульсные устройства, как правило, избыточны для небольших токов, необходимых в поддерживающих системах или в зарядных устройствах резервных аккумуляторов. Кроме того, лишь очень немногие из них пригодны для автомобильных и промышленных приложений с рабочими напряжениями до 60 В.

Автономное зарядное устройство LTC4079 может питаться любым постоянным напряжением от 2.7 В до 60 В и поддерживать режимы зарядки постоянным током или постоянным напряжением непосредственно от системных шин 12 В и 24 В, или даже от промышленных источников 48 В. Сочетание простоты и надежности хорошо соответствует требованиям, предъявляемым к вспомогательным системам или резервным аккумуляторам, используемым в таких условиях. При-

мер простого зарядного устройства для Li-Ion батарей представлен на Рисунке 1.

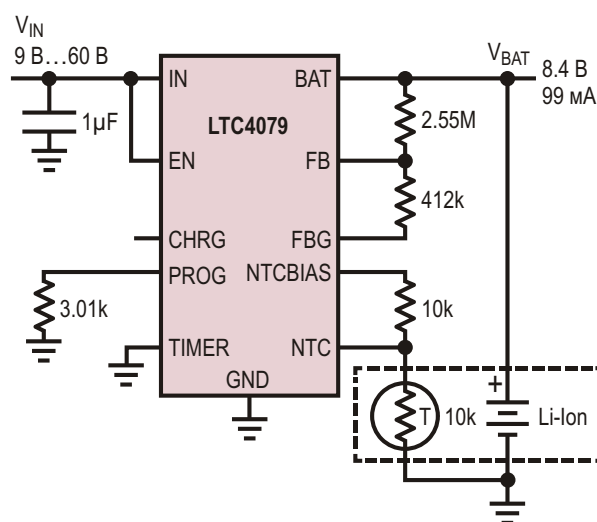


Рисунок 1. Линейное автономное зарядное устройство с широким диапазоном входных напряжений для двухэлементного резервного Li-Ion аккумулятора.

Эlegantное сочетание стойкости и гибкости

Требуемое напряжение зарядки LTC4079 в гибко устанавливается внешним резистором. Схема сохраняет устойчивость во всем диапазоне входных напряжений при минимальных значениях входных и выходных емкостей.

С помощью одного резистора, подключенного к выводу PROG, задается величина зарядного тока до 250 мА и может поддержи-

ваться на уровне, пропорциональном напряжению PROG. В микросхеме используются привычные критерии прекращения зарядки: по таймеру, по временному интервалу, установленному конденсатором на выводе TIMER, или, при заземленном входе TIMER, по снижению тока до уровня $C/10$. При любом методе управления окончание заряда индицируется сигналом на выводе CHRG. Временязадающий конденсатор также используется для обнаружения неисправности аккумулятора.

Для контроля температуры в процессе зарядки – последней функции, необходимой для создания законченной схемы управления зарядом – предусмотрены входы подключения термистора NTC и NTCBIAS. Интеграция в корпусе DFN размером 3 мм 3 мм последовательного регулирующего элемента позволяет создавать компактные и полные решения. Изображенная на Рисунке 2 схема, реализующая все перечисленные выше функции, занимает очень небольшую площадь.

Инновационная технология регулирования

LTC4079 содержит множество новых функций, отсутствующих в традиционных зарядных устройствах с несколькими методами управления током заряда. Прежде всего, для источников с широким диапазоном, но слабых или высокоимпедансных, входное напряжение может регулироваться, по мень-

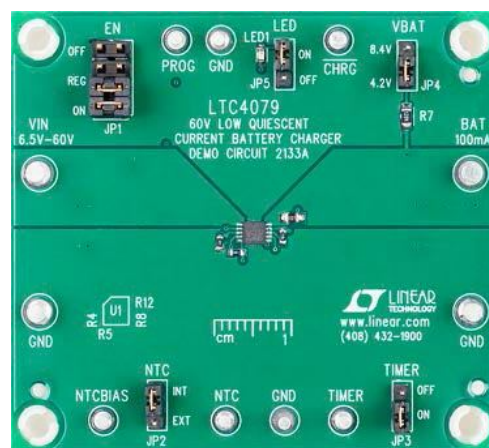


Рисунок 2. Законченная демонстрационная плата с микросхемой LTC4079.

шей мере, до уровня, превышающего напряжение батареи на 160 мВ. Чтобы не допустить провала входного напряжения ниже этого уровня, оно регулируется путем снижения зарядного тока. Для использования этой схемы внутреннего регулирования не требуется никаких внешних компонентов. На Рисунке 3 приведен пример термокомпенсированного устройства для постоянной зарядки 12-вольтовой свинцово-кислотной аккумуляторной батареи от солнечной панели, хотя схема может использоваться с любыми возможными комбинациями напряжений на входе и батарее.

Наличие в LTC4079 контура регулирования дифференциального напряжения (то есть, напряжения $V_{IN} - V_{BAT}$) особенно полез-

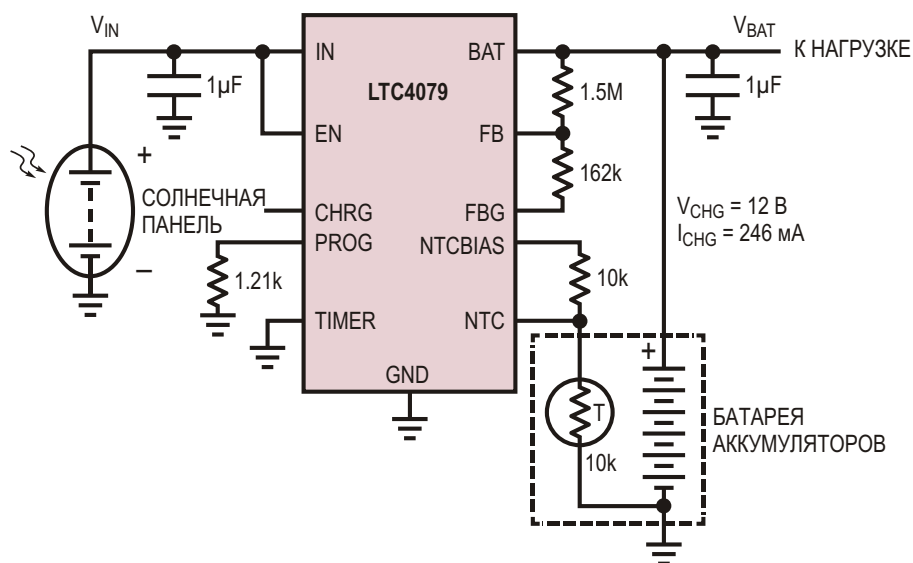


Рисунок 3. Входное напряжение регулируется для предотвращения провалов напряжения источника при перегрузке.

но, когда очень маломощные источники, такие как сборщики энергии или небольшие солнечные панели, не способны непрерывно поддерживать минимальный уровень зарядного тока 10 мА. Вместо отчасти произвольного прекращения зарядки при понижении входного напряжения, эта функция продолжает зарядку по мере возможности, более эффективно используя доступную выходную мощность.

Для более определенного задания порогового значения входного напряжения можно использовать резистивный делитель, подключенный к входу разрешения EN. Когда уровень входного напряжения достигает этого порога, зарядный ток уменьшается, тем самым предотвращая дальнейшую перегрузку источника. Таким образом вход разрешения может использоваться для установки минимального рабочего напряжения в соответствии с характеристиками конкретного источника.

Последний метод регулирования тока – тепловое регулирование – имеет значение для любого монолитного устройства, но для линейного регулятора должен быть обязательным. В первую очередь это необходимо в тяжелых условиях окружающей среды и в случаях, когда напряжение заряда намного ниже номинального входного напряжения. Зарядный ток снижается до тех пор, пока температура перехода микросхемы не опустится ниже 118 °С. В примере на Рисунке 3 стабилизация входного напряжения защищает от перегрузки слабые входные источники.

Низкий ток покоя

Собственный ток, потребляемый LTC4079 во время зарядки, составляет всего 4 мкА, обеспечивая перенос максимума энергии от источника к аккумулятору. Это особенно важно при передаче энергии от батареи большей емкости к батарее резервного питания меньшей емкости. В системах резервного батарейного питания делитель напряжения обратной связи из схемы исключается, чтобы, снизив ток до типового значения 10 нА, дополнительно разгрузить аккумулятор и гарантировать, что в режиме долгосрочного ожидания или хранения всей батарейной системы не произойдет неожиданной деградации емкости. LTC4079 особенно подходит для устройств, требующих редкого обслуживания, или вообще эксплуатируемых по принципу «установил и забыл».

Заключение

Компактная и универсальная конструкция LTC4079 идеально подходит для поддержки и зарядки вспомогательных аккумуляторов, но не ограничивается лишь этими приложениями. Богатый набор функций позволяет легко адаптировать эту микросхему к любому сценарию зарядки в устройствах промышленной, автомобильной, солнечной, медицинской, аэрокосмической, военной и потребительской электроники. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC4079](#)

Две функции светодиода: излучатель и фотоприемник

Kyle Holland

EDN

Любой диод с р-п переходом обладает той или иной степенью фоточувствительности к свету определенной длины волны. Спектральная характеристика диода с р-п переходом зависит от целого ряда факторов, включая тип материала, глубину перехода и тип корпуса. Корпуса большинства устройств должны подавлять чувствительность к лучистым потокам, чтобы свет не нарушал основную функцию прибора. Однако корпуса некоторых устройств и особенности их конструкции позволяют неплохо принимать свет. Наиболее распространенные светочувствительные компоненты – фотодиоды и фототранзисторы – способны воспринимать и измерять свет от разнообразных источников. Еще одним типом чувствительных к свету диодов, использовать которые для фотоприемных приложений обычно не приходится в голову, являются светодиоды. Светодиоды, корпуса которых рассчитаны на излучение светового потока, могут служить узкополосными фотодетекторами. Такие устройства подходят для приложений, в которых они служат в качестве спектрально-селективных избирательных фотоприемников или преобразователей. Более подробную информацию по оптоэлектронным устройствам можно найти в [1]...[4].

Чувствительность светодиода к свету, и особенно на частоте его излучения, зависит в основном от объемного поглощения материала и глубины перехода. Фоточувствительность светодиодов с низким объемным поглощением в районе пика излучения невысока, и, соответственно, генерация электронно-дырочных пар низкая. Инфракрасные

излучатели на основе GaAs с длиной волны 940 нм в области пика излучения имеют сравнительно хорошую чувствительность к свету, благодаря большому объемному поглощению. На Рисунке 1 показаны относительные характеристики чувствительности и спектра излучения для светодиода OSRAM SFH409. Инфракрасный GaAs светодиод с пиком излучения на длине волны 940 нм имеет полуширину спектра излучения, равную 50 нм. В режиме фотоприемника пик находится на длине волны 920 нм, а полуширина спектра излучения равна 55 нм. Как видно из Рисунка 1, длина волны пика характеристики чувствительности короче длины волны пика излучения, но две кривые в значительной степени перекрывают друг друга. Благодаря

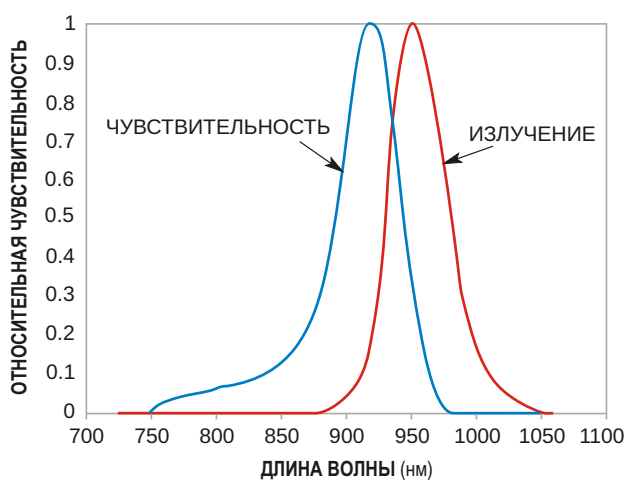


Рисунок 1. Существенное перекрытие кривых чувствительности и спектра излучения позволяет использовать светодиод как для передачи, так и для приема.

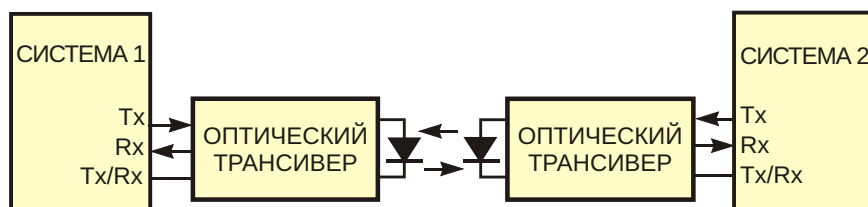


Рисунок 2. В этом полудуплексном приемопередатчике светодиод используется и для передачи, и для приема.

этому перекрытию светодиод может служить преобразователем света. Блок-схема полудуплексного приемопередатчика, в котором используется это свойство светодиода, приведена на Рисунке 2.

Здесь светодиод связывает две встроенные системы через оптоволоконный кабель или, в пределах видимости на коротких дистанциях, – напрямую. На Рисунке 3 приведена схемная реализация приложения, изображенного на Рисунке 2. Схема может осуществлять однонаправленную передачу данных между двумя встроенными системами со скоростями до 250 Кбит/с. Схема состоит из драйвера светодиода, предусилителя и выходного компаратора. Драйвер управляет излучением светодиода при передаче данных, а на время приема отключает вывод Tx от светодиода. Вывод Tx подключен к транзистору Q_1

через резистор R_1 . Когда вывод Tx не используется для передачи (уровень «лог. 1»), транзистор Q_1 выключен, и ток светодиода равен нулю. Активация вывода Tx («лог. 0») включает транзистор Q_1 . Резистор R_2 задает уровень выходной мощности светодиода. Для минимизации искажений импульса в линии связи следует установить такой уровень мощности, который компенсировал бы потери через передающую среду. При питании схемы напряжением 5 В сопротивление резистора R_2 должно быть между 50 Ом и 220 Ом.

Предусилитель состоит из резистора R_4 , выполняющего функцию шунтового преобразователя тока в напряжение, и быстродействующего неинвертирующего усилителя напряжения (IC_{1A}). Резисторы R_3 и R_4 создают на входе IC_{1A} небольшое смещение в

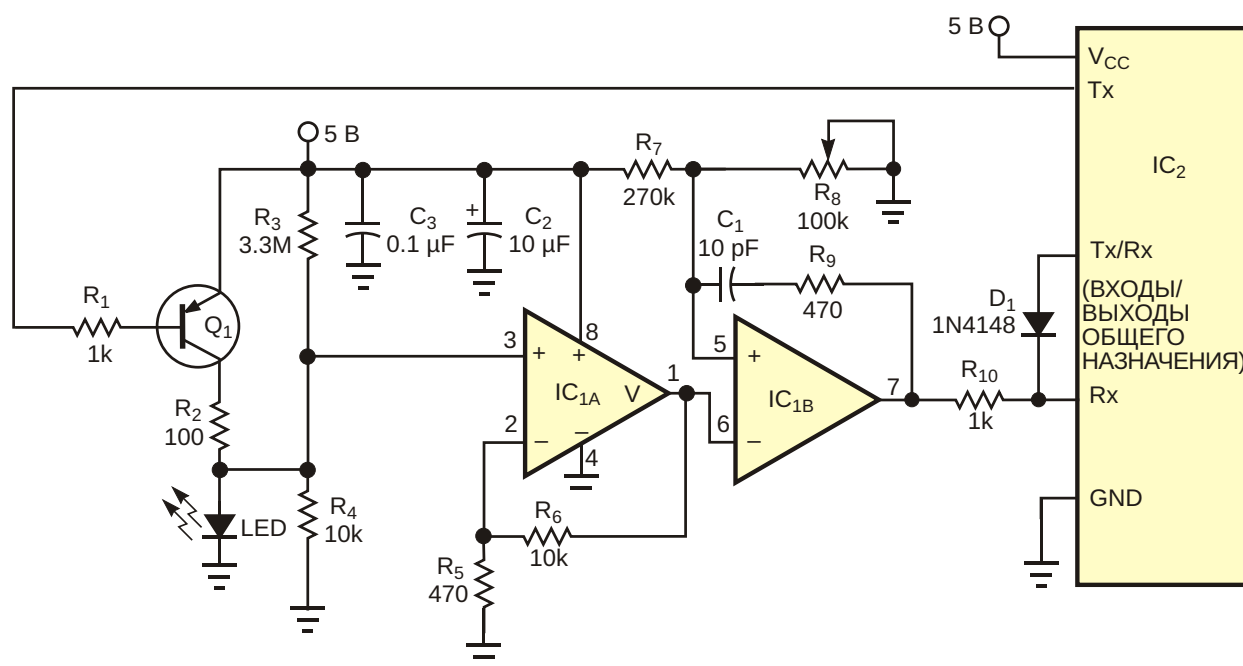


Рисунок 3. Один сдвоенный операционный усилитель и горсть компонентов превращают светодиод в устройство двойного назначения.

несколько милливольт, поддерживающее рабочую точку усилителя в линейной области. Для этой конструкции выбран быстродействующий операционный усилитель OPA2350, выпускаемый компанией Texas Instruments. Устройство, имеющее rail-to-rail входы и выходы и произведение ширины полосы пропускания на коэффициент усиления, равное 38 МГц, может работать от одного источника питания с напряжением от 2.7 до 5 В. Крутизна преобразования предусилителя зависит от сопротивлений резисторов R_4 , R_5 и R_6 . При указанных на Рисунке 3 номиналах резисторов крутизна равна приблизительно 220,000. Компаратор IC_{1B} преобразует выходной сигнал предусилителя в напряжения логических уровней. Входной порог компаратора задается подстроечным резистором R_8 . При правильной установке порога вы можете получить хорошую симметрию импульсов при различных уровнях мощности входного сигнала. Цепочка R_9 , C_1 обеспечивает гистерезис для сигналов переменного тока и дополнительный форсирующий эффект для более быстрого переключения компаратора. Кроме того, R_9 ограничивает импульсные токи на выводе 5 микросхемы IC_{1B} при переходах из «лог. 1» в «лог. 0».

При передаче данных схема передатчика управляет предусилителем и компаратором. На это время для защиты внутренних цепей схемы от передаваемых данных и исключе-

ния ошибок из-за переполнения UART на линии Tx/Rx необходимо устанавливать уровень «лог. 1». Цепочка R_{10} , D_1 изолирует приемник UART от любых изменений уровней, происходящих на линии Rx. При переключении между режимами передачи и приема в программе должна быть предусмотрена задержка на время восстановления предусилителя. Типичное время восстановления составляет от 10 до 20 мкс. Обратите внимание, что при использовании микроконтроллеров класса 8051, у которых функции выходных подтягивающих резисторов выполняют полевые транзисторы, работающие в режиме обеднения, диод D_1 надо заменить р-п-р транзистором с соответствующим базовым резистором. **РЛ**

Ссылки

1. "The Radiometry of Light Emitting Diodes," Technical Guide, Labsphere Inc, North Sutton, NH.
2. "GE/RCA Optoelectronic Devices," GE/RCA Corp, 1987.
3. Gage, S, D Evans, M Hodapp, and H Sorensen, Optoelectronics Applications Manual, McGraw-Hill, 1977.
4. Sze, S, Semiconductor Devices—Physics and Technology, Wiley, 1985.

Материалы по теме

1. [Datasheet OSRAM Opto Semiconductors SFH409](#)
2. [Datasheet Texas Instruments OPA2350](#)

Драйвер цепочки светодиодов работает от одной батарейки

Luca Bruno

Electronic Design

Этот простой маломощный драйвер, собранный из нескольких стандартных компонентов, может управлять различными типами светодиодов и другими нагрузками.

В статье показано, как с помощью нескольких дешевых компонентов зажечь цепочку светодиодов любого цвета от 1.5-вольтового элемента питания. Схема на Рисунке 1 образует нерегулируемый автоколебательный повышающий преобразователь с КПД примерно 65%, способный при номинальном входном напряжении 1.5 В отдавать в нагрузку среднюю мощность порядка 230 мВт. Драйвер был испытан с цепочкой из трех стандартных белых светодиодов (Таблица 1).

Однако меньшим током схема может питать и более длинную цепочку, при условии

соблюдения ограничения по допустимой выходной мощности. Например, типичное прямое падение напряжения на красных светодиодах при токе 10 мА составляет 1.9 В, а это означает, что вы можете запитать током 10 мА 11 красных светодиодов. Схема может использоваться для световой сигнализации или в небольших фонарях.

При включении питания транзистор Q2 входит в насыщение, и коллекторный ток начинает, нарастая, течь в индуктивность до тех пор, пока базовый ток Q2 больше не сможет удерживать транзистор в насыщении. Поскольку при данном напряжении батареи и величине индуктивности базовый ток постоянен, пиковое значение тока индуктивности зависит от коэффициента передачи тока h_{FE2}

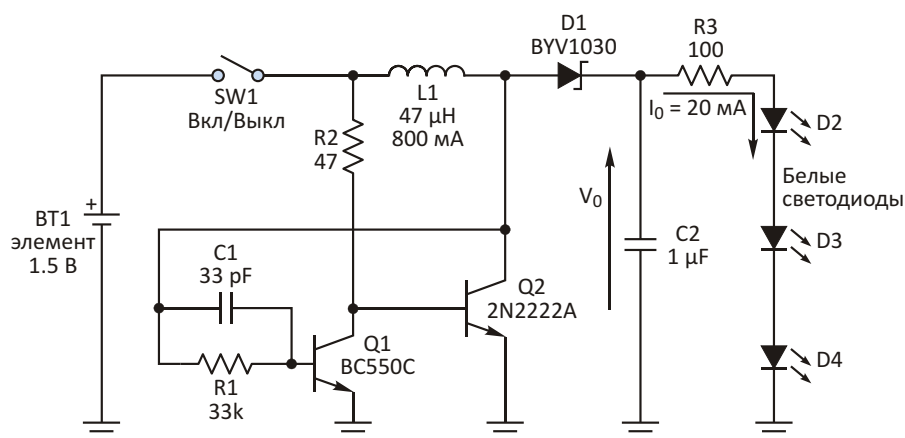


Рисунок 1. Из нескольких стандартных компонентов можно собрать схему для питания последовательной цепочки светодиодов. Схема позволяет настраивать рабочие параметры путем изменения номиналов компонентов.

Таблица 1. Результаты тестирования драйвера светодиодов

Напряжение батареи	Выходное напряжение	Выходной ток	Пиковый ток индуктивности	Частота генерации	Коэффициент заполнения	Пulseции выходного напряжения, пик-пик
1.5 В	11.3 В	20.5 мА	450 мА	48 кГц	9%	400 мВ
1 В	9.75 В	8.9 мА	250 мА	66 кГц	8%	100 мВ

транзистора Q2 и от запасенной в индуктивности энергии E_{L1} , равной

$$E_{L1} = \frac{L1}{2} I_{PK}^2 = \frac{L1}{2} (h_{FE2} I_{B2})^2.$$

где

$L1$ — индуктивность,

I_{PK} — пиковый ток индуктивности,

I_{B2} — ток базы транзистора Q2.

Транзисторы Q1 и Q2 связаны петлей положительной обратной связи, поэтому, когда Q2 выходит из насыщения, Q1 быстро включается, а Q2 закрывается. Затем напряжение индуктивности $L1$ меняет полярность, и ее энергия начинает заряжать конденсатор C2. С этого момента Q2 вновь входит в насыщение, а Q1 закрывается, и начинается новый цикл заряда.

Для получения хорошего КПД схемы транзистор Q2 должен быть быстродействующим импульсным, с возможно более высоким коэффициентом передачи тока. Следует удос-

товериться, что индуктивность не насыщается при пиковом значении тока, а ток коллектора Q2 не превышает максимально допустимого значения. Конденсатор C1 не является абсолютно необходимым элементом схемы. Однако он ускоряет переключение транзистора Q1, что, в свою очередь, уменьшает время переключения Q2, благодаря чему существенно повышается КПД схемы.

Схема работает с любым 1.5-вольтовым элементом питания, даже с миниатюрным дисковым. Однако наилучшим выбором будет щелочная батарейка типоразмера AA-LR6, которая, благодаря большой емкости 2700 мАч, сможет питать схему в течение нескольких часов. Для экономии расхода энергии батареи и продления времени работы схемы можно снизить ток заряда индуктивности, увеличив сопротивление резистора R2. По мере разряда батареи яркость свечения светодиодов падает, и минимальное входное напряжение, которое еще может зажечь светодиоды, равно 0.75 В при выходном токе 0.38 мА. **РЛ**

Высоковольтный усилитель расширяет диапазон измерений счетчика кулонов до ± 270 В

Kris Lokere, Linear Technology

Electronic Design

Измерение малых токов (подсчет кулонов) является сложной задачей, когда напряжение в измеряемой цепи относительно высоко, однако ее можно решить с помощью стандартных микросхем.

При низких и средних напряжениях батареи – примерно до 20 В – счетчик кулонов для измерения заряда, втекающего в батарею или вытекающего из нее, можно сделать на основе небольшой специализированной микросхемы. Используя в качестве схемы сдвига уровня высоковольтный усилитель, вы можете расширить диапазон измеряемых входных напряжений до значительно более высоких значений. Некоторые особенности дифференциального усилителя LT6375 позволяют этой микросхеме сохранять точность в удивительно широком диапазоне напряжений.

Работа счетчика кулонов основана на измерении падения напряжения на токоизмерительном резисторе, пропорционального току, накопленное значение которого должно быть подсчитано. На Рисунке 1 показано типовое включение микросхемы LTC2941 в низковольтном счетчике кулонов. Важным момен-

том является то, что в действительности счетчик кулонов измеряет напряжение, затем интерпретирует его как ток и позже отображает в виде заряда. Если токоизмерительный резистор удалить и каким-либо образом сформировать на измерительных выводах счетчика кулонов другое напряжение, счетчик все равно будет интерпретировать это напряжение как ток и пересчитывать его в накопленный заряд.

В схеме на Рисунке 2 выход LT6375 подключен к токоизмерительным входам счетчика кулонов. Микросхема представляет собой усилитель разностного сигнала, дополненный прецизионными резисторами, включенными так, чтобы смещать уровень дифференциального входного напряжения. Выходное напряжение дифференциального усилителя равно

$$\text{OUT} = \text{REF} + \text{GAIN} \cdot [(+IN) - (-IN)].$$

где

REF, +IN, –IN – напряжения на соответствующих выводах,

GAIN – коэффициент усиления усилителя.

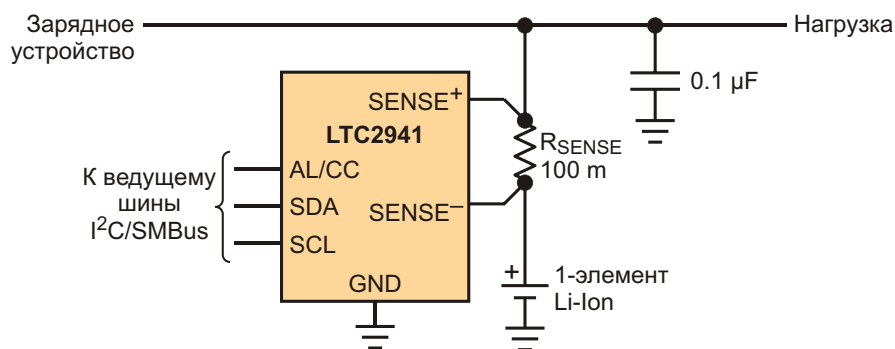


Рисунок 1. Упростить низковольтные измерения помогает счетчик кулонов, такой, например, как LTC2941.

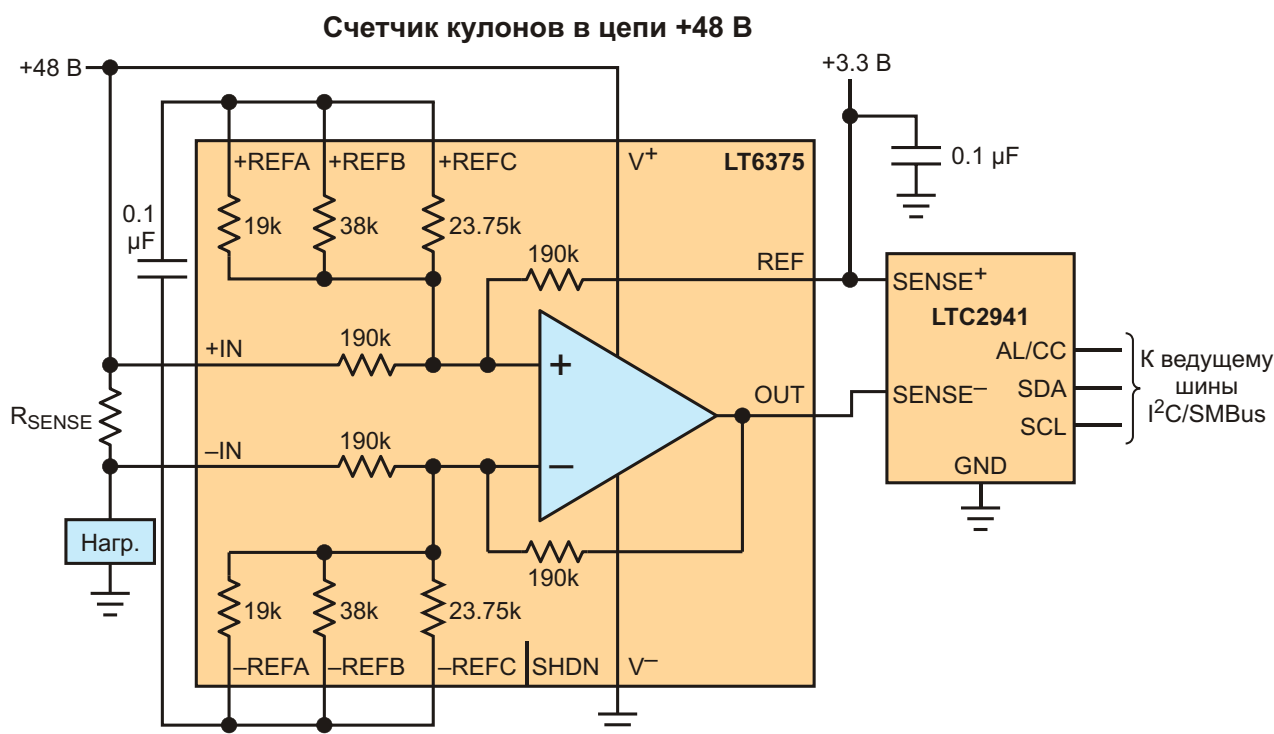


Рисунок 2. Добавление дифференциального усилителя расширяет диапазон напряжений, в котором возможен подсчет кулонов.

Микросхема LT6375 имеет буферизованный выход, но вывод REF необходимо подключать к источнику с низким сопротивлением. Аналогичным образом, к низкоимпедансному источнику должен быть подключен и вход SENSE+ счетчика LTC2941, одновременно служащий выводом питания микросхемы. Выводы REF и SENSE+ можно подключить к той же шине логического питания (например, 3.3 В), которая используется интерфейсом I2C. Если соединить выход OUT микросхемы LT6375 с входом SENSE-, на входах LTC2941 будет представлена разность напряжений между входами LT6375. По сути, LT6375 работает здесь как искусственный токоизмерительный резистор.

Точность дифференциального усилителя в значительной степени зависит от качества согласования сопротивлений резисторов. Но если прямое влияние согласования резисторов на точность усиления очевидно, то менее очевидной, однако более серьезной проблемой является влияние согласования на ошибки смещения. При однопроцентном разбросе сопротивлений резисторов смещение выходного напряжения будет составлять 1% от уровня, на который сдвигается напряжение.

Например, при сдвиге 48-вольтового входного сигнала до уровня 3 В ошибка смещения составит 450 мВ, что слишком много для измерений такого рода. Указанный в документации на LT6375A минимальный коэффициент подавления синфазного сигнала составляет 97 дБ, что при сдвиге напряжения 45 В соответствует смещению менее 640 мкВ.

При разработке высоковольтной схемы сдвига уровня очень важно убедиться в том, что напряжения на входах операционного усилителя (ОУ) остаются в пределах допустимого для них диапазона. Для микросхемы LT6375 максимально допустимое напряжение на выводе питания равно 60 В, поэтому в некоторых случаях его можно подключать к измеряемому напряжению. Именно так сделано в схеме на Рисунке 2, где LT6375 измеряет ток от источника питания 48 В.

И, наконец, отметим, что микросхема содержит дополнительные прецизионные резисторы, которые с помощью внешних выводов можно сконфигурировать для деления входного синфазного напряжения, сохраняя при этом дифференциальный коэффициент усиления равным единице. В схеме на Рисунке 3 все дополнительные опорные выводы (REFi) подключены к источнику 5 В и

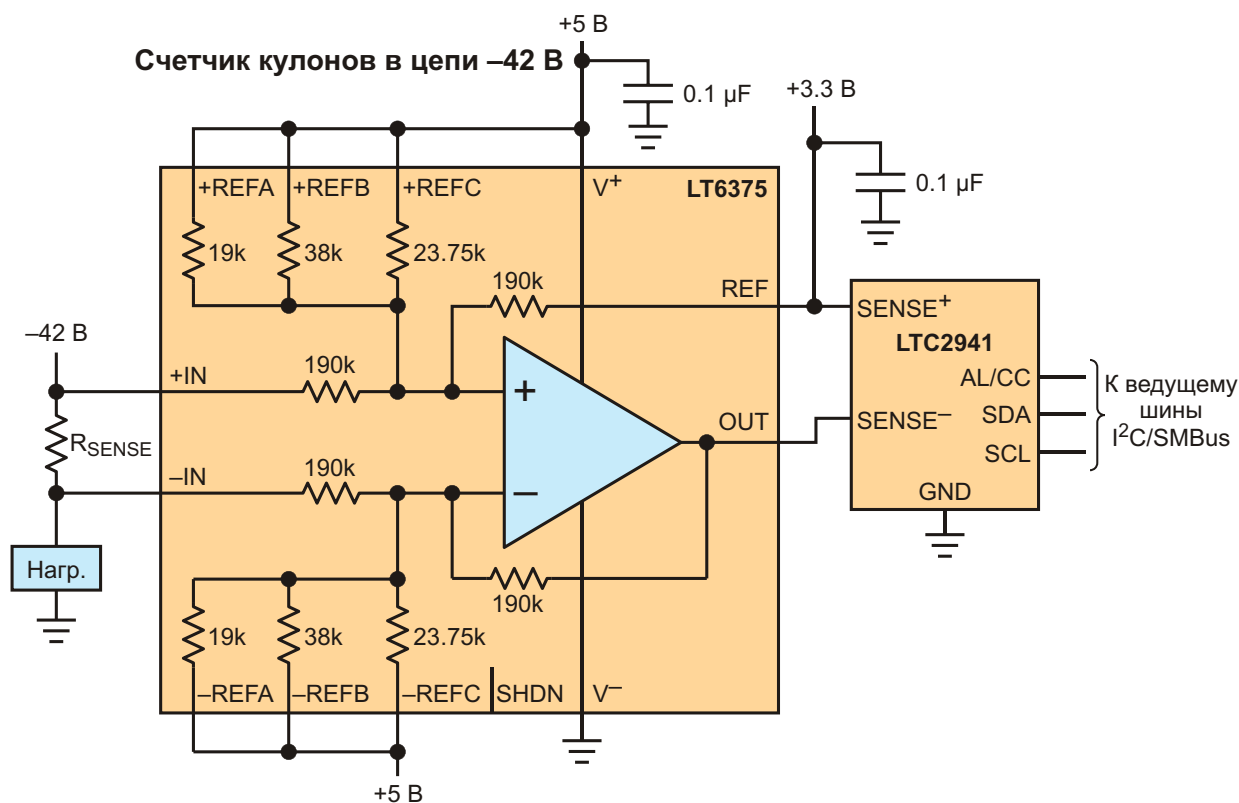


Рисунок 3. Деление входного напряжения 42 В путем подключения дополнительных опорных выводов к источнику 5 В смещает входные уровни до значений, допустимых для ОУ.

делят входное напряжение -42 В до уровня, не превышающего максимально допустимого для ОУ напряжения питания. В других приложениях может оказаться полезной еще одна уникальная особенность конструкции внутреннего операционного усилителя микросхемы LT6375, благодаря которой его входы могут работать при напряжениях, превышающих напряжение на шине питания ОУ.

Комбинируя использование перечисленных функций, вы можете сконструировать схему, способную контролировать источники питания с диапазоном напряжений $\pm 270\text{ В}$. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT6375](#)
2. [Datasheet Linear Technology LTC2941](#)

Предотвращение генерации в ионисторных источниках питания

Rick Bosma

Electronic Design

Эта схема на дискретных транзисторах и диодах создает гистерезис, решающий проблему циклического включения/выключения, которое может происходить при использовании ионисторов в качестве источников резервного питания.

При использовании таких операционных систем как Linux во встраиваемом оборудовании расширять их функциональные возможности довольно просто. Однако одна из функций – обеспечение достаточного времени для безопасного завершения работы при снятии питания системы – требует аппаратного решения. Некорректное выключение может привести к потере данных до такой точки, с которой система не сумеет восстановить свою работу после повторной подачи питания.

Одним из способов создания запаса времени для завершения работы системы является использование ионисторов (иногда называемых суперконденсаторами) в качестве резервного источника питания. С их помощью после отключения сетевого напряжения можно обеспечивать процессор питанием в течение нескольких минут, позволяя ему записать на диск все открытые файлы и должным образом завершить любые остающиеся процессы.

Микросхемы управления зарядом и разрядом ионисторов выпускаются несколькими ведущими изготовителями. В связи с тем, что напряжение на этих конденсаторах меняется по мере их заряда и разряда, обычно производители включают в состав таких

микросхем DC/DC преобразователи, превращающие меняющееся напряжение в стабильное, пригодное для питания остальной системы. Эти серийно выпускаемые микросхемы продолжают поддерживать стабильное напряжение питания до тех пор, пока напряжение на ионисторе не упадет до определенного уровня. Однако когда напряжение доходит до этого уровня, стандартные микросхемы начинают вести себя неадекватно.

Напряжение, измеряемое на выводе конденсатора, является функцией запасенного заряда и падения напряжения на внутреннем сопротивлении. Когда напряжение на конденсаторе падает ниже некоторого порога, DC/DC преобразователь и остальные нагрузки отключаются. При этом падение напряжения, создаваемое током нагрузки на внутреннем сопротивлении, также исчезает, вследствие чего напряжение на контактах ионистора вновь увеличивается.

При достаточно большом токе, потребляемом системой, результатом такого восстановления может стать то, что напряжение на конденсаторе опять повысится до уровня, достаточного для повторного включения DC/DC преобразователя. Нагрузка подключится вновь, напряжение упадет, и преобразователь опять остановится. Это циклическое включение-выключение будет повторяться, приводя к постоянным колебаниям в цепи питания системы.

Для предотвращения таких колебаний необходима схема с управляемым уровнем

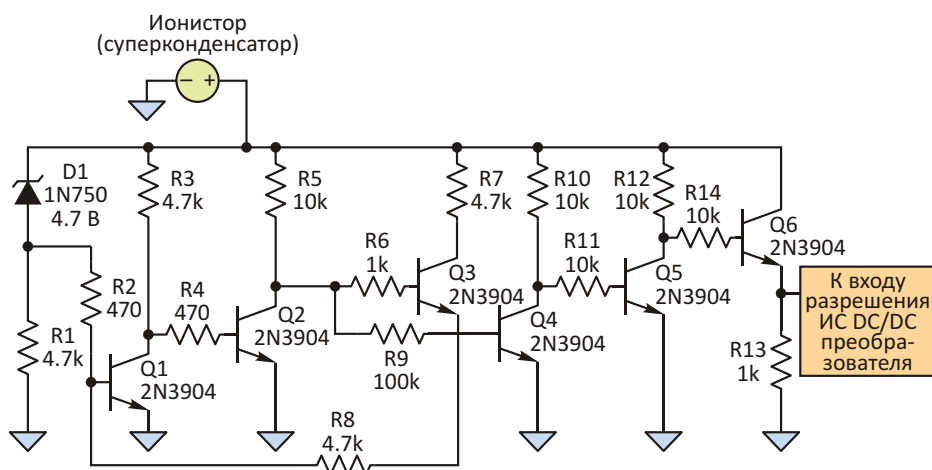


Рисунок 1. Эта полностью аналоговая схема на дискретных компонентах добавляет гистерезис контроллеру заряда ионистора резервного источника питания. В результате шина резервного питания и DC/DC преобразователь мощности не переходят в режим периодического включения/выключения, обусловленный внутренними свойствами ионистора и связанных с ним компонентов.

гистерезиса, сохраняющая работоспособность при наихудших режимах нагрузки. Кроме того, эта схема должна работать при напряжении питания от 0 до 5 В. При создании схемы было рассмотрено несколько операционных усилителей, но даже низковольтные усилители, когда напряжение на шине их питания опускается до некоторого уровня, ведут себя непредсказуемо.

Схема, позволяющая решить все перечисленные проблемы, изображена на Рисунке 1. Схема получает питание от напряжения ионистора. Пока напряжение на конденсаторе растет, начиная с нуля, ток через стабилитрон D1 очень мал. Когда же это напряжение достигает примерно 4.3 В, через D1 и резистор R1 начинает течь ток. Этот ток, равный 150 мкА, создает на резисторе R1 падение напряжения порядка 0.7 В, и транзистор Q1 включается. Соответственно, транзистор Q2, открытый до этого времени током, поступающим в его базу через R3, закрывается. Напряжение на базе Q3 увеличивается, и транзистор начинает проводить ток.

Ток транзистора Q3, проходя через резистор R8, распределяется между базой транзистора Q1 и резистором R1. Таким образом, если до этого падение напряжения на R1 определялось только током стабилитрона D1, теперь оно увеличивается за счет тока транзистора Q3. Именно этот дополнительный ток обеспечивает необходимый гистерезис и заставляет Q1 включаться при более

низком напряжении питания, чем это происходило бы в отсутствие обратной связи.

Отметим, что напряжение на коллекторе Q2 включает транзистор Q4, который закрывает Q5, вследствие чего включится транзистор Q6. Напряжение, падающее на резисторе R13, является сигналом, сообщаящим DC/DC преобразователю, что напряжение на ионисторе достаточно высоко, чтобы разрешить включение преобразователя.

Если основное питание системы теперь будет отключено, и система начнет потреблять ток от ионистора, напряжение на шине основного питания также начнет уменьшаться. Однако, поскольку напряжение на R1 определяется суммой токов, идущих через D1 и Q3, для того, чтобы Q1 закрылся, напряжение должно будет опуститься до 2.3 В. Закрывание транзистора Q1 включает Q2, выключит Q4, включит Q5 и, наконец, выключит Q6. После того, как это произойдет, ток через R13 прекратится, что станет сигналом отключения DC/DC преобразователя.

После того, как нагрузка со схемы DC/DC преобразователя снимется, напряжение на шине основного питания несколько увеличится. Однако до тех пор, пока оно не превысит 2 В, схема не включится повторно, защищая шину питания от колебаний. Для того чтобы изменить напряжения включения и выключения, необходимо заменить стабилитрон D1 и выбрать другое сопротивление резистора R8. **РЛ**

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

специализированный видеорегистратор для автотранспорта
надежно сохраняет и воспроизводит видео- и аудиоинформацию,
маршрут движения, выполняет охранные функции
во время стоянки и передает информацию по GSM
также в продаже модели
ОКО Архив АВТО и ОКО Архив АВТО GPS

ОКО Мобайл 3G

видеорегистратор с возможностью
передачи видео по беспроводным сетям 3G
также в продаже модели
ОКО Мобайл и ОКО Мобайл II - передача видео по GSM



ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ “ОКО АРХИВ”

построение простой, надежной, автономной системы видеонаблюдения для частного и коммерческого секторов

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



“Децима”

Москва, Зеленоград, проезд 4922, дом 4, строение 1

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>

Понижающий преобразователь

отдает в нагрузку 300 Вт при входном напряжении 60 В

Victor Khasiev, Linear Technology

Design Note 1024

Введение

Микросхемы контроллеров понижающих DC/DC преобразователей LTC3890 (два канала) и LTC3891 (один канал) могут напрямую подключаться к источникам напряжения от

4 В до 60 В. Этот широкий диапазон охватывает входные напряжения автомобильного оборудования, питающегося от одной или двух аккумуляторных батарей, и делает ненужными демпфирующие и подавляющие цепи, требуемые обычно для защиты микрос-

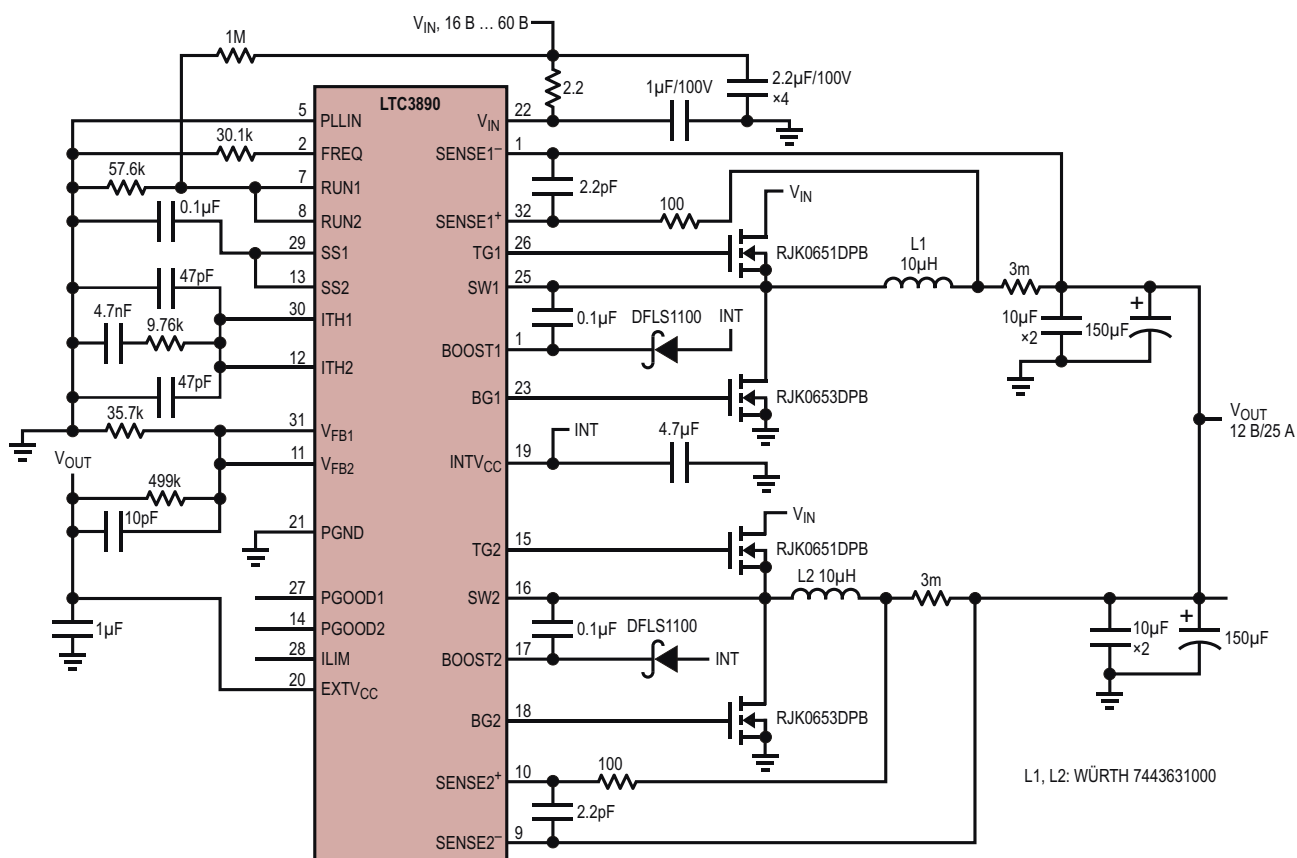


Рисунок 1. Высокоэффективная схема преобразует входные напряжения до 60 В в напряжение 12 В при токе нагрузки 25 А.

хем при сбросе нагрузки. В этот диапазон попадают также телекоммуникационные приложения с напряжением питания 48 В. Если гальваническая изоляция между входом и выходом не требуется, LTC3890 и LTC3891 могут заменить дорогие и громоздкие преобразователи на основе трансформаторов. По сравнению с трансформаторными решениями понижающие преобразователи LTC3890 и LTC3891 позволяют повысить КПД, снизить потери мощности в линиях питания, упростить топологию печатной платы и значительно сократить количество необходимых компонентов.

Высокоэффективный двухфазный преобразователь с выходным током 25 А и напряжением 12 В

На Рисунке 1 изображена основанная на LTC3890 схема двухфазного одноканального понижающего преобразователя с выходным напряжением 12 В и током 25 А, который можно масштабировать до 75 А путем подключения дополнительных микросхем LTC3890 для увеличения числа силовых фаз. При меньших выходных токах можно использовать контроллер однофазного преобразователя LTC3891. Для реализации двухфазного преобразователя необходимо просто соединить вместе выводы независимых каналов LTC3890, а именно, FB1 и FB2, TRACK/SS1 и TRACK/SS2, RUN1 и RUN2, ITH1 и ITH2. Хотя выводы ITH и соединены вместе, каждый из них блокирован отдельным конденсатором 47 пФ для компенсации возможных шумов от

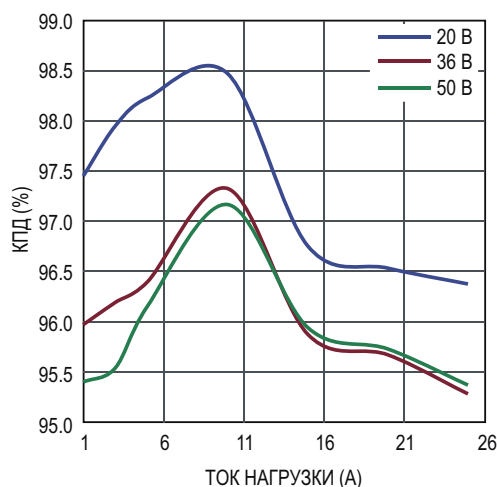


Рисунок 2. Зависимость КПД от тока нагрузки при входных напряжениях 20 В, 36 В и 50 В.

смежных проводников. Относительно низкая частота переключения порядка 150 кГц и относительно высокие фазовые индуктивности 10 мкГн использованы для того, чтобы уменьшить коммутационные потери при высоких входных напряжениях. Для снижения потерь, обусловленных смещением кристалла и затворов внутренних драйверов при высоких входных напряжениях, на вывод EXTV_{CC} подается выходное напряжение.

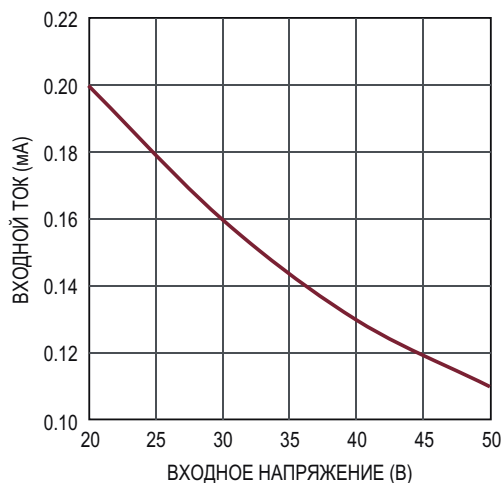


Рисунок 3. Зависимость среднего входного тока от входного напряжения в отсутствие нагрузки при выходном напряжении 12 В.

Характеристики схемы

Зависимость КПД от тока нагрузки, снятая в отсутствие воздушного охлаждения схемы, показана на Рисунке 2. Пики КПД находятся вблизи значения 98% в середине диапазона выходных токов, и спадают до 96% при максимальной нагрузке 25 А. На Рисунке 3 представлена зависимость среднего входного тока от входного напряжения в пульсирующем режиме при отключенной нагрузке. Этот ток имеет величину менее 0.5 мА. Тепловая карта платы без воздушного охлаждения при входном напряжении 20 В, выходном напряжении 12 В и токе нагрузки 25 А (300 Вт) показана на Рисунке 4.

Выбор компонентов

Выбор параметров индуктивности определяется двумя значениями: среднеквадратичным током (I_{RMS}) и током насыщения (I_{PK}):

$$I_{RMS} = \sqrt{(I_{PH})^2 \frac{I^2}{12}}$$

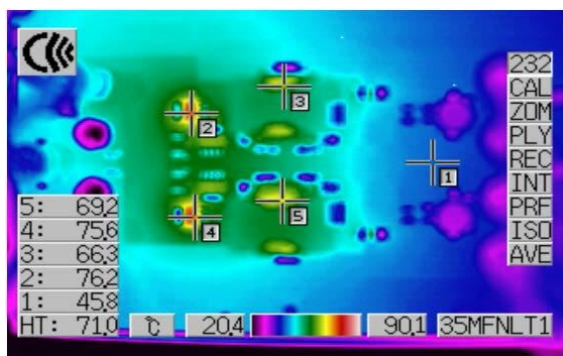


Рисунок 4. Горячие области платы, не охлаждаемой воздушным потоком.

$$I = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) D}{L f}$$

$$D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

$$I_{PH} = k \frac{I_{OUT}}{2}$$

$$I_{PK} = I_{PH} \frac{1}{2}$$

где

f – частота переключения,

k – коэффициент, зависящий от разбаланса токов между фазами.

Для преобразователей на основе LTC3890 $k = 1.08$, в предположении, что допустимое отклонение сопротивлений токоизмерительных резисторов составляет 1%.

Выбор силовых MOSFET, а также входных и выходных конденсаторов, подробно описан в справочных данных на LTC3890. Важно отметить, что типовое значение напряжения внутреннего источника VCC и, следовательно, напряжение затвора MOSFET равно 5.1 В. Это означает, что в схеме должны использоваться MOSFET с логическими уровнями управления.

Заключение

Двухканальный синхронный понижающий преобразователь LTC3890 легко включить в конфигурации одноканального двухфазного преобразователя для использования в высоковольтных, сильноточных автомобильных и телекоммуникационных приложениях. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC3890](#)
2. [Datasheet Linear Technology LTC3891](#)
3. [Datasheet Diodes DFLS1100](#)
4. [Datasheet Renesas RJK0651DPB](#)
5. [Datasheet Renesas RJK0653DPB](#)



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)



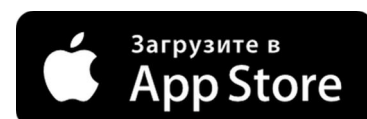
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<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.