



РАДИОЛОЦМАН

ОКТАБРЬ 2016 (65)



Встречайте
Piccolissimo 42

66 Схема обеспечивает безопасность
процедуры запуска
при включении питания

16 Разработана «самоустанавливающаяся»
оффшорная ветряная турбина

70 Датчик тока верхнего плеча
измеряет ток
отрицательной шины

Полимерные
и гибридные
конденсаторы 28



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

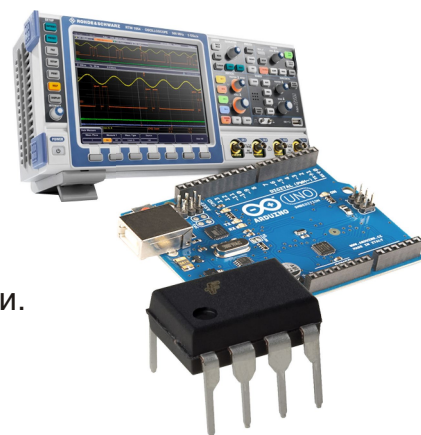


google.com/+RlocmanRuPlus

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 Linear Technology анонсировала ультрамалощущающий LDO регулятор для особо чувствительных приложений
- 6 TI сообщила о начале производства первого двухдиапазонного беспроводного микроконтроллера с ультранизким энергопотреблением
- 7 Экономичные цифровые драйверы Infineon обеспечат немерцающее свечение светодиодов
- 8 Wolfspeed выпускает первый в отрасли 1000-вольтный SiC MOSFET
- 9 MEMS акселерометры Analog Devices обеспечивают раннее обнаружение структурных дефектов
- 10 LAPIS представляет «крепкие» микроконтроллеры, оптимизированные для приложений с NiMH аккумуляторами
- 12 Новые DC/DC преобразователи Fairchild решат многие проблемы мобильных устройств
- 12 Diodes представила драйвер светодиодов с программируемой яркостью и интегрированными силовыми компонентами
- 13 Новые приемники и передатчики ПЧ компании Analog Devices повысят надежность мобильной инфраструктуры для высококачественных услуг телефонной связи
- 14 Exar анонсирует семейство высокоскоростных ультрамалопотребляющих передатчиков RS-485
- 15 Microchip предлагает новое решение для сохранения данных в ОЗУ при потере питания
- 16 Разработана «самоустанавливающаяся» офшорная ветряная турбина
- 16 Plessey начинает производство новых мощных светодиодов типоразмера 7070
- 17 С новыми аналоговыми препроцессорами Analog Devices носимые медицинские приборы станут меньше, легче и экономичней
- 18 All Sensors предлагает новое семейство компактных датчиков низких давлений
- 19 Allegro Microsystems анонсирует новую микросхему сдвоенного 40-вольтного полномотового драйвера двигателей постоянного тока
- 20 Texas Instruments выпускает первый в отрасли однокристалльный 60-вольтный электронный предохранитель с защитой от обратной полярности
- 22 Microsemi представляет новые миниатюрные атомные часы с улучшенными температурными характеристиками
- 22 ON Semiconductor анонсировала первый в отрасли интеллектуальный контроллер заряда для банков питания следующего поколения
- 23 Crocus Technology представляет высокочувствительные микроощущающие цифровые переключатели на основе TMR
- 25 Silicon Labs запускает в производство первые в отрасли твердотельные реле с КМОП изоляцией
- 27 Keysight выпускает на рынок анализатор сигналов с непрерывной разверткой от 3 Гц до 110 ГГц

Статьи

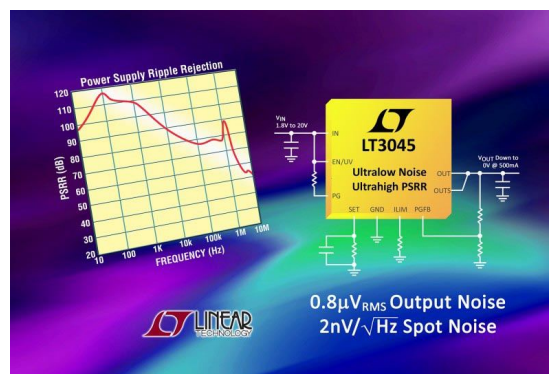
- 28 Полимерные и гибридные конденсаторы
- 34 Простые доработки повышают надежность изолированных DC/DC преобразователей
- 38 Python лучше C! (Или все-таки наоборот?)
- 42 Встречайте Piccolissimo: самый маленький в мире управляемый летательный аппарат с автономным питанием

Схемы

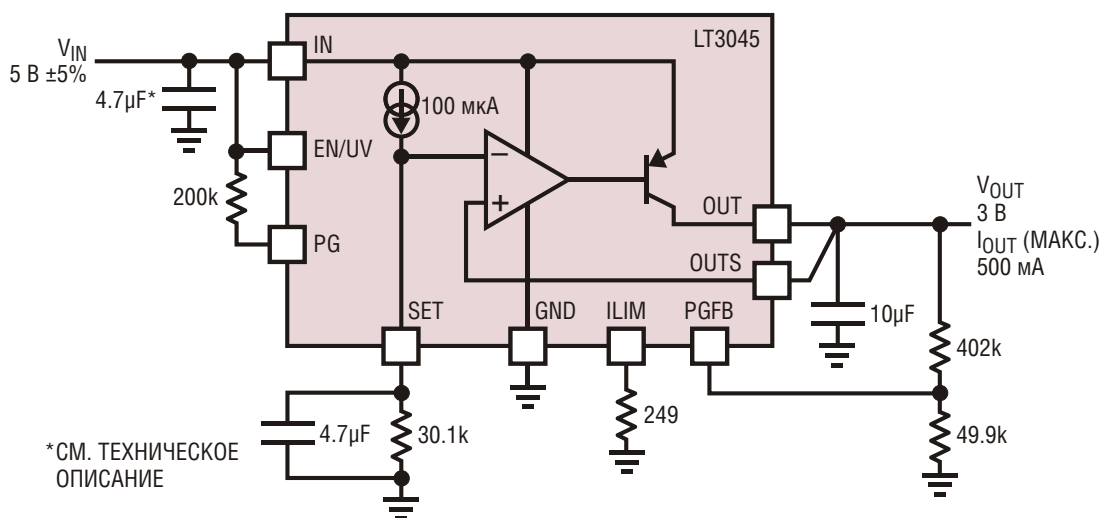
- 46 Снижение чувствительности инструментального усилителя к рассогласованию сопротивлений резисторов
- 49 Трехамперный понижающий драйвер светодиодов с интегрированным ограничителем напряжения
- 52 Импульсный генератор с автокоррекцией
- 54 Бюджетная система автоматизации котельной установки загородного дома. Часть 2
- 62 Малощущающий прецизионный ОУ управляет АЦП последовательных приближений высокого разрешения
- 66 Схема обеспечивает безопасность процедуры запуска при включении питания
- 68 Термовыключатель управляет отключением схемы
- 70 Датчик тока верхнего плеча измеряет ток отрицательной шины
- 72 Недорогой повышающе-понижающий регулятор для устройств с батарейным питанием
- 74 Простая «прозвонка»

Linear Technology анонсировала ультрамалошумящий LDO регулятор для особо чувствительных приложений

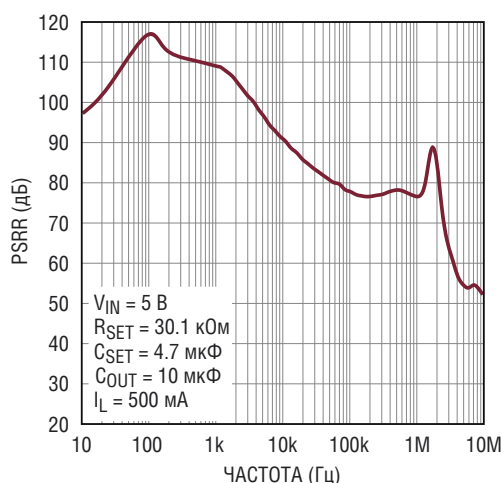
Linear Technology объявила о выпуске ультрамалошумящего LDO регулятора LT3045 с ультравысоким подавлением пульсаций питания (PSRR) – более сильноточного аналога широко распространенного 200-миллиамперного LDO стабилизатора LT3042. Уникальная конструкция микросхемы LT3045 обеспечивает ультранизкий точечный шум 2 нВ/ Гц на частоте 10 кГц и суммарные шумы 0.8 мкВ с.к.з. в широкой полосе частот от 10 Гц до 100 кГц. Прибор имеет исключительные характеристики подавления пульсаций питания, как на низких, так и на высоких частотах. Низкочастотное значение PSRR в полосе до 10 кГц превышает 90 дБ, а на высокой частоте 2.5 МГц PSRR превышает 70 дБ, чем надежно подавляются шумы и выбросы входных источников питания. В LT3045 используется запатентованная Linear Technology архитектура LDO стабилизаторов – прецизионный источник опорного тока, за которым следует высококачественный буфер с единичным усилением, независимо от выходного напряжения поддерживающие практически постоянные значения качества стабилизации, полосы пропускания, шумов и PSRR. Кроме того, такая архитектура позволяет включать несколько LT3045 параллельно, чтобы еще больше снизить шумы, увеличить выходной ток и улучшить распределение тепла по печатной плате.



При максимальном токе нагрузки 500 мА падение напряжения на микросхеме LT3045 составляет 260 мВ во всем расширенном диапазоне входных напряжений от 1.8 В до 20 В. Выходное напряжение от 0 В до 15 В поддерживается с высокой точностью $\pm 2\%$ при любых допустимых изменениях входного напряжения, тока нагрузки и температуры. Широкие диапазоны входных и выходных напряжений нового устройства, большая полоса пропускания, высокий уровень PSRR и ультранизкие шумы идеальны для питания различных чувствительных к шумам приложений, в частности, схем ФАПЧ, управляемых напряжением генераторов, смесителей, малошумящих усилителей, измерительных схем, медицинских приложений, таких как визуализация и диагностика, прецизионных источников питания и пострегуляторов для импульсных преобразователей.

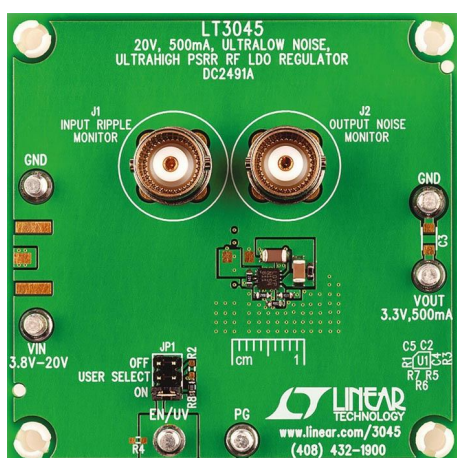


Типовая схема включения LT3045.



Зависимость коэффициента подавления пульсаций питания (PSRR) от частоты.

Для работы LT3045 требуется миниатюрный недорогой керамический выходной конденсатор емкостью 10 мкФ, оптимизирующий устойчивость и переходные характеристики. С помощью единственного внешнего резистора задается порог ограничения тока с точностью $\pm 10\%$ в полном диапазоне температур. Конденсатор, подключенный к выводу SET, снижает уровень выходных шумов и одновременно поддерживает функцию мягкого запуска, подавляя выбросы выходного напряжения при включении устройства. Кроме того, регулятор имеет внутренние цепи защиты от обратной полярности подключения батареи и обратного тока, следящий ограничитель тока нагрузки и схему теплового отключения с гистерезисом. Возможность быстрого запуска полезна в случае, когда используется конденсатор SET большой емкости, а флаг «Питание в норме» с



Демонстрационная схема DC2491A с LDO стабилизатором LT3045.

программируемым порогом сообщает внешнему контроллеру, что схема вошла в режим стабилизации выходного напряжения.

LT3045 выпускаются в 10-выводных корпусах DFN размером 3 × 3 мм со сниженным тепловым сопротивлением и в компактных 12-выводных корпусах MSOP. Микросхемы в корпусах DFN совместимы по выводам с LT3042. Микросхемы групп E и I с диапазоном рабочих температур от -40°C до 125°C имеются на складе компании. Планируемый к выпуску регулятор группы H будет рассчитан на температурный диапазон от -40°C до 150°C . Цены в партиях из 1000 приборов начинаются от \$2.80 за одну микросхему группы E.

Сводка основных характеристик и особенностей LT3045

- Сверхнизкое среднеквадратичное значение шумов: 0.8 мкВ с.к.з. (в диапазоне частот от 10 Гц до 100 кГц);
- Ультранизкий точечный шум: 2 нВ/ Гц на частоте 10 кГц;
- Ультранизкий коэффициент подавления пульсаций питания:
 - более 90 дБ на частотах до 10 кГц,
 - более 70 дБ на частотах до 2.5 МГц;
- Выходной ток 500 мА;
- Широкий диапазон входных напряжений: 1.8 В ... 20 В;
- Улучшение шумовых характеристик и подавления пульсаций питания с помощью одного конденсатора;
- Ток через вывод программирования SET 100 мкА, начальная точность $\pm 1\%$;
- Выходное напряжение, программируемое одним резистором;
- Широкая полоса пропускания: 1 МГц;
- Программируемый порог ограничения тока;
- Низкое падение напряжения: 260 мВ;
- Диапазон выходных напряжений от 0 В до 15 В;
- Флаг «Питание в норме» с программируемым порогом;
- Возможность быстрого включения;
- Точные пороги на выводах блокировки при пониженном напряжении и включения;
- Возможность параллельного включения нескольких приборов для снижения уровня шумов и увеличения выходного тока;

- Внутреннее прогрессирующее ограничение тока;
- Минимальная емкость выходного конденсатора: 10 мкФ, керамический;

- Защита от обратных токов и неправильной полярности подключения батареи;
- 12-выводной корпус MSOP и 10-выводной DFN с размерами 3 × 3 мм.

TI сообщила о начале производства первого двухдиапазонного беспроводного микроконтроллера с ультранизким энергопотреблением

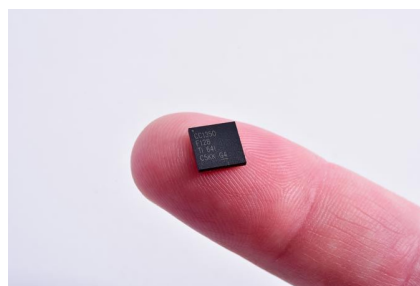
Контролировать сети Интернета вещей теперь можно с помощью портативных устройств с однокристальным решением TI, объединившем беспроводную связь субгигагерцового диапазона и Bluetooth LE

Расширяя функциональность сетей Интернета вещей (IoT), Texas Instruments (TI) объявила о начале серийного производства самого малопотребляющего в отрасли двухдиапазонного беспроводного микроконтроллера (МК), один чип которого поддерживает соединения как в субгигагерцовом диапазоне, так и через Bluetooth с низким энергопотреблением (Bluetooth LE). Микросхема CC1350 дополнила выпускаемое TI семейство совместимых по выводам беспроводных микроконтроллеров SimpleLink, объединяемых общей программной платформой и ультра низким потреблением энергии. Новый двухдиапазонный беспроводный МК позволит разработчикам с помощью одного миниатюрного чипа реализовать те решения, для которых раньше требовалось три, упростить конструкцию, а также сэкономить энергию, стоимость и место на плате. Беспроводный МК CC1350, при питании от дискового литиевого элемента обеспечивающий дальность связи до 20 км, предназначен для приложений автоматизации зданий и производственных предприятий, сигнализации и безопасности, интеллектуальных сетей, отслеживания активов и беспроводных сенсорных сетей.



Разработанный для энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия (LPWAN), беспроводной МК CC1350 имеет следующие отличительные особенности:

- **Двухдиапазонная связь**, расширяющая функциональность субгигагерцовых сетей за счет добавления таких реализаций Bluetooth LE, как аварийная сигнализация, беспроводное обновление ПО, интеллектуальный ввод в эксплуатацию, удаленные дисплеи и многое другое;
- **Большая дальность связи в совокупности с ультранизким энергопотреблением**, поддерживаемым током спящего режима 0.7 мкА и обеспечивающим более чем 10-летний срок работы от батареи;
- **Большая интеграция** в миниатюрном беспроводном МК, объединившем субгигагерцовый приемопередатчик и Bluetooth LE, а также ядро ARM Cortex-M3 и флэш-память в одном корпусе QFN размером 4 × 4 мм.



Конструкторы могут в течение нескольких минут начать работу с недорогим отладочным комплектом SimpleLink CC1350 LaunchPad на основе беспроводного МК, или же за минуты подключить датчики к облаку с помощью демонстрационного набора SimpleLink CC1350STK, используя поддер-

жку интегрированной среды Code Composer Studio компании TI и многофункциональной среды создания приложений IAR Embedded Workbench. Кроме того, TI упростила процесс разработки, предоставив несколько вариантов программного обеспечения, включая примеры связи точка-точка с использованием EasyLink, беспроводной стек протоколов M-Bus для ОС реального времени TI RTOS, а также комплект разработчика ПО BLE-Stack 2.2, поддерживающий спецификации Bluetooth 4.2. Конструкторам поможет также доступ к онлайн обучению и поддержке сообщества E2E.

Цены и доступность

Комплекты разработчика на базе беспроводного субгигагерцового МК SimpleLink CC1350 уже могут быть приобретены в онлайн магазине TI и у авторизованных дистрибьюторов компании:

- **Отладочный комплект CC1350 Launch Pad:**

\$29.00 – для создания законченного прототипа системы субгигагерцового диапа-

зона, дополненной Bluetooth LE, на основе недорогого беспроводного МК, ПО и платформы разработки радиочастотных устройств.

- **Демонстрационный набор CC1350STK (поступит в продажу в конце 2016 года):**

\$29.99 – для демонстрации возможностей субгигагерцовой системы с Bluetooth LE, основанной на небольшом наборе с десятью МЭМС датчиками, которая может быть подключена к облаку менее чем за три минуты.

Беспроводные субгигагерцовые микроконтроллеры CC1350 будут выпускаться в корпусах QFN с размерами 4 4, 5 5 и 7 7 мм для ISM диапазонов 315 МГц, 433 МГц, 470 МГц, 500 МГц, 779 МГц, 868 МГц, 915 МГц и 920 МГц, 2.4 ГГц, а также для систем SRD. В настоящее время можно приобрести устройства CC1350F128RGZR для ISM диапазонов 868 МГц, 915 МГц и 920 МГц в корпусах 7 7 мм по цене \$4.60 за одну микросхему при размере партии 1000 штук.

Экономичные цифровые драйверы Infineon обеспечат немерцающее свечение светодиодов

Современные светодиодные технологии открывают в осветительных приложениях множество новых возможностей. Infineon дополнила свой портфель цифровых и конфигурируемых микросхем драйверов светодиодов прибором XDPL8220. С этой микросхемой светотехническая индустрия сможет реализовать новые возможности интеллектуального освещения, предоставив дополнительные удобства как конечным пользователям, так и производителям. Управление по первичной стороне позволит сократить число необходимых внешних компонентов и снизить стоимость, повысив, в тоже время, надежность.



Современная двухкаскадная архитектура XDPL8220 значительно облегчит соблюдение требований существующих и перспективных стандартов, регламентирующих уровни мерцания. Это стало возможным благодаря исключению влияния низкочастотных изменений в питающей сети и гарантированной стабильности выходного тока. Стремясь к высокой энергоэффективности, разработчики реализовали малопотребляющий режим ожидания, имеющий важное значение для обеспечения непрерывной работы электронных пускорегулирующих аппаратов. Потребляя менее 70 мВт в режиме ожидания, XDPL8220 еще больше снижает мощность в неактивном режиме, сохраняя при этом способность к реакции на внешние события или запросы пользователей.

Гибкость экономит усилия и затраты

Цифровое ядро XDPL8220 позволяет, используя одно устройство, создавать множество различных систем. Его современные



Оценочная плата 230 В/50 Вт для микросхемы XDPL8220.

алгоритмы управления обеспечивают возможность с помощью одной схемы реализовать системы освещения, работающие в режиме стабилизации тока или в режиме стабилизации напряжения. Режим ограничения мощности поддерживает постоянный уро-

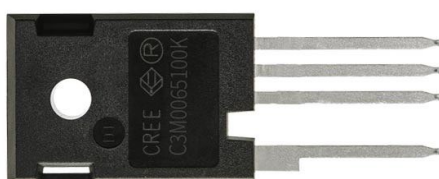
вень освещенности, оптимально используя возможности компонентов. В драйвер светодиодов заложен полный набор средств для настройки эксплуатационных ограничений, что намного упрощает его адаптацию к целевому приложению. Благодаря высокой интеграции функциональных блоков микросхемы разработчики могут расширять набор технических возможностей без использования внешних компонентов.

Доступность

В настоящее время принимаются заказы на единичные образцы XDPL8220, которые будут доступны с января 2017 года.

Wolfspeed выпускает первый в отрасли 1000-вольтовый SiC MOSFET

Принадлежащая Cree компания Wolfspeed анонсировала выпуск 1000-вольтовых MOSFET, которые позволят снизить общую стоимость систем, одновременно улучшив их КПД и снизив размеры. Новые MOSFET, специально оптимизированные для устройств быстрой зарядки и промышленных источников питания, обеспечат 30-процентное сокращения количества компонентов при более чем трехкратном увеличении плотности мощности и снижении выходной мощности на 33%.



С представлением 1000-вольтового карбид-кремниевый (SiC) MOSFET Wolfspeed стала лидером рынка, предлагая самый полный в отрасли спектр силовых устройств. Wolfspeed была первой компанией, выпустившей в 2011 году коммерческий SiC MOSFET, и остается технологическим лидером до настоящего времени.

Воспользовавшись возможностями нового прибора, разработчики смогут перейти от основанной на кремнии трехуровневой топологии к более простой двухуровневой и

сократить количество компонентов. Увеличение выходной мощности при уменьшении размеров устройства достигнуто за счет ультранизкой выходной емкости с типовым значением 60 пФ, значительно снижающей потери переключения. Это устройство может работать на более высоких частотах переключения, позволяя уменьшить размеры элементов резонансного контура и, снизив таким образом общие потери, упростить требования к теплоотводу. Для подтверждения этих характеристик Wolfspeed сконструировала 20-киловаттный полномостовой резонансный LLC преобразователь и сравнила его с лучшей на рынке 15-киловаттной системой на основе кремния.

Поддержка разработки

Wolfspeed предлагает базовый проект 20-киловаттного полномостового резонансного LLC преобразователя, зарегистрированного в каталоге под обозначением CRD-20DD09P-2. Это полностью собранное устройство позволит разработчикам быстро оценить особенности новых 1000-вольтовых SiC MOSFET и продемонстрирует им возможности, предоставляемые повышенным быстродействием и увеличенной плотностью мощности.

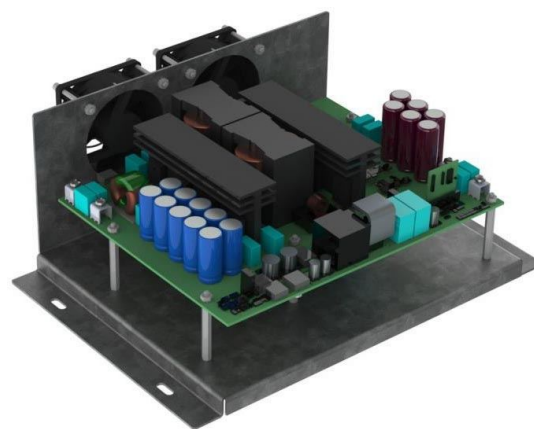
Проектная документация на LLC преобразователь, содержащая принципиальные схемы, перечни материалов, файлы моделей и подробное руководство пользователя, доступна онлайн на сайте компании. Для приоб-

ретения самого преобразователя необходимо обратиться с запросом в соответствующие службы Wolfspeed.

Информация об устройстве

Новые 1000-вольтовые MOSFET с сопротивлением открытого канала 65 мОм в корпусах 4L-TO247 для монтажа в отверстия можно приобрести у дистрибьюторских компаний Digikey, Mouser и Richardson RFPD под каталожным обозначением C3M0065100K. В ближайшие недели Wolfspeed планирует выпустить еще один MOSFET с допустимым напряжением 1000 В, также в корпусе 4L-TO247, но с сопротивлением канала 120 мОм (C3M0120100K). Этот корпус, рассчитанный на двухпроводное подключение истока, позволяет инженерам максимально использовать в своих конструкциях великолепное быстродействие и высокую эффективность SiC приборов.

К концу текущего года появятся версии этих устройств в корпусах для поверхностно-



20-киловаттный полномостовой резонансный LLC преобразователь CRD-20DD09P-2.

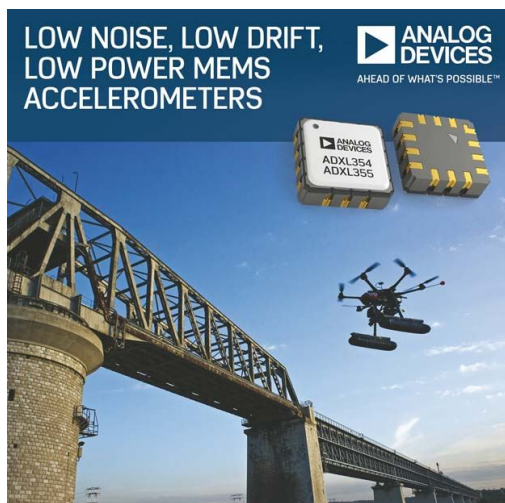
го монтажа – C3M0065100J и C3M0120100J. Так же, как и 4L-TO247, корпуса устройств для поверхностного монтажа имеют сток с выводами Кельвина для минимизации «звона» напряжения затвора и снижения системных потерь.

MEMS акселерометры Analog Devices обеспечивают раннее обнаружение структурных дефектов

Представленные Analog Devices новые трехосевые малошумящие MEMS акселерометры с высоким разрешением выполняют измерение вибрации, обеспечивая раннее обнаружение структурных дефектов через беспроводные сети датчиков. Низкая мощность, потребляемая акселерометрами ADXL354 и ADXL355, увеличивает срок службы батарей и позволит продлить срок эксплу-

тации изделий за счет сокращения периодичности их обслуживания. Низкие шумы ADXL354 и ADXL355 в сочетании с малой потребляемой мощностью позволяют с небольшими затратами измерять вибрации низкого уровня в таких приложениях, как например, мониторинг целостности конструкций. Кроме того, стабильность измерения угла наклона у акселерометров ADXL354 и ADXL355 обеспечивает отличную повторяемость в диапазоне температур и во времени, что идеально соответствует требованиям, предъявляемым к системам ориентации и навигации беспилотных летательных аппаратов, использующих инерциальные измерительные блоки и инклинометры. Повторяемость результатов измерения угла наклона при любых условиях значительно снижает ошибки новых акселерометров без сложной калибровки в жестких условиях окружающей среды.

Гарантированный температурный коэффициент смещения нуля акселерометров ADXL354 и ADXL355 не превышает 0.15 мг/°C. Такая стабильность минимизиру-



ет ресурсы и затраты, связанные с калибровкой и тестированием, помогая достичь более высокой производительности при выпуске конечных изделий. Кроме того, герметичный корпус гарантирует, что повторяемость и стабильность конечных продуктов будут соответствовать заявленным в спецификации значениям в течение долгого времени после их выпуска.

Диапазоны измерений от $\pm 2g$ до $\pm 8g$, фильтрация с частотой среза, выбираемой от 1 Гц до 1 кГц, низкая плотность шумов 25 мкг/ Гц и ток потребления менее 200 мкА ставят характеристики акселерометров ADXL354 и ADXL355 в один ряд с гораздо более дорогими устройствами при меньшем потреблении мощности и меньших затратах на комплектующие изделия.

Цены и доступность

Продукт	Выходной интерфейс	Доступность образцов	Серийное производство	Цена за шт. (в партии 1000 шт.)	Корпус
ADXL354	Аналоговый	Да	Да	\$25.42	6 6 мм 14-выводной LCC
ADXL355	SPI	Да	Да	\$28.25	6 6 мм 14-выводной LCC

LAPIS представляет «крепкие» микроконтроллеры, оптимизированные для приложений с NiMH аккумуляторами

Лучшие в своем классе низковольтные устройства повышают энергоэффективность и рабочие характеристики компактного промышленного оборудования с батарейным питанием

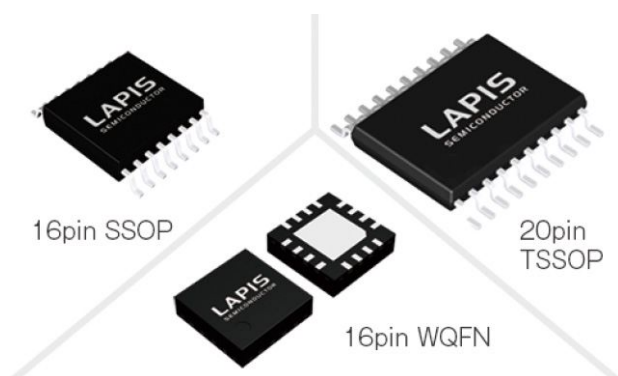
LAPIS Semiconductor, входящая в группу компаний ROHM, объявила о разработке семейства 16-разрядных маломощных микроконтроллеров ML620130, оптимизированных для компактного промышленного оборудования с батарейным питанием, которое, работая в сложных помеховых условиях при низком энергопотреблении, должно сохранять способность надежной и производительной обработки данных.

В новых устройствах устойчивость к электростатическим разрядам была повышена до ± 30 кВ, а напряжение питания снижено до 1.6 В. Выбор рабочего напряжения, кратного стандартному напряжению металлгидридных аккумуляторов (NiMH, $0.8 \text{ В} \times 2 = 1.6 \text{ В}$),

обеспечивает эффективное использование батарей без напрасных потерь заряда. Это способствует снижению потребляемого от батареи тока, продлевая срок ее службы в портативных устройствах и промышленном оборудовании с батарейным питанием. Семейство ML620130 состоит из 9 моделей, различающихся объемами памяти, числом выводов и другими характеристиками, позволяющих пользователям выбрать идеальное решение, отвечающее набору их требований.

Продолжающаяся в последние годы миниатюризация датчиков, батарей и источников питания привела к увеличению спроса на компактные недорогие модули (подложки, встраиваемые в устройства), поддерживающие множество приложений и режимов эксплуатации. При рассмотрении различных ситуаций и методов использования необходимо обеспечить стабильную работу в неблагоприятных внешних условиях (сильные помехи, тепловыделение), и в то же время обеспечить улучшение таких характеристик, как бóльшая диверсификация каналов связи и расширение сферы применения.

Чтобы уменьшить размеры и снизить затраты, во многих приложениях делается



акцент на меры по устранению помех и/или противодействию тепловым факторам. Однако при этом становится трудно сбалансировать противоречивые требования повышенной устойчивости к воздействию окружающей среды и поддержания уровня надежности при использовании меньшего количества внешних компонентов. Кроме того, уменьшение размеров установленной в модуле батареи и увеличение срока ее службы требуют оптимизации потребляемой мощности (напряжения и тока) для каждого приложения.

Для удовлетворения этих взаимно противоположных требований LAPIS Semiconductor расширила свою линейку проверенных рынком 16-разрядных маломощных микроконтроллеров, включив в нее семейство ML620130 «крепких» микроконтроллеров, имеющих множество функций, оптимизированных для работы от батарей.

Ключевые особенности

1. Оптимизация для ультранизковольтных никель-металлогидридных аккумуляторов

Минимальное рабочее напряжение было снижено с традиционных 1.8 В до 1.6 В. Это расширяет диапазон контролируемого микропроцессором напряжения питания до типового значения 1.63 В, что приближается к напряжению двух никель-металлогидридных аккумуляторов (0.8 В $\times$ 2 = 1.6 В) и сокращает количество циклов зарядки, снижая влияние эффекта памяти и продлевая срок службы батареи.

2. Улучшенные основные характеристики и сниженное потребление тока

Тактовая частота процессора 16 МГц и 32 МГц периферии (ШИМ) увеличивают производительность в два и более раз по сравнению со стандартной линейкой «крепких» микроконтроллеров LAPIS при рабочем токе, сниженном более чем на 25%.

3. Лучший в своем классе высокоточный встроенный генератор исключает необходимость во внешнем генераторе

Встроенный высокоточный RC-генератор в диапазоне температур от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеет стабильность частоты $\pm 1\%$, а в диапазоне от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $\pm 1.5\%$. Коммуникационный порт UART, широко использовавшийся в качестве интерфейса

внешнего оборудования, в асинхронном режиме способен работать без внешнего генератора во всем диапазоне температур, снижая затраты на периферийные компоненты. Помимо этого, предусмотрен как полнодуплексный режим (1 канал), так и полудуплексный (2 канала), а в случае, когда двунаправленная связь не требуется, одновременно могут быть гибко назначены два приемных и два передающих вывода, что позволит выполнить монтаж на платах меньшей площади.

4. Превосходная помехоустойчивость

Высокая помехоустойчивость, унаследованная от семейства обычных маломощных микроконтроллеров LAPIS, позволяет выдерживать электростатические разряды $\pm 30\text{ кВ}$ (уровень 4), превосходя требования стандарта IEC61000-4-2 ($\pm 15\text{ кВ}$ при разряде через воздушный промежуток). Кроме того, схемотехнические усовершенствования, затронувшие линии питания и пути проникновения шумов, повысили помехоустойчивость на 30%. (Проверено с помощью косвенного разряда при определенных условиях на оценочной плате LAPIS).

NiMH аккумуляторы подвержены «эффекту памяти», проявляющемуся в том, что при многократной перезарядке после частичного разряда аккумулятор «вспоминает» меньшую емкость, теряя свою первоначальную способность к накоплению энергии. Эффект памяти может привести к резкому падению напряжения по достижении определенного уровня разряда, что резко остановит работу и потребует преждевременной перезарядки. Тем не менее, данный эффект можно преодолеть и восстановить первоначальную емкость батареи, подвергнув ее глубокой зарядке-разрядке. Это явление подчеркивает важность правильного использования NiMH аккумуляторов.

Области применения

- сенсорные модули,
- управление зарядом батарей,
- компактные электрические инструменты,
- переносные устройства,
- промышленное оборудование.

Доступность

Продукты выпускаются серийно.

Новые DC/DC преобразователи Fairchild решат многие проблемы мобильных устройств

Новейшее дополнение к семейству лучших в отрасли приборов управления питанием для крупносерийных мобильных устройств

Fairchild запустила в производство свой самый совершенный повышающе-понижающий регулятор с цифровым управлением, предназначенный для источников питания смартфонов, планшетов и других устройств с батарейным питанием. Теперь к популярному семейству FAN49100 присоединился регулятор FAN49103, объединивший в себе наибольшую плотность мощности, минимальные размеры решения, мягкую реакцию на переходные процессы и лучший в своем классе уровень пульсаций.



«Наш FAN49103 – это идеальный повышающе-понижающий DC/DC преобразователь практически для любых смартфонов, планшетов или мобильных устройств, дающий разработчикам реальную возможность освободить место на плате благодаря своим размерам, которые на 84% меньше, чем у ближайших конкурентов, – сказал Ричард Лу (Richard Lu), вице-президент по мобильным решениям компании Fairchild. – FAN49103 также может помочь разработчикам мобильных устройств

в преодолении проблем избыточного тепловыделения и провалов питания».

Обеспечивая системную шину минимально возможным напряжением, FAN49103 может уменьшить проблемы тепловыделения. Превосходные тепловые характеристики предотвращают рассеивание избыточной энергии, способное нарушить нормальное функционирование устройства. Это имеет первостепенное значение для смартфонов, поскольку малые размеры делают их особенно восприимчивыми к избыточному теплу. Используя FAN49103, можно также уменьшить размеры теплоотводов, или вовсе отказаться от них, что, в свою очередь, снизит стоимость материалов, упростит конструкцию и сэкономит дополнительное место на плате.

Быстрый отклик FAN49103 на переходные процессы поддерживает большие импульсные нагрузки, позволяя компенсировать провалы питания и снизить влияние разряда батарей. Преобразователь рассчитан на токи нагрузки до 2.5 А и может поддерживать стабилизацию выхода во всем диапазоне напряжений аккумулятора, независимо от степени его разряда.

FAN49103 дополняется другими приборами семейства FAN49100, включая недавно появившийся повышающе-понижающий преобразователь FAN49101, используемый целым рядом ведущих производителей смартфонов, телевизоров и других подключаемых потребительских устройств.

FAN49103 выпускаются серийно в корпусах WLCSP с 20 шариковыми выводами, имеющих размеры всего 1.6 мм 2.0 мм.

Diodes представила драйвер светодиодов с программируемой яркостью и интегрированными силовыми компонентами

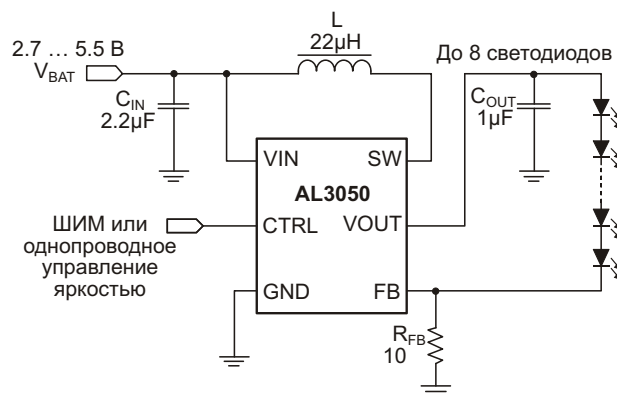
Компания Diodes разработала новый повышающий драйвер светодиодов AL3050, работающий в режиме стабилизации тока и предназначенный для программируемого управления яркостью светодиодной подсветки портативных устройств. Расширенные функ-

ции диммирования, небольшие размеры решения, минимальное количество необходимых внешних компонентов и высокий КПД хорошо подходят для использования этой микросхемы в оборудовании с питанием от одноэлементных Li-ion аккумуляторов и

небольшими ЖК экранами, таком как мобильные телефоны и смартфоны, портативные медиаплееры, приемники GPS и другие ультрамобильные устройства.



Благодаря наличию встроенных 30-вольтовых MOSFET с сопротивлениями открытых каналов 0.6 Ом и силового диода Шоттки, драйвер может управлять цепочкой, содержащей до восьми светодиодов, с возможностью параллельного включения нескольких цепочек. Микросхема может работать либо в режиме ШИМ диммирования с большой глубиной регулирования (100:1), либо в режиме однопроводного цифрового управления, обеспечивающего 32 программируемых уровня яркости. Повышающий



Типовая схема включения AL3050.

преобразователь работает на фиксированной частоте переключения 750 кГц, что позволяет снизить пульсации на выходе, повысить КПД преобразования и использовать малогабаритные внешние компоненты.

AL3050 обеспечивает надежную работу системы с ограничением токов при запуске системы и гарантированной защитой от коротких замыканий и обрывов светодиодных цепочек. Кроме того, устройство имеет стандартные функции защиты от перегрузки по току, перегрузки по напряжению и перегрева. AL3050 доступны в компактных корпусах U-DFN2020 размером 2 × 2 мм.

Новые приемники и передатчики ПЧ компании Analog Devices повысят надежность мобильной инфраструктуры для высококачественных услуг телефонной связи

Представленные Analog Devices высокоинтегрированные микросхемы приемников и передатчиков промежуточной частоты (ПЧ) значительно повысят надежность, снизят стоимость и сократят время вывода на рынок систем микроволнового и миллиметрового диапазонов для операторов мобильной связи и производителей телекоммуникационного оборудования. Новые приемники и передатчики HMC8100 и HMC8200 выполняют уникально широкий набор функций, заменяя множество дискретных компонентов и обеспечивая единое высокоэффективное решение для транзитных СВЧ приложений. Используя меньшее число компонентов, производители теперь смогут быстрее довести свою продукцию до рыночной готовности. Дальнейшее повышение надежности и сни-

жение стоимости системы и эксплуатационных расходов произойдет вследствие значительного уменьшения размеров печатной



платы и потребляемой мощности. В результате телекоммуникационное оборудование станет более надежным в реальных условиях эксплуатации и позволит сотовым операторам обеспечивать конечных потребителей высококачественным сервисом мобильной телефонии.

Микросхема приемника промежуточной частоты HMC8100 преобразует радиочастотный входной сигнал в диапазоне от 800 МГц до 4000 МГц в несимметричный выходной сигнал ПЧ 140 МГц. Устройство содержит два управляемых напряжением усилителя, три детектора уровня мощности, программируемый блок автоматического управления усилением и выбираемые полосовые фильтры для частот 14 МГц, 28 МГц, 56 МГц и 112 МГц. HMC8100 поддерживает все стандартные полосы частот СВЧ диапазона от 6 до 42 ГГц.

Микросхема передатчика промежуточной частоты HMC8200 преобразует входной сигнал промышленного стандарта 300...400 МГц в несимметричный радиочастотный выходной сигнал от 800 МГц до 4000 МГц. При входной мощности ПЧ от -31 дБм до +4 дБм HMC8200 обеспечивает глубину цифрового управления усилением 35 дБ с шагом 1 дБ, в то время как аналоговый управляемый усилитель регулирует выходную мощность передатчика от -20 дБм до +5 дБм. Устройство также содержит три встроенных детектора уровня мощности.

Изделие	Производство	Цена за шт. в партии из 1000 приборов	Корпус
HMC8100LP6JE	Да	\$19.98	40-выводной LFCSP 6 6 мм
HMC8200LP5ME	Да	\$17.06	32-выводной KFCSP 5 5 мм

Exar анонсирует семейство высокоскоростных ультрамалопотребляющих передатчиков RS-485

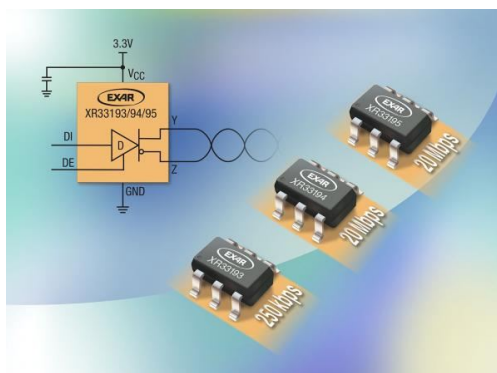
- Низкий ток потребления 180 мкА при напряжении питания 3.3 В, снижающийся до 2 мкА в режиме ожидания
- Скорость передачи данных до 20 Мбит/с, малая задержка распространения и минимальный разброс задержек между приборами
- Рассчитаны на работу при температурах до 125 °С, содержат цепи защиты от электростатических разрядов напряжением до ±15 кВ

Компания Exar объявила о выпуске нового семейства высокоскоростных передатчиков RS-485/RS-422, сочетающих в себе низкое потребление мощности, малые размеры корпуса и высокую устойчивость к разрядам статического электричества напряжением до ±15 кВ. Семейство предназначено в первую очередь для промышленных приложений, таких как многоточечные распределители

синхросигналов, телекоммуникационные сети, системы управления роботами, средства автоматизации производственных процессов и локальные сети.

Микросхемы XR33193, XR33194 и XR33195 работают при напряжении питания 3.3 В, потребляя ток всего 180 мкА (375 мкА максимум). Все передатчики могут переключаться в режим ожидания, ток потребления в котором снижается до 2 мкА. Выпускаемые в 6-выводных корпусах TSOT23 микросхемы идеально подходят для высокоскоростных соединений точка-точка в приложениях с ограниченным объемом.

XR33193/94/95 занимают на плате площадь 3 мм × 3 мм и поддерживают скорости передачи данных 250 кбит/с, 2.5 Мбит/с и 20 Мбит/с. XR33193 и XR33194 имеют выходы с ограниченной скоростью нарастания для снижения уровня электромагнитных излучений и обеспечения беспомехового обмена



при длинных линиях передачи или плохом согласовании кабелей, а также для многоточечных приложений с несогласованными шлейфами. XR33195 отличается малой задержкой распространения 25 нс и разбросом задержек 5 нс. Выходы драйверов всех трех передатчиков RS-485, рассчитанных на работу в расширенном диапазоне температур от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$, защищены от электростатических разрядов напряжением до

$\pm 15\text{ кВ}$. Кроме того, приборы защищены от помех, возникающих при горячей замене, что позволяет устанавливать их при включенном питании, не рискуя нарушить целостность данных на общей шине. Цены и доступность

XR33193, XR33194 и XR33195 доступны в «зеленых» корпусах TSOT23-6, отвечающих предписаниям директивы RoHS. Для партий из 1000 приборов цены начинаются от \$0.55 за штуку.

Microchip предлагает новое решение для сохранения данных в ОЗУ при потере питания

Энергонезависимое ОЗУ на основе EERAM с интерфейсом I²C не требует внешней батареи для сохранения данных

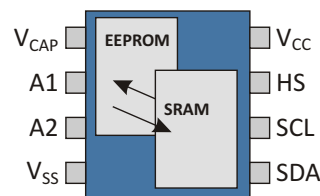
Недорогое и надежное решение для безопасного сохранения данных при потере питания теперь стало возможным благодаря компании Microchip Technology. Новая память

EERAM с интерфейсом I²C представляет собой реализованное простыми средствами энергонезависимое статическое ОЗУ, которое идеально подходит для устройств с частой записью, обновлением или мониторингом данных, включая приборы учета, а также автомобильные и промышленные приложения.



EERAM состоит из независимого статического ОЗУ (SRAM) и теневого резервного EEPROM, размещение которых на общем кристалле упрощает автоматическое восстановление содержимого SRAM при потере системного питания. EERAM обеспечивает мгновенную запись в произвольную ячейку без циклов задержки. Микросхемы семейства EERAM с интерфейсом I²C имеют емкость 4 Кбит и 16 Кбит и поставляются в стандартных 8-выводных корпусах SOIC, TSSOP и PDIP. Предлагаются варианты микросхем с напряжением питания 3.0 В и 5.0 В

для промышленного и автомобильного диапазонов температур (-40°C ... 85°C и -40°C ... 125°C , соответственно).



Состоящее из двух хорошо знакомых и надежных запоминающих устройств – EEPROM и SRAM, – однокристальное EERAM предоставляет надежное и безотказное решение для хранения данных, которое, фактически, является самым дешевым энергонезависимым ОЗУ. Для безопасной перезаписи данных при пропадании напряжения EERAM не требуется внешняя батарея. Вместо нее подключается небольшой конденсатор, энергия которого используется для сохранения содержимого ОЗУ в EEPROM при потере системного питания.



Оценочная плата EERAM (код для заказа as500100).

Разработана «самоустанавливающаяся» оффшорная ветряная турбина

PowerPulse

Группа исследователей при финансовой поддержке ЕС сконструировала «самоустанавливающуюся» оффшорную ветряную турбину, которая позволит снизить затраты на монтаж и повысить безопасность труда. Инновационная система была разработана в рамках развиваемого ЕС проекта ELISA стоимостью \$3.6 млн. и представляет собой полностью работоспособный 5-мегаваттный прототип, установленный на Канарских островах. По утверждению разработчиков, система является первой оффшорной ветряной турбиной, устанавливаемой на морском дне и полностью смонтированной без использования судов большой грузоподъемности.



По словам создателей, эта система разрабатывалась для решения проблемы высоких затрат на установку турбины, которая считается одним из основных препятствий на пути широкого внедрения оффшорных ветряных электростанций.

«ELISA – это новаторская технология создания полностью самоустанавливающихся оффшорных турбин, – сообщил участвующий в работах над проектом Джос Серна (Jos

Serna). – Вся система предварительно полностью собирается и испытывается в удобных условиях гавани, что расширяет возможности крупноблочного промышленного монтажа и сводит к минимуму риски, связанные с оффшорными монтажными работами».

В прототипе используется фиксируемое якорями гравитационное основание, служащее в качестве плавучей платформы, из которой телескопически выдвигается мачта с ветряной турбиной. Каждый элемент конструкции, включая платформу, мачту и турбину, полностью собирают на берегу, а затем перемещают в требуемое место с помощью обычного буксира, где закрепляется платформа и поднимается мачта.

«Важно отметить, что на сегодня в Европе имеются всего три или четыре судна высокой грузоподъемности, способных устанавливать 8-мегаваттные турбины на глубинах свыше 40 метров, и Европа лидирует по сравнению с другими развитыми рынками», – объяснил Серна, говоря о большом экспортном потенциале его системы для неокрепших американских и японских рынков оффшорной ветроэнергетики.

По словам Серны, система ELISA может позволить «радикально» – до 30% ... 40% по сравнению с традиционной технологией монтажа – сократить затраты на установку оффшорных ветряных ферм, и к тому же снизить стоимость их обслуживания.

«Собственно говоря, цена в пересчете на мегаватт разработанного прототипа уже сейчас ниже текущих рыночных цен, и это несмотря на инвестиции, потребовавшиеся для создания вспомогательной инфраструктуры, которые целиком были вложены в единственное изделие», – сказал Серна.

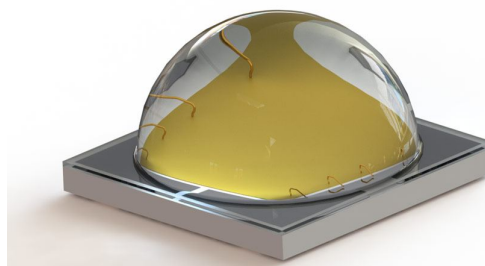
Plessey начинает производство новых мощных светодиодов типоразмера 7070

Plessey сообщила о начале массового производства нового светодиода большой мощности, получившего обозначение PLW7070GA.

В новых продуктах компании Plessey реализованы все преимущества технологии нитрид галлия (GaN) на кремнии, позволившие создать лучший в своем классе светоди-

од большой мощности в стандартном для отрасли корпусе, ставший дополнением существующего семейства мощных приборов i2LED. Используя собственную высоковольтную технологию нитрид галлия на кремнии, Plessey смогла улучшить тепловые характеристики однокристалльных светодиодов, повысить качество визуализации в дальней зоне и существенно снизить стоимость существующих решений.

Plessey предлагает компоненты и решения для всей цепочки создания источников света. Разработчики осветительных систем и спецификаторы на любом этапе создания светильников могут получить полную информацию как об особенностях использования в своих устройствах синих кристаллов на основе GaN на кремнии, так и о специфике логистических цепочек. В мощных светодиодах PLW7070GA с несколькими р-п переходами, интегрированными на одном кристалле,



исключены эффекты затенения и обеспечена оптимизированная визуализация в дальней зоне. Мощные светодиоды Plessey, рассчитанные на стандартную вторичную оптику и работающие в диапазоне мощностей от 1 Вт до 15 Вт при входных токах от 350 мА до 3 А, доступные в полном диапазоне вариантов коррелированной цветовой температуры и индексов цветопередачи, опускают планку отбора недорогих однокристалльных светодиодов для сложных наружных и коммерческих осветительных приложений.

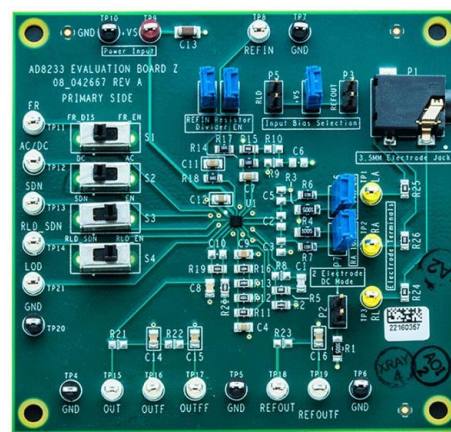
С новыми аналоговыми препроцессорами Analog Devices носимые медицинские приборы станут меньше, легче и экономичней

Analog Devices представила новое поколение микромощных аналоговых препроцессоров для измерения биопотенциалов, которые позволяют создавать более компактные, легкие и удобные для пациентов кардиомониторы с увеличенным сроком службы батарей. AD8233 – это полностью интегральный одноканальный препроцессор обработки электрокардиографических (ЭКГ) сигналов, разработанный как единый компактный и простой в



использовании компонент. Как правило, разработчики вынуждены проектировать препроцессоры для ЭКГ на основе отдельных компонентов, что может увеличить расходы и время конструирования. Высокоинтегрированный законченный аналоговый препроцессор AD8233 исключает эти излишние расходы средств и времени, позволяя разработчикам быстрее вывести свои изделия на широкий рынок. Кроме того, малые размеры устройства (2.0 мм × 1.7 мм) позволяют сделать конструкции нательных медицинских приборов более компактными и легкими, а их ношение более простым. Громоздкие, тяжелые и неудобные мониторы могут быть неприятны пациентам и даже мешать им в повседневной жизни. Продолжительность автономной работы является еще одним важнейшим атрибутом кардиомониторов и имеет жизненно важное значение для обеспечения постоянства мониторинга, давая возможность получать точные данные без перерыва на подзарядку или замену батарей. При уровне потребляемого тока микроамперного диапазона AD8233 значительно увеличивает срок службы источников питания.

Помимо малых размеров, AD8233, работающий при напряжении питания от 1.7 В до 3.5 В, отличается экстремально низким током потребления (типичное значение 50 мкА), способностью контролировать контакт электрода с кожей даже в режиме отключения (при потребляемом токе менее 1 мкА) и коэффициентом подавления синфазного сигнала 80 дБ (в полосе частот от 0 до 60 Гц). Электрический шум – параметр, критически важный для кардиомониторов, – составляет менее 10 мкВ в полосе от 0.5 до 40 Гц. AD8233 также предоставляет возможность гибкого конфигурирования фильтров, необходимую для непрерывной уверенной работы в жестких условиях окружающей среды при различных вариантах использования: двухполюсный перестраиваемый фильтр верхних частот, трехполюсный перестраиваемый фильтр нижних частот с регулировкой усиления, а также фильтр подавления радиопомех. Кроме того, для гибкости и упрощения использования он содержит отключаемый встроенный усилитель «драйвера правой ноги» и отдельный неподключенный операционный усилитель. Для упрощения начала проектирования и ускорения выхода на рынок Analog Devices также предлагает оце-



Оценочная плата AD8233CB-EBZ.

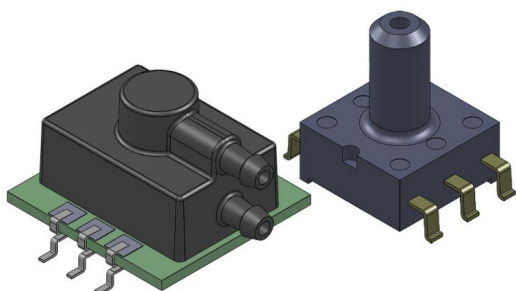
ночную плату, базовый проект, web-инструментарий для проектирования фильтров и SPICE-модель.

Цены и доступность

Изделие	Производство	Цена за шт. в партии из 1000 приборов	Корпус
AD8233	Да	\$1.49	WLCSP 2 мм 1.7 мм
AD8233CB-EBZ	Да	\$46.27	Оценочная плата

All Sensors предлагает новое семейство компактных датчиков низких давлений

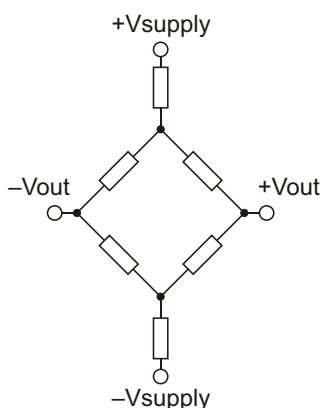
Калифорнийская компания All Sensors анонсировала новую линейку пьезорезистивных датчиков низких давлений серии BLC. Устройства новой серии имеют превосходные характеристики в диапазонах измерений от ± 1 до ± 30 дюймов водяного столба и 15 фунтов на квадратный дюйм. В основе компактных датчиков низких давлений серий BLC лежит разработанная All Sensors технология CoBeam2. При низком напряжении питания



устройства обеспечивают большие уровни выходных сигналов, сопоставимые с выходными уровнями традиционных чувствительных элементов аналогичного назначения. Пониженное напряжение питания благоприятно влияет на температурный сдвиг при прогреве датчика, в то время как сама технология CoBeam2 уменьшает восприимчивость корпусов к термическим напряжениям и вносит вклад в повышение общей долгосрочной стабильности. Кроме того, по сравнению с обычными однокристалльными устройствами эта технология значительно снижает зависимость результатов измерений от положения датчика.

Эта серия предназначена для использования с неагрессивными, неионизированными рабочими средами, такими как воздух, сухие газы и т.п. Компактные размеры предоставляют прекрасные возможности для

небольших мобильных устройств. Датчик имеет логометрический выход и рассчитан на работу в идеальном для приложений с батарейным питанием диапазоне напряжений от 0.9 до 1.8 В. Линейка выпускаемых датчиков рассчитана на дифференциальные измерения в диапазонах 1, 5, 10, 20 и 30 дюймов водяного столба (250 Па, 1.25 кПа, 2.5 кПа, 5 кПа и 7.5 кПа), а также на измерение абсолютного давления до 15 фунтов на квадратный дюйм (103 кПа).



Эквивалентная схема датчика.

Особенности корпусов

- Миниатюрные корпуса SMT и DIP для монтажа на печатную плату;
- Варианты с различной ориентацией портов;

Электрические характеристики

- Низковольтное питание (от 0.9 В до 1.8 В);
- Логометрический основной выход;
- Типовая нелинейность 0.1%;
- Повышенная линейность во всем диапазоне;
- Пониженная чувствительность к ориентации прибора;
- Пониженный дрейф выходного сигнала во время прогрева датчика;
- Нанесение парилонового покрытия по запросу;
- Диапазон рабочих температур от -25°C до 85°C .

Применение

Идеальными областями применения этих датчиков являются:

- медицинские устройства,
- приборы экологического контроля,
- системы вентиляции и кондиционирования,
- портативные/карманные устройства,
- приложения ультранизкого давления.

Цена

Для получения информации о ценах свяжитесь с производственным подразделением All Sensors. Для тестовых целей можно получить образцы продуктов.

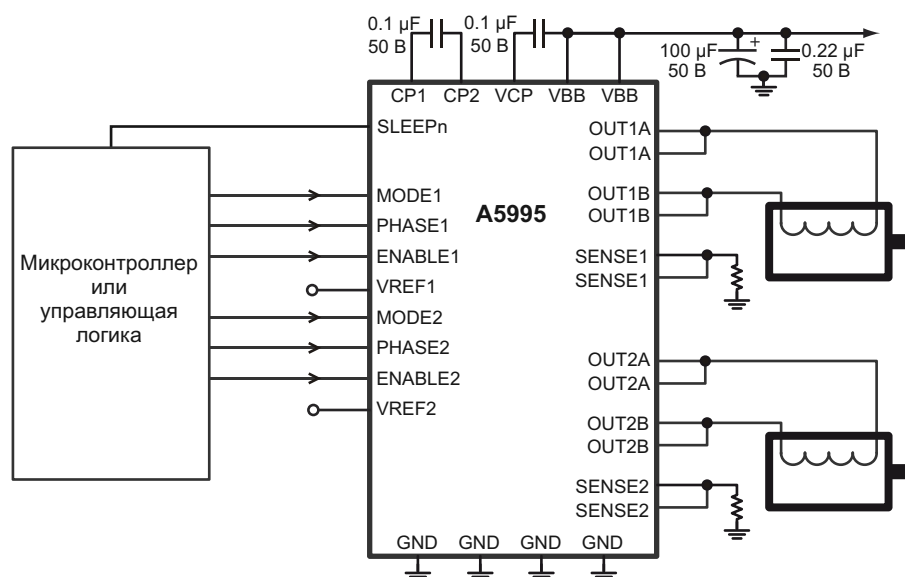
Allegro Microsystems анонсирует новую микросхему сдвоенного 40-вольтового полномостового драйвера двигателей постоянного тока

Два драйвера в одном корпусе используют общий внешний конденсатор зарядового насоса, экономя площадь печатной платы

Allegro MicroSystems анонсирует сдвоенный 40-вольтовый полномостовой драйвер



A5995, способный управлять двумя двигателями постоянного тока с потребляемым током до 3.2 А. Для регулирования токов микросхемы используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ) с фиксированным временем выключения. Стандартные для отрасли входы PHASE (фаза) и ENABLE (разрешение) предназначены для управления направлением вращения, выбегом и торможением каждого двигателя. Специальный вход микросхемы позволяет выбирать между быстрым и медленным нарастанием импульсов ШИМ. Новое устройство предназначено для



Типовая схема включения A5995.

рынков потребительской, промышленной и офисной автоматизации с таким конечными приложениями, как лазерные, струйные и этикеточные принтеры, копировальные аппараты, торговые автоматы, роботы-пылесосы и банкоматы.

Безопасная работа прибора обеспечивается такими функциями, как тепловая защита с температурным гистерезисом, блокировка

при пониженном напряжении, исключение сквозных токов и защита от перегрузки. Для повышения КПД добавлен режим ожидания.

A5995 поставляется в безвыводном 36-контактном корпусе QFN размером 6 × 6 × 0.9 мм с основанием, вскрытым для улучшения отвода тепла. Корпус микросхемы не содержит свинца, а его выводная рамка покрыта 100% матовым оловом.

Texas Instruments выпускает первый в отрасли однокристалльный 60-вольтый электронный предохранитель с защитой от обратной полярности

Встречно включенные МОП-транзисторы оптимизируют защиту приложений с 24- и 48-вольтowymi шинами питания



Texas Instruments (TI) представила первый однокристалльный электронный предохранитель с встречно включенными МОП-транзисторами, гарантирующий защиту при наивысших в отрасли напряжениях до 60 В. TPS2660, объединивший в себе расширенный набор функциональных возможностей, включая защиту от обратной полярности и блокировку обратных токов, является самым высокоинтегрированным электронным предохранителем на рынке устройств управления питанием для 24- и 48-вольтowych приложений в промышленных, автомобильных и коммуникационных устройствах.

Основные особенности и преимущества электронного предохранителя TPS2660

• Интегрированные встречно включенные МОП-транзисторы:

Уникальная архитектура TPS2660 дает следующие преимущества:

- Защита от обратной полярности помогает обезопасить системную нагрузку от неправильного подключения проводов, что нередко происходит в промышленном оборудовании, использующем винтовые зажимы;
- Встроенная цепь блокировки предотвращает протекание тока в обратном направлении с выхода на вход;
- Усовершенствованная защита и интеграция большого числа функций позволяют сэкономить до 40% площади печатной платы за счет сокращения количества внешних компонентов.

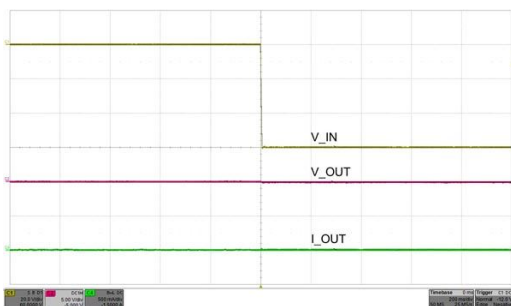


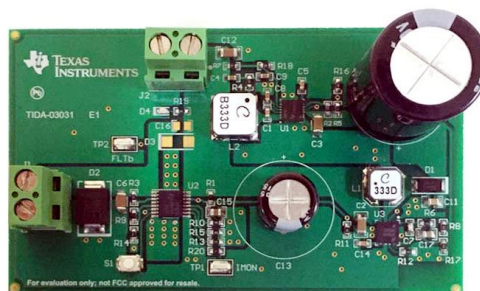
Иллюстрация работы защиты от неправильной полярности подключения источника питания – 60 В.

• Регулируемая защита от повышенного напряжения до 60 В:

Поможет разработчикам быстрее и увереннее пройти стандартные для отрасли тесты на устойчивость к импульсным

помехам, включая испытания на кратковременные броски напряжения.

Разработчики могут ускорить работу над проектом, воспользовавшись оценочной платой TIDA-03031, на которой с использованием DC/DC преобразователей LM5002 и LM5160 собран 25-ваттный резервный источник питания для ПЛК с защищенным входом, отвечающий всем требованиям международного стандарта IEC 61000-4.

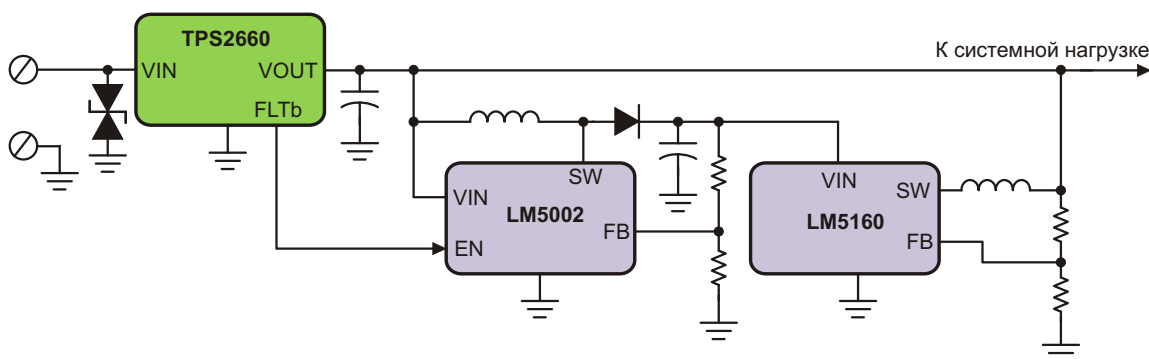


Оценочная плата TIDA-03031 25-ваттного резервного источника питания для программируемого логического контроллера.

TPS2660 стал последним дополнением к семейству электронных предохранителей TI, обеспечивающим защиту от повышенных напряжений, перегрузки по току и коротких замыканий. В портфеле TI можно найти защитные устройства для промышленного оборудования, персональной электроники, автомобильных и корпоративных систем.

Цены и доступность

Электронный предохранитель уже можно приобрести в онлайн магазине TI или через сеть авторизованных дистрибьюторов компании. TPS2660 выпускаются в корпусах TSSOP размером 4.4 × 5 мм и в партиях из 1000 приборов продаются по цене \$2.20 за штуку.



Блок-схема оценочной платы TIDA-03031.

Microsemi представляет новые миниатюрные атомные часы с улучшенными температурными характеристиками

Высоконадежные продукты для рынков продукции оборонного назначения, подводной геофизической разведки и научных исследований

Компания Microsemi анонсировала новые миниатюрные цезиевые часы CSAC (Chip Scale Atomic Clock – атомные часы размером с микросхему) с характеристиками, улучшенными в полном диапазоне температур работы и хранения. В новых устройствах без ущерба для размеров, веса и мощности при работе в широком диапазоне температур реализована технология, обеспечивающая самый низкий уровень потребления среди всех эталонных источников времени.



Усовершенствованная конструкция новых компонентов CSAC, а также тщательный выходной контроль, гарантируют их высоконадежную работу в диапазоне температур от -10 до 70 °C. Обеспечивая самые низкие в отрасли значения размеров, веса и потребляемой мощности – 17 см^3 , 35 г и всего 120 милливатт, – революционная технология открывает дорогу новым приложениям и задачам, реализация которых в прошлом не представлялась возможной на базе традиционных

термостатированных кварцевых генераторов и рубидиевых часов. Устройства CSAC имеют начальную точность $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ и типовую скорость старения менее $9 \cdot 10^{-10}$ в месяц, что делает их пригодными для многих маломощных приложений атомной синхронизации.

Согласно отчету «Рынок кварцевых генераторов – глобальный прогноз и аналитика», опубликованному Markets & Markets, общий наличный рынок генераторов в 2016 году оценивается в $\$2.4$ млрд., из которых $\$260$ млн. приходится на долю рынка термостатированных кварцевых генераторов, для которого, в первую очередь, предназначены CSAC.

Продукты CSAC с улучшенной термостабильностью укрепляют стратегические позиции Microsemi на рынках обороны и безопасности, ориентированных на такие приложения, как малопотребляющее устройства удержания синхронизации для защиты от GPS уязвимостей при определении местоположения, курса и времени. Кроме того, они могут быть востребованы в качестве источника эталонного времени в приложениях океанологии и подводной геологоразведки (в узлах океанических донных станций), а также на рынке атомных генераторов опорной частоты.

Доступность продукта

В настоящее время Microsemi предлагает единичные образцы усовершенствованных CSAC; их серийное производство будет развернуто в конце года.

ON Semiconductor анонсировала первый в отрасли интеллектуальный контроллер заряда для банков питания следующего поколения

Набор интеллектуальных функций с наивысшей в отрасли интеграцией, упрощающий и ускоряющий вывод на рынок конечного продукта

ON Semiconductor представила высокоинтегрированный однокристалльный контролер накопителей энергии для создания следующего поколения систем с питанием от Li-Ion

аккумуляторов. Законченное устройство LC709501F для управления Li-Ion аккумуляторами рассчитано на широкие диапазоны мощностей, токов и выходных напряжений (5

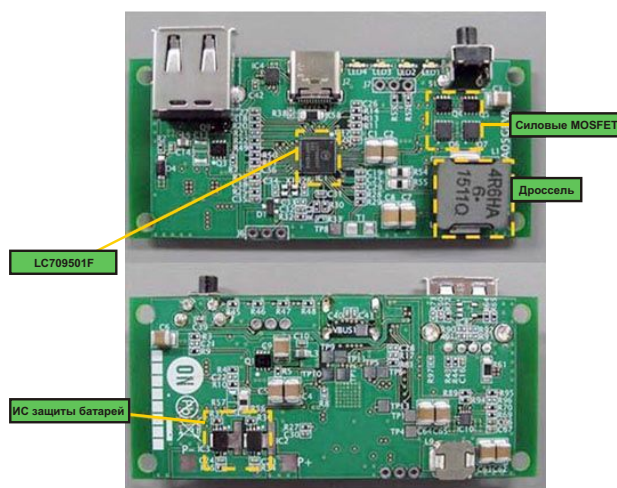


В, 9 В или 12 В), задаваемых простым выбором внешних МОП-транзисторов.

LC709501F определяет тип подключенного устройства и автоматически выбирает самый быстрый алгоритм зарядки. Опытные пользователи даже могут перепрограммировать LC709501F для поддержки собственных профилей заряда/разряда, а также функций USB Type-C и USB PD. Системная гибкость этого однокристального решения основана на интеграции указателя уровня заряда, драйверов светодиодов, интерфейса I²C и драйверов внешних MOSFET. Ускорить вывод своей продукции на рынок разработчикам позволит предлагаемый ON Semiconductor оценочный набор. LC709501F поддерживает различные уровни выходной мощности вплоть до 30 Вт, конкретные значения которых определяются выбором внешних MOSFET. Кроме того, в устройство интегрирован хост контроллер полноскоростного интерфейса USB 2.0.

USB хост контроллер микросхемы LC709501F поддерживает соединение с приложениями на основе iOS и Android, что пред-

оставляет возможность обмена с подключенным смартфоном для отображения на его дисплее состояния батареи и статуса процесса зарядки (время зарядки, срок службы, количество циклов зарядки и т.д.). Устройство работает с запатентованными протоколами зарядки (такими как Fast Charge и Qualcomm Quick Charge), используемыми в настоящее время производителями смартфонов для сокращения периодов перезарядки. Для обеспечения эксплуатационной долговечности устройство снабжено механизмами защиты от перегрузки по току и повышенного напряжения, а также имеет вход подключения внешнего термистора для контроля температурных уровней. LC709501F работает в диапазоне температур от -40 °C до +85 °C.



Оценочный набор LC709501F.

Корпус и цена

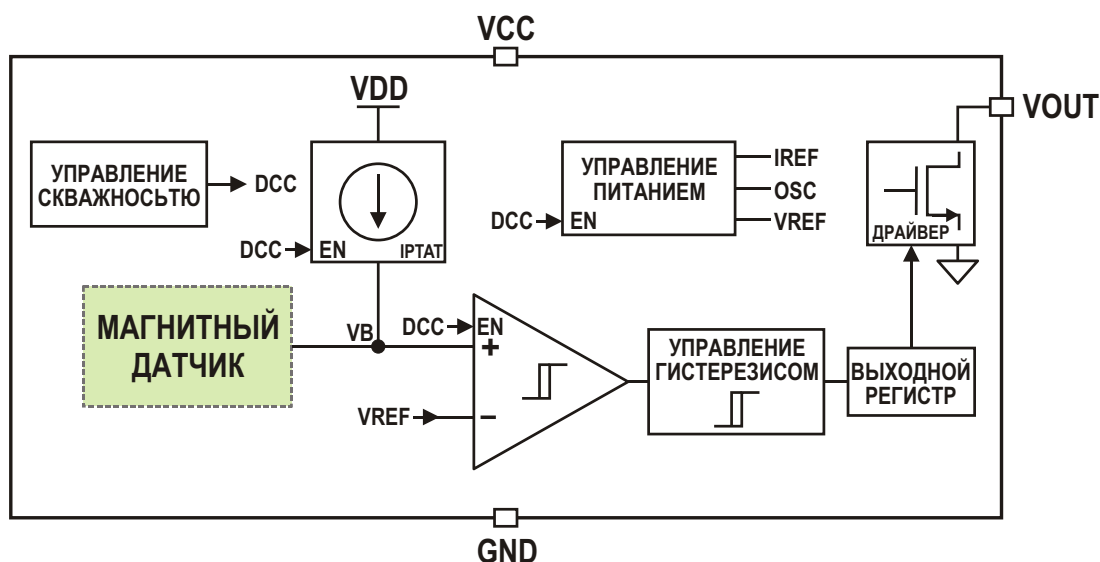
LC709501F продаются в корпусах QFN-52 (6 × 6 мм) по цене \$2.80 за штуку, установленной для лотов объемом 10,000 микросхем.

Crocus Technology представляет высокочувствительные микромощные цифровые переключатели на основе TMR

В микропотребляющих цифровых коммутаторах СТ51х компании Crocus в качестве надежной альтернативы приборам на эффекте Холла и механическим герконовым переключателям используется передовая технология туннельного магнитного сопротивления

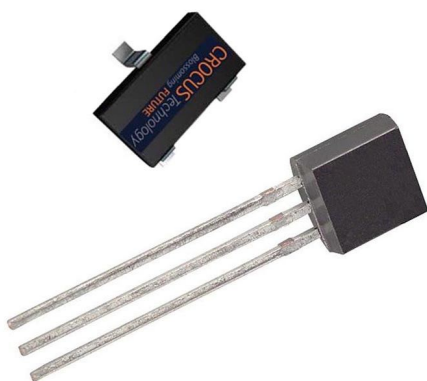
Crocus Technology объявила о доступности цифровых переключателей СТ51х – первых в новой серии полностью интегральных цифровых датчиков, основанных на эффекте туннельного магнитосопротивления (TMR).

Это семейство предназначено для широкого диапазона приложений с увеличенными воздушными зазорами, более слабыми магнитными полями и значительно сниженной мощностью потребления. Устройства СТ51х



Блок-схема переключателя СТ511 с открытым стоком.

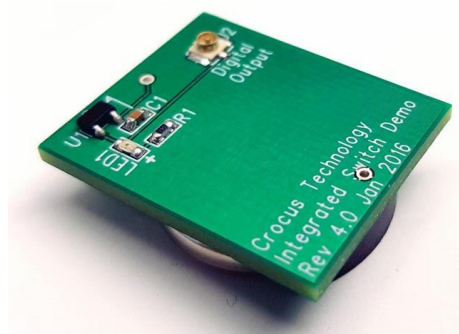
выполняют функции высокоточного определения положения, управления и коммутации силовых цепей, демонстрируя высокие уровни чувствительности и надежности, отвечающие запросам разработчиков современных устройств Интернета вещей, потребительских и промышленных приложений.



«На фоне постоянно растущего спроса на интеллектуальные датчики в умных продуктах семейство устройств СТ51х предоставляет большую свободу выбора конструктивных решений и возможность снижения стоимости как существующих, так и новых приложений, включая устройства Интернета вещей, носимые изделия, бытовое электро- и электронное оборудование, интеллектуальные приборы учета, смарт-замки и другие потребительские товары, – сказал Зак Дейри (Zack Deiri), директор по продажам и маркетингу в Crocus Technology. – Рынки тяготеют к интел-

лектуальным твердотельным магнитным переключателям, способным обеспечить повышенную надежность, более быстрый отклик и экстремально низкое энергопотребление для приложений с батарейным питанием, и такими приборами являются СТ51х».

При использовании в качестве датчика приближения СТ51х могут обнаруживать движение окна или двери в системах охранной сигнализации. Кроме того, цифровые переключатели, потребляя ничтожную мощность, могут активировать режимы пробуждения и сна в таких мобильных устройствах, как ноутбуки с детекторами положения крышки. Помимо этого, СТ51х способны измерять скорость вращения в интеллектуальных расходомерах с батарейным питанием и служить средством защиты от несанкционированного доступа в интеллектуальных приборах учета, где ежегодные потери превышают миллиард долларов.



Демонстрационная плата CTD501.

Приборы семейства TMR CT51х изготавливаются полностью на одном кристалле с использованием технологического процесса КМОП. Переключение, измерение положения и скорости вращения происходят при среднем токе потребления менее 350 мкА.

Семейство устройств CT51х выпускается серийно с различными конфигурациями выхода в стандартных корпусах SOT-23 и TO-92. Продукцию Crcus можно заказать в любой стране мира через авторизованных дистрибьюторов компании: Future Electronics, Mouser, Comtech и Weikeng International.

Silicon Labs запускает в производство первые в отрасли твердотельные реле с КМОП изоляцией

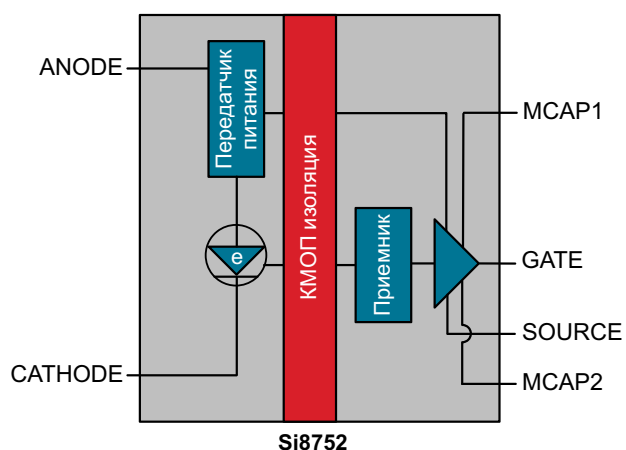
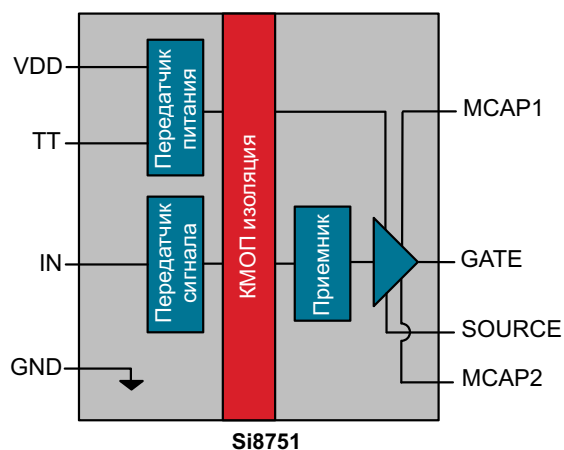
Изолированные драйверы МОП-транзисторов серии Si875х станут более дешевой и простой заменой реле, используемым в промышленных и автомобильных приложениях

Silicon Labs объявила о начале производства революционного семейства изолированных КМОП драйверов MOSFET, с помощью которых разработчики, выбрав соответствующие приложению полевые транзисторы, смогут заменить в своих устройствах устаревшие электромеханические реле и твердотельные реле на основе оптоизоляторов. Новые микросхемы семейства Si875х являются первыми в отрасли изолированными драйверами МОП-транзисторов, передающими энергию через КМОП изолирующий барьер, которые позволяют отказаться от изолированных ключей на вторичной стороне источников питания, упростив конструкцию и снизив стоимость систем. В паре с дискретным МОП-транзистором драйверы Si875х обеспечивают лучшее в своем классе решение для замены электромеханических и оптоэлектронных реле в приводах моторов и клапанов, системах вентиляции и кондиционирования, зарядных устройствах для гибридных и электрических транспортных средств и в других промышленных и автомобильных приложениях.



Для коммутации нагрузки разработчики традиционно использовали электромехани-

ческие реле и твердотельные реле на основе оптоизоляторов, но каждая из технологий по-своему несовершенна. Электромеханические реле дороги, громоздки и шумны. Эти недостатки стимулировали двузначный рост выпуска твердотельных реле, но даже они создают свои проблемы. Твердотельным реле на основе оптоизоляторов присущи внутренние ограничения, такие как более короткий срок службы, обусловленный старением светодиода, ухудшение характерис-

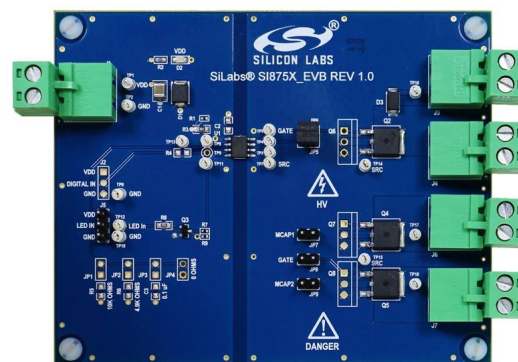


тик при повышенных температурах и пониженная помехоустойчивость. Кроме того, в них используется ограниченный набор интегрированных МОП-транзисторов, что также оказывает отрицательное влияние на их технические характеристики, цену и коммутируемую мощность.

Предлагаемые Silicon Labs драйверы МОП-транзисторов семейства Si875x, основанные на КМОП, являются более совершенной альтернативой, снижающей стоимость системы и мощность потребления, и способной повысить уровень технических характеристик устройств, в которых ранее использовались электромеханические и оптоэлектронные реле. Благодаря отсутствию в конструкции драйверов Si875x светодиодов или оптических компонентов, они обеспечивают превосходную стабильность, как во времени, так и в диапазоне температур. Миниатюрные приборы Si875x переключаются абсолютно бесшумно, что делает их идеальной заменой для громоздких электромеханических реле с их электрическими шумами переключения, проблемами износа и сложностями использования в массовом производстве.

Устройства Si875x управляют затворами МОП-транзисторов с типовым пороговым напряжением 10.3 В, потребляя очень низкий ток 1 мА при времени включения 1.1 мс. Увеличение входного тока до 10 мА позволяет снизить время включения до исключительного значения 94 мкс. Уникальная возможность оптимизации потребляемой мощности позволяет быстро включить транзистор при максимальном входном токе, а затем, как только разрядится дополнительный внешний конденсатор, снизить ток в 10 раз до уровня удержания. Гибкий диапазон входных напряжений от 2.25 В до 5.5 В поддерживает удобное подключение к различным маломощным контроллерам. Кроме того, в драйверах Si875x предусмотрена функция нейтрализации эффекта Миллера для предотвращения непреднамеренного включения внешних МОП-транзисторов.

Приборы Si875x отвечают строгим требованиям стандартов UL, CSA, VDE и CQC, а их гарантированное среднеквадратичное напряжение изоляции равно 2.5 кВ в полных промышленных и автомобильных диапазонах температур (до +125 °С). Разработчикам предоставлена возможность в соответствии с целевым приложением выбрать один из двух вариантов управляющих выводов: КМОП



Оценочный набор для изолированных драйверов МОП-транзисторов семейства Si875x.

вход (Si8751) или вход эмуляции светодиода (Si8752). Универсальные выходы могут коммутировать сигналы как постоянного, так и переменного тока.

Особенности изолированных драйверов семейства Si875x

- Первые в отрасли твердотельные реле с КМОП изоляцией, ориентированные на поддержку конкретных приложений;
- Лучшие в своем классе помехоустойчивость, надежность и электрическая прочность (напряжение изоляции 2.5 кВ с.к.з.);
- Большой срок службы в условиях воздействия высокого напряжения (100 лет при напряжении 1000 В);
- Высокая эффективность управления: 10.3 В на затворе при входном токе всего 1 мА;
- Широкий диапазон входных напряжений от 2.25 В до 5.5 В;
- Уникальная возможность обмена потребляемой мощности на время переключения с помощью специального вывода;
- Нейтрализация эффекта Миллера предотвращает непреднамеренное включение внешних МОП-транзисторов;
- Небольшой корпус SOIC-8, содержащий изолирующий барьер и силовые конденсаторы для маломощных приложений;
- Версии драйверов, удовлетворяющие требованиям автомобильного стандарта AEC-Q100.

Цены и доступность

В настоящее время потребителям доступны единичные образцы изолированных драйверов Si875x; их серийный выпуск начнется в конце 2016 года. Устройства выпускаются в

небольших корпусах SOIC-8 для промышленного ($-40^{\circ}\text{C} \dots +105^{\circ}\text{C}$) и автомобильного ($-40^{\circ}\text{C} \dots +125^{\circ}\text{C}$) диапазонов температур окружающей среды. Цены, установленные для партий из 10,000 приборов, начинаются от \$0.96 за штуку для устройств промышленного температурного диапазона, и от \$1.20

для микросхем автомобильного исполнения. Можно приобрести также оценочные наборы для драйверов Si875x, предлагаемые в двух вариантах: Si8751-KIT (цифровой вход) и Si8752-KIT (имитация входного светодиода). Рекомендуемая розничная цена производителя – \$39.99 за штуку.

Keysight выпускает на рынок анализатор сигналов с непрерывной разверткой от 3 Гц до 110 ГГц

Jean-Pierre Joosting

EETimes Europe

Перекрывая самый широкий в отрасли диапазон частот от 3 Гц до 110 ГГц при среднем уровне собственных шумов всего -150 дБм/Гц на частоте 50 ГГц, созданный Keysight анализатор сигналов N9041B UXA серии X, как утверждается, стал первым устройством, способным охватить частоты до 110 ГГц с максимальной полосой анализа до 5 ГГц

На прошедшей недавно в Лондоне Европейской микроволновой неделе (European Microwave Week) анализатор сигналов N9041B UXA стал примером уникальных возможностей компании, в частности, в таких областях, как высококачественные входные цепи с низкими потерями и эффективным смещением, обеспечивающие средний уровень собственных шумов всего -150 дБм/Гц при измерении широкополосных модулированных сигналов миллиметрового диапазона длин волн.



Для исключения компромиссов в N9041B UXA предусмотрены два входных разъема. Изготовленный с точными допусками специальный одномиллиметровый входной разъем гарантирует непрерывность развертки и достоверные измерения в диапазоне частот до 110 ГГц. Надежный и недорогой входной

разъем 2.4 мм обеспечивает измерения сигналов с частотой до 50 ГГц.

Проектирование систем для столь высоких частот связано со значительными сложностями, что увеличивает потребность в интегрированных инструментах для разработки, моделирования измерений и анализа. Созданные Keysight программные средства разработки и моделирования обеспечивают эффективность рабочего процесса, ускоряя конструирование устройств и систем следующего поколения. Этот инструментальный был использован и при разработке N9041B UXA, позволив уже на первых этапах исправлять ошибки проектирования схем миллиметрового диапазона.

В настоящее время область применения этих инструментов охватывает разработку беспроводных телекоммуникационных систем поколения 5G, ретрансляторов миллиметрового диапазона, автомобильных и военных радаров, а также средств радиоэлектронной борьбы. Перспективной сферой использования станет проектирование устройств и систем, способных с высоким разрешением выполнять измерения характеристик материалов для обрабатывающей, фармацевтической и медицинской отраслей промышленности.

Полимерные и гибридные конденсаторы

Panasonic

Самые совершенные конденсаторы на основе проводящих полимеров с наилучшим сочетанием электрических характеристик и надежности

На первый взгляд, конденсаторы могут показаться достаточно простыми устройствами, но на самом деле за последние годы их сложность возросла. Причина, по которой это случилось, кроется в свободе выбора. За последние несколько лет вселенная конденсаторов значительно расширилась, в основном за счет конструкций конденсаторов, использующих достижения в области проводящих полимеров.

Электролит в этих современных конденсаторах иногда состоит только из проводящих полимеров. Проводящие полимеры также могут использоваться в сочетании с жидким электролитом в конструкции, известной как *гибридный конденсатор*. В любом случае конденсаторы на основе полимеров имеют более совершенные характеристики, чем обычные электролитические и керамические конденсаторы, когда речь заходит об:

- электрических параметрах,
- стабильности,
- долговечности,
- надежности,
- безопасности,
- стоимости жизненного цикла.

У каждого полимерного и гибридного конденсатора имеются свои сильные стороны с точки зрения их идеальных напряжений, частотных характеристик, условий эксплуатации и соответствия другим требованиям приложений. В этой статье мы покажем вам, как определить оптимальную сферу использования для каждого типа современных конденсаторов. Мы также выделим конкретные приложения, в которых полимерный или гибридный конденсатор опережает традиционные электролитические или даже керамические конденсаторы.



В выполненных по гибридной технологии конденсаторах сочетаются лучшие свойства электролитических и полимерных конденсаторов.

Разновидности полимерных конденсаторов

Существуют четыре основных разновидности полимерных конденсаторов, включая гибридные. Каждый тип отличается материалами электролита и электродов, корпусом и областью применения:

- **Многослойные полимерные алюминиевые конденсаторы** в качестве электролита используют проводящий полимер и имеют алюминиевый катод (Рисунок 1). В зависимости от конкретной модели, эти конденсаторы охватывают диапазон напряжений от 2 до 25 В и диапазон емкостей от 2.2 до 560 мкФ. Отличительная электрическая характеристика этих полимерных конденсаторов — чрезвычайно низкое эквивалентное последовательное сопротивление (ESR). Например, ESR

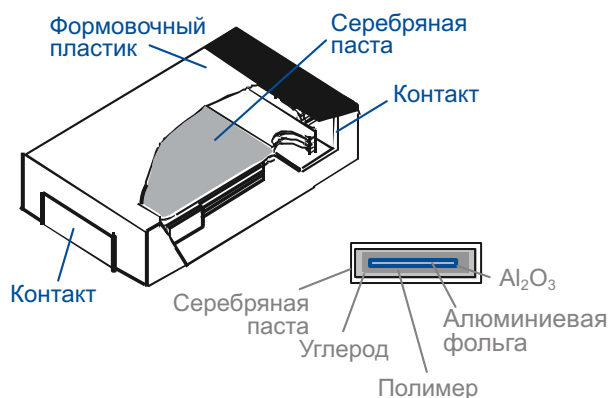


Рисунок 1.

некоторых наших полимерных конденсаторов SP-Cap равно 3 мОм и является одним из самых низких в отрасли. Такие многослойные полимерные конденсаторы упаковываются в формованные из пластика низкопрофильные компактные корпуса для поверхностного монтажа. В результате сочетания небольших габаритов и хороших электрических характеристик они находят применение в различных портативных электронных устройствах или других приложениях, где требуется конденсатор небольшой высоты, которому не будет мешать расположенный поблизости теплоотвод.

- **Пленочные полимерные алюминиевые конденсаторы** также основаны на проводящих полимерах и алюминии, но их фольговые обкладки свернуты в рулон (Рисунок 2). По сравнению с другими

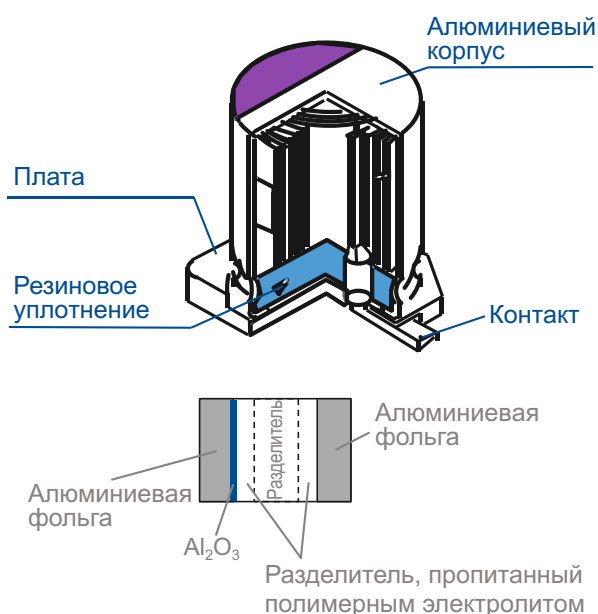


Рисунок 2.

типами полимерных конденсаторов пленочные конденсаторы покрывают более широкий диапазон напряжений и емкостей. Шкала их напряжений находится в интервале от 2.5 до 100 В, а емкостей – от 3.3 до 2700 мкФ. Как и многослойные полимерные конденсаторы, конденсаторы пленочного типа имеют исключительно низкие значения ESR. Например, некоторые из наших конденсаторов серии OS-CON имеют ESR ниже 5 мОм. Пленочные конденсаторы также могут изготавливаться в корпусах для поверхностного монтажа, хотя и не столь компактных, как у многослойных конденсаторов.



- **Танталовые полимерные конденсаторы** в качестве электролита используют проводящий полимер и имеют танталовый катод (Рисунок 3). Конденсаторы емкостью от 2.7 до 680 мкФ выпускаются на рабочие напряжения от 1.8 до 35 В. Значения их ESR также низки, и у некоторых из наших конденсаторов POSCAP составляют всего 5 мОм. Выпускаемые в корпусах из формованного пластика, танталовые полимерные конденсаторы являются одними из самых компактных на рынке. Например, наш POSCAP типоразмера M

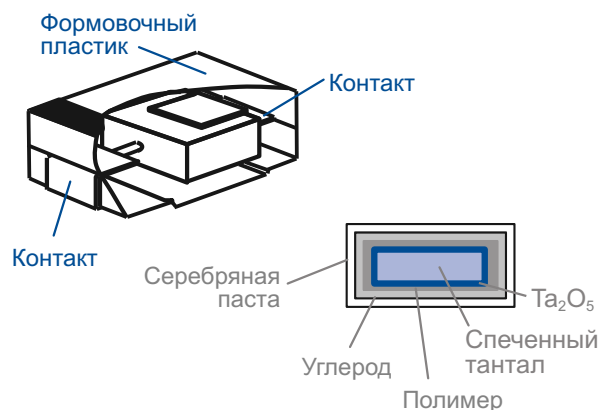
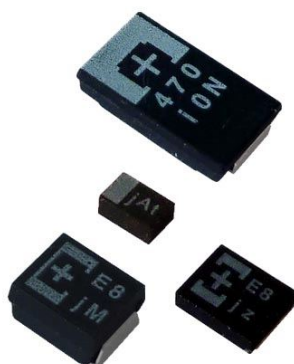


Рисунок 3.

имеет габариты всего 2.0 на 1.25 мм. Несмотря на компактность, для конденсаторов этого типа доступен широкий диапазон типоразмеров.

POSCAP



- Полимерные гибридные алюминиевые конденсаторы.** Как следует из их названия, в этих конденсаторах в качестве электролита используется комбинация жидкости и проводящего полимера (Рисунок 4), а в качестве катода – алюминий. Идея, лежавшая в основе этого технического решения, заключалась в объединении лучших свойств обоих материалов: использование полимеров обеспечивает высокую проводимость и, соответственно, низкое ESR. При этом жидкая составляющая электролита может выдерживать более высокие напряжения и позволяет получать более высокие значения емкостей.

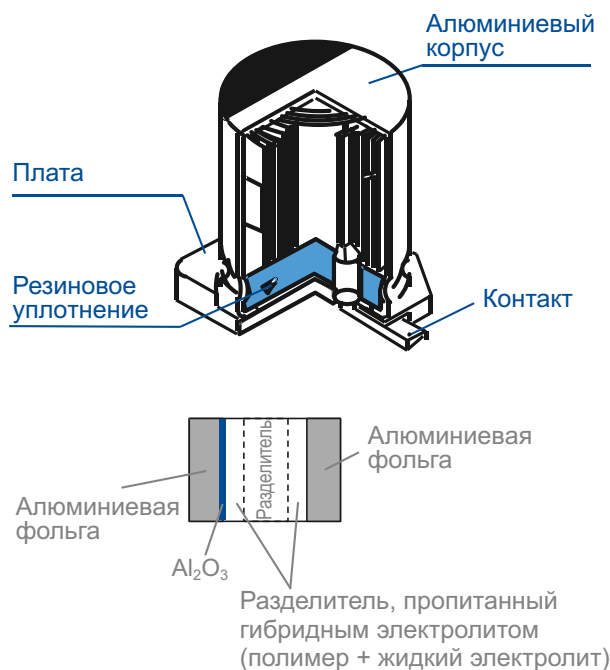


Рисунок 4.

ти благодаря большой эффективной площади поверхности. Гибридные конденсаторы могут иметь диапазон рабочих напряжений от 25 до 80 В, а емкостей – от 10 до 330 мкФ. Значения ESR у гибридов выше, чем у других типов полимерных конденсаторов, но, принимая во внимание более мощные приложения, для которых они предназначены, все же достаточно низкие – от 20 до 120 мОм.

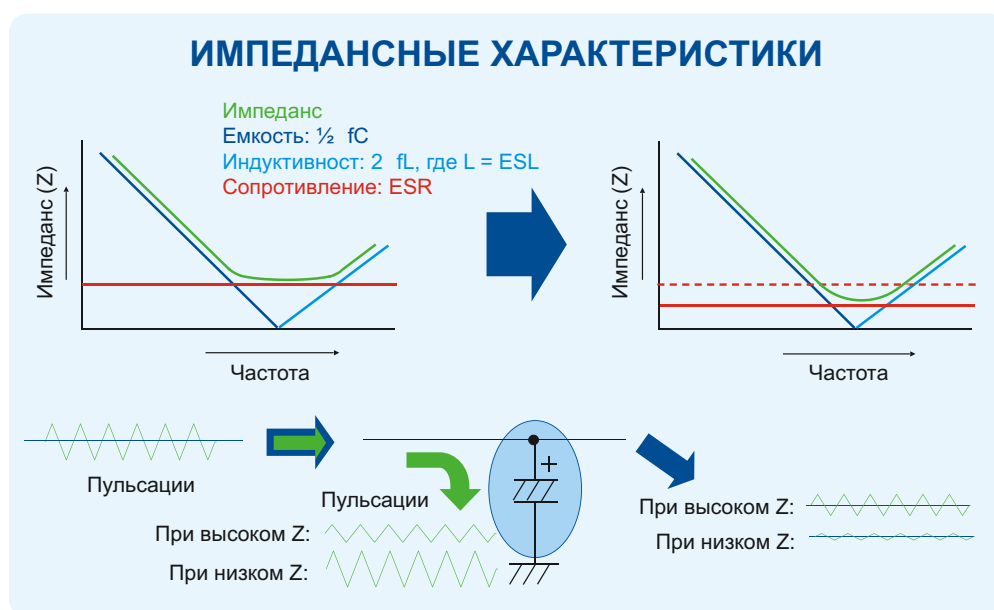


Рисунок 5.

Преимущества полимерных конденсаторов

Несмотря на различия в материалах и конструкциях, все четыре типа полимерных конденсаторов объединяет набор привлекательных электрических свойств:

• Великолепные частотные характеристики.

Благодаря сверхнизким значениям ESR полимерные конденсаторы имеют низкий импеданс вблизи точки своего резонанса (Рисунок 5). А более низкий импеданс уменьшает пульсации переменного тока в силовых цепях. Наши испытания показали пятикратное снижение амплитуды пульсаций в цепях с полимерными конденсаторами по сравнению с обычными танталовыми конденсаторами с низким ESR.

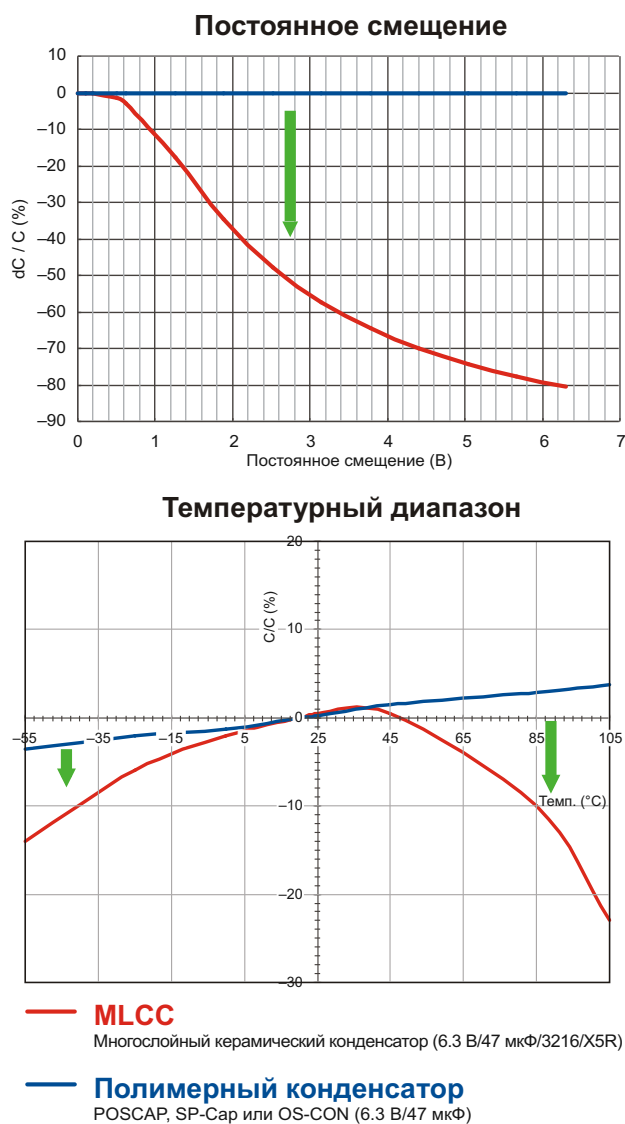


Рисунок 6.

• Стабильная емкость.

В керамических конденсаторах емкость зависит от изменений температуры и постоянного напряжения смещения. Полимерные конденсаторы не имеют таких недостатков и остаются стабильным в течение долгого времени (Рисунок 6). В частности, эта стабильность важна для промышленных и автомобильных приложений, где, как правило, происходят значительные колебания рабочих температур. Мы наблюдали случаи, когда повышенные температуры вызывали потерю до 90% и более эффективной емкости керамического конденсатора, а это означает, что обычные конденсаторы не обеспечивают должных характеристик в реальных условиях эксплуатации. Гибридные конденсаторы добавляют к стабильности емкости еще одно измерение. В типичных условиях эксплуатации их емкость остается неизменной – и на высоких частотах, и при низких температурах, – факторах,

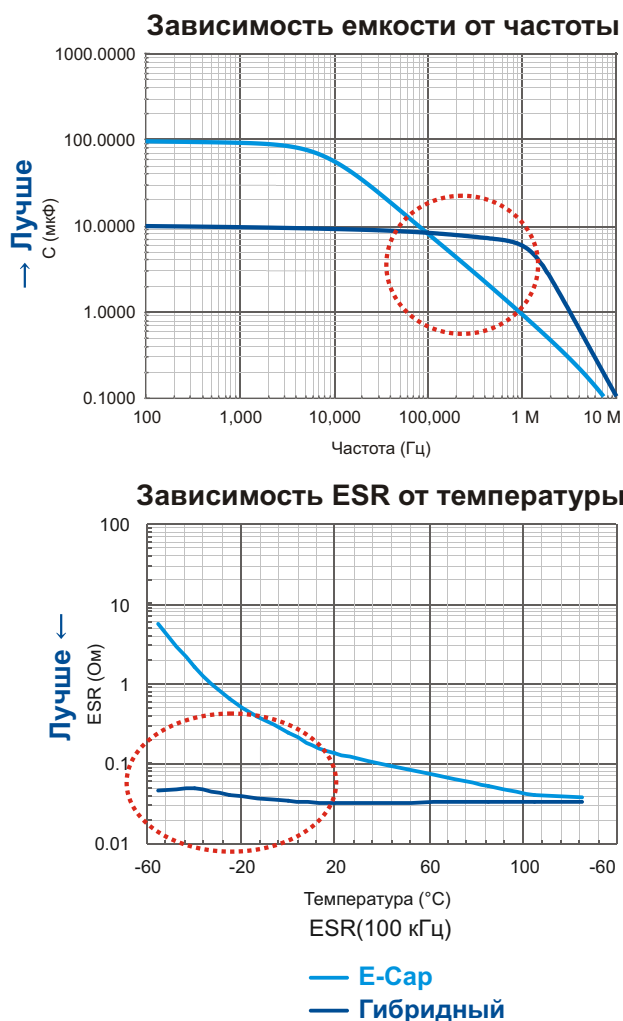


Рисунок 7.

уменьшающих емкость конденсаторов с обычным жидким электролитом. (Рисунок 7).

• **Повышенная безопасность.**

Для обычных электролитических конденсаторов характерны проблемы безопасности, способные привести к их короткому замыканию и выходу из строя. Угроза безопасности возникает, когда электрические или механические напряжения создают дефекты или разрывы в оксидной пленке, образующей диэлектрик конденсатора. Полимерные конденсаторы способны к самовосстановлению, которое устраняет этот аварийный режим. Восстановление происходит вследствие выделения джоулева тепла, инициируемого дефектом диэлектрика, запускающим процесс короткого замыкания. Нагрев разрушает молекулярную цепь проводящего полимера вблизи дефекта, повышая его сопротивление и образуя эффективный барьер против любой утечки тока с электрода (Рисунок 8). В случае гибридных конденсаторов начинает действовать дополнительный механизм самовосстановления, так как жидкий электролит вызывает поток тока вблизи дефекта, восстанавливая оксидный слой алюминия. Чтобы продемонстрировать природу самовосстановления полимерных и гибридных конденсаторов, мы провели многочисленные тесты с подачей повышенных напряжений. В одном из таких испытаний мы сравнили наши полимерные конденсаторы SP-Cap с обычными тантал- MnO_2 конденсаторами. Полимерная модель выдержала 7-амперный ток короткого замыкания, в то время как

танталовый конденсатор начинал дымиться при трех амперах и воспламенялся при пяти. Такое повышение безопасности имеет большое значение, как с технической точки зрения, так и с финансовой. Для безопасной эксплуатации разработчики, как правило, используют обычные танталовые конденсаторы при напряжениях на 30 – 50% ниже их номинального напряжения. Это общепринятое в инженерной практике занижение номинальных параметров ведет к необходимости использования конденсаторов больших размеров и стоимости. Напротив, для наших полимерных конденсаторов мы гарантируем работу при 90% от максимально допустимого напряжения.

Производство полимерных конденсаторов началось с 1990 года, но они продолжают развиваться, как с точки зрения их электрических характеристик, так и размеров. Рассмотрим, к примеру, нашу линейку алюминиевых полимерных конденсаторов. ESR разрабатываемых сейчас моделей станет еще ниже, а емкость еще выше – 2 мОм и 680 мкФ, соответственно. Что же касается линейки наших полимерных танталовых конденсаторов, в новых моделях для поверхностного монтажа мы снизим ESR и уменьшим размеры корпусов. Например, ESR конденсаторов типоразмера В (3.5 × 2.8 мм), вероятно, снизится с 9 до 6 мОм.

Наша линейка гибридных конденсаторов также развивается. Мы расширяем ее новыми 16- и 100-вольтовыми конденсаторами. На очереди увеличение срока службы и допустимой амплитуды пульсаций тока в следующих версиях продукта.

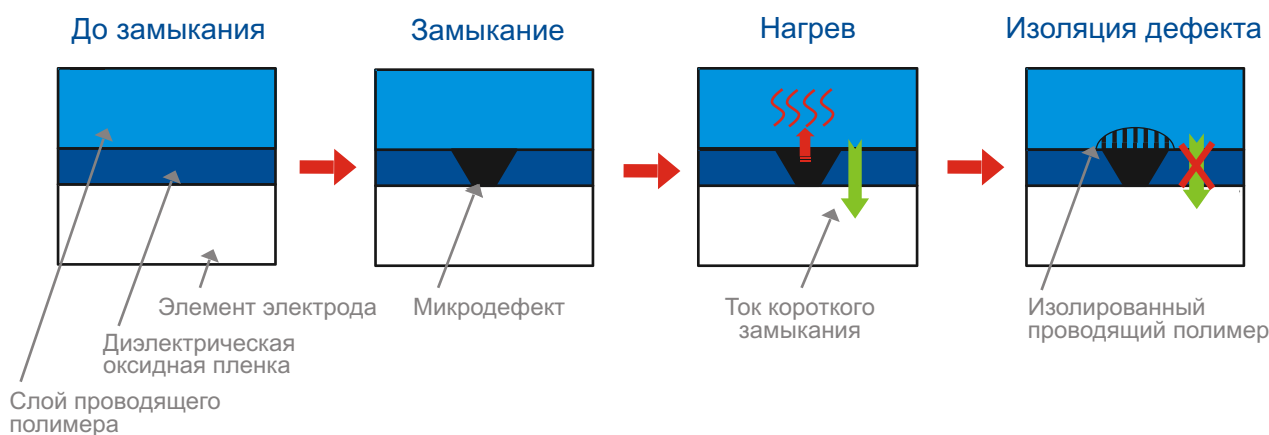


Рисунок 8.

Эти непрерывные технические усовершенствования делают полимерные и гибридные конденсаторы все более привлекатель-

ной альтернативой обычным танталовым MnO_2 и многослойным керамическим конденсаторам (MLCC). 

Простые доработки повышают надежность изолированных DC/DC преобразователей

Ron Michallik, Texas Instruments

Electronic Design

В статье описаны изменения схемы и физической топологии платы изолированного DC/DC преобразователя с шунтовым регулятором напряжения, позволяющие повысить устойчивость к электростатическим разрядам и электрическим перегрузкам

Знаете ли вы, что ваш шунтовой регулятор находится в опасности? Не волнуйтесь – проблема решается абсолютно бесплатно.

В изолированных DC/DC преобразователях для передачи сигнала обратной связи от выхода к контроллеру ШИМ обычно используются шунтовые регуляторы (такие, например, как ATL431) и оптические изоляторы.

Такая схема эффективна и проста в использовании. Однако лишь немногие разработчики знают о скрытой в ней угрозе электростатических разрядов и электрических перегрузок.

На первый взгляд кажется, что шунтовой регулятор на Рисунке 1 защищен от электрических перегрузок. Перенапряжение на V_{OUT} приведет к снижению катодного напряжения, и напряжение на опорном выводе не будет расти благодаря внутреннему диоду, включенному между опорным и катодным выводами. Последовательные резисторы защитят шунтовой регулятор, ограничив ток как опорного, так и катодного выводов.

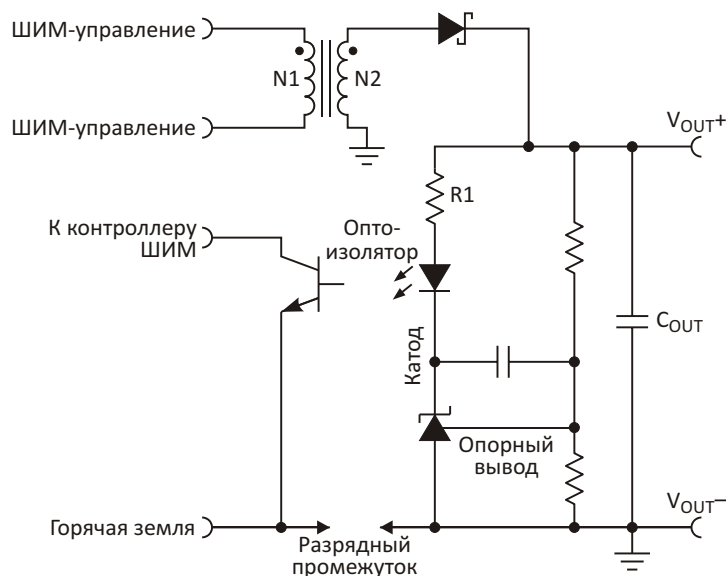


Рисунок 1. На первый взгляд, шунтовой регулятор защищен и от электростатических разрядов, и от электрических перегрузок, так как последовательные резисторы ограничивают ток как опорного, так и катодного выводов.

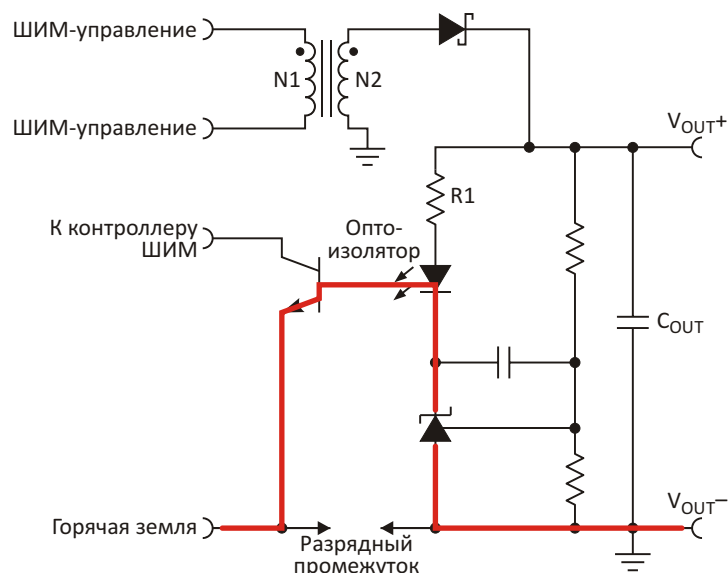


Рисунок 2. Красной линией обозначен путь электростатического разряда, когда электрическая дуга проходит через выводы оптоизолятора.

ного, так и катодного выводов. Отрицательное напряжение V_{OUT} также не повредит регулятор, так как диод выпрямителя ограничивает напряжение, а последовательные резисторы ограничивают текущий в регулятор ток.

Тем не менее, если вследствие электростатического разряда напряжение на изолирующем промежутке окажется слишком высоким, шунтовой регулятор может быть поврежден. Самым слабым местом в изоляции обычно являются выводы оптрона. После того, как изоляция оптрона будет нарушена, самым

простой путь для электростатического разряда, показанный красной линией на Рисунке 2, будет проходить через шунтовой регулятор.

Перемещение резистора R1 с анодной стороны диода оптоизолятора на катодную защитит регулятор во время пробоя изоляции. На остальные характеристики и стабильность это перемещение никакого влияния не оказывает. Это эффективное решение, поскольку теперь при повреждении изоляции оптрона ток предпочтет идти в землю через конденсатор. Новый путь прохождения

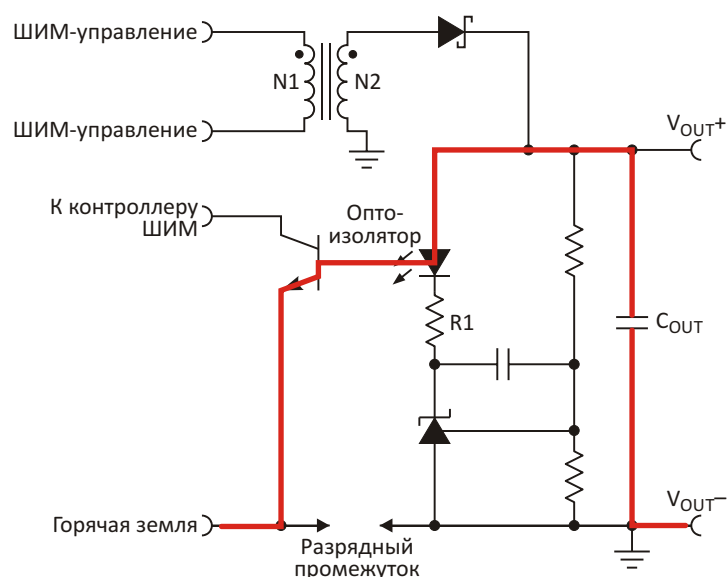


Рисунок 3. Здесь красной линией обозначен новый путь электростатического разряда. Теперь он проходит через другие выводы оптоизолятора.

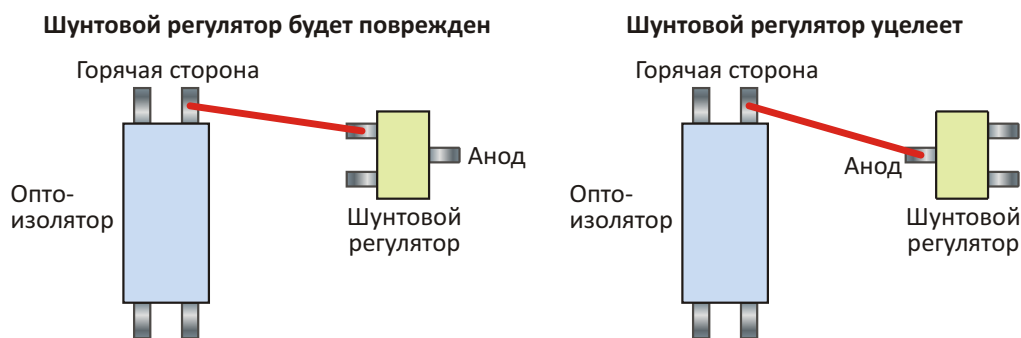


Рисунок 4. Расположение элементов и топология печатной платы имеют не меньшее значение, чем принципиальная схема, так как физический поворот шунтового устройства изменяет путь прохождения дуги.

электростатического разряда показан красной линией на Рисунке 3.

Поскольку в этом случае шунтовой регулятор находится вне основного пути электростатического разряда, он не будет поврежден. Теперь ток принимает на себя конденсатор, однако он способен поглотить намного больше энергии разряда, чем шунтовой регулятор. В зависимости от того, через какие выводы оптрона проходит электрическая дуга, она по-прежнему представляет значительную опасность для ШИМ-контроллера и определенную опасность для самого оптоизолятора.

Еще одна угроза исходит от плотной компоновки конструкции. Если регулятор или идущие к нему проводники печатной платы расположены слишком близко к изолирован-

ным проводникам (не земляным), имеется вероятность того, что электрическая дуга пойдет прямо в шунтовой регулятор или в проводники, к которым он припаян на плате. В этом случае перемещение R1 уже не сможет защитить шунт (Рисунок 4). Для решения проблемы следует развернуть регулятор таким образом, чтобы узел анода (земли) стал ближайшим к печатным проводникам по другую сторону изолирующего промежутка оптрона.

Для дополнительной защиты можно добавить внутренний разрядный промежуток между землями одной и другой стороны. Пробивное напряжение этого промежутка должно быть намного более низким, чтобы гарантировать, что дуга не найдет себе другой путь через схему. Из Рисунка 5 хорошо

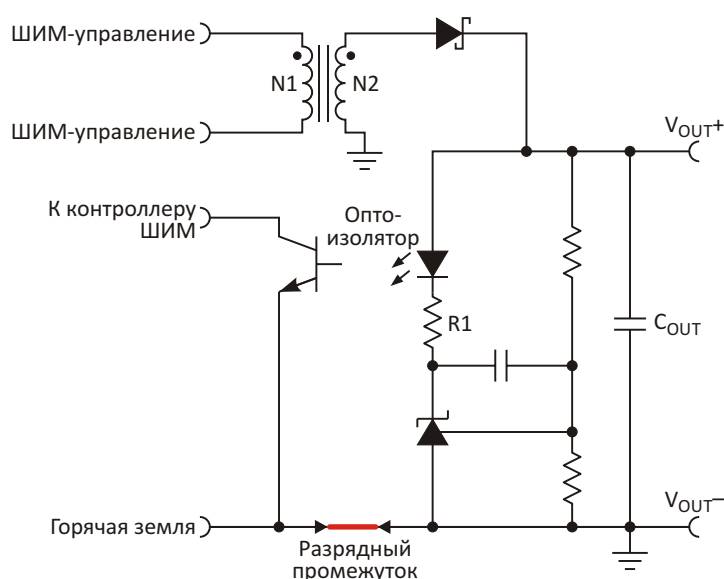


Рисунок 5. Для дополнительной защиты добавляют искровой промежуток на безопасном отрезке пути между землями схемы. Проходя через этот промежуток, дуга не нанесет вреда компонентам.

видно, что, пройдя через разрядный промежуток, дуга не нанесет вреда компонентам схемы.

Простые изменения схемы могут намного повысить ее устойчивость к электростатическим разрядам, и, как мы и обещали, это ничего не стоит. **РЛ**

Ссылка

1. ["Understanding Voltage References,"](#) (TI E2E Community Blog Forum)

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments ATL431](#)

Python лучше C! (Или все-таки наоборот?)

Max Maxfield

embedded.com

Если вы введете в поисковик Google что-нибудь вроде «Python vs. C», то найдете множество сравнений этих языков. К сожалению, понять, какой же из них «лучше», почти невозможно по многим причинам, и не в последнюю очередь из-за того, что чрезвычайно трудно определить, что подразумевается под «лучшим».

Одним из аспектов всего этого является то, что в сети не так уж часто встречаются дискуссии, в которых языки Python и C сравниваются в контексте встраиваемых систем, особенно приложений на основе малых микроконтроллеров для «вещей», предназначенных для подключения к Интернету вещей. Так что, я готов порассуждать здесь об этом, но сначала...

... интересно отметить, что сегодня существуют буквально сотни и сотни различных языков программирования. Если вы посмотрите, например, в Wikipedia, то найдете 54 языка, названия которых начинаются с буквы «А» (я уж не говорю о тех, которые начинаются с «С» или «Р»), и этот список даже не включает в себя более эзотерические языки, такие как Whitespace, в котором используются только пробельные символы (пробелы, табуляции и возврат), и игнорируются все другие, но мы отвлеклись...

Причина, по которой я затеял здесь эту пустую болтовню, заключается в том, что я только-только закончил чтение блестящей книги под названием «Учимся программировать с Minecraft» (Learn to Program with Minecraft) автора Крейга Ричардсона (Craig Richardson). Акцент в этой книге сделан на обучении языку программирования Python; в ней предлагается наиболее удобный, интуитивно понятный и новаторский подход, который я когда-либо видел для любого языка. В

своем обзоре книги я, в частности, сказал: «Я не хочу блуждать в этих дебрях, обсуждая здесь плюсы и минусы таких языков, как C и Python – это заслуживает отдельной статьи». И я был не слишком удивлен, обнаружив, что был прав на 100%, поскольку это действительно отдельная статья.

Назвать меня экспертом в программировании можно лишь с большой натяжкой, но занимаясь этим я достаточно долго, и, как мне кажется, я знаю о Python и C достаточно, чтобы пуститься в рассуждения об этих языках. Есть множество сравнений, которые могут быть сделаны между этими двумя языками; проблема зачастую заключается в том, чтобы понять, какова суть этих сравнений. Очень часто приходится слышать, например, что C статически типизирован, а Python – динамически, но людям даже трудно договориться между собой о том, что же эти термины означают.

Кто-то мог бы сказать: «Язык является статически типизированным, если типы любых переменных известны во время компиляции, а динамически типизирован тот язык, в котором типы любых переменных интерпретируются во время выполнения». В то же время, в консалтинговой компании Cunningham & Cunningham, скажут, что на самом деле статическая типизация означает, что «...значение явно (что не то же самое, как во время компиляции) ограничено в отношении типа значения, которое оно может обозначать, и что реализации языка, будь то компилятор или интерпретатор, навязывают и используют эти ограничения в максимально возможной степени». Что ж, я рад, что мы прояснили этот момент.

Другое сравнение, которое мы часто слышим, заключается в том, что язык C слабо

типизирован, в то время как Python сильно типизирован. На самом деле, заниматься сравнением слабой типизации с сильной можно еще дольше, чем рассуждать о булевой категоризации. Если вы, например, прочитали достаточно статей, то увидите, что C описывается как слабо и сильно типизированный, в зависимости от точки зрения автора. Кроме того, если вы принимаете определение сильной типизации как «Тип значения не меняется внезапно», то как объясните тот факт, что в Python можно сделать следующее:

```
bob = 6
bob = 6.5
bob = "My name is Bob"
```

На самом деле, говоря «строго типизированный», мы имеем в виду, что строка, содержащая только цифры (вроде «123456») не сможет волшебным образом превратиться в число без выполнения нами явной операции (в отличие от Perl, например). В случае приведенного выше фрагмента кода, все, что мы говорим – это то, что переменная `bob` может иметь различные типы в разные моменты времени. Если бы мы использовали метод `type(bob)` после `bob = 6`, то было бы возвращено `int` (целое число), после `bob = 6.5` вернется `float` (число с плавающей точкой), а после `bob = "My name is Bob"` будет возвращено `str` (строка).

Одно, с чем можем согласиться мы все – это то, что C, в отличие от Python, не заставит вас использовать отступы. Это еще одна тема, которую люди могут увлеченно обсуждать, но лично я думаю, что мы можем суммировать все, сказав, что (а) если вы попытаетесь, вы сможете написать невероятно запутанный код на C (существует даже междуна-

родный конкурс по написанию самого запутанного кода на языке C), и (б) Python заставляет вас использовать отступы, что вы должны делать в любом случае, и в этом не может быть ничего плохого.

Еще один момент, с которым мы все готовы согласиться, касается того, что код на языке C компилируется, а код на Python интерпретируется (давайте не будем здесь погружаться в дебри обсуждения компиляции «на лету»). С одной стороны, это означает, что программа, написанная на Python, как правило, работает медленнее, чем эквивалентная программа на языке C, но это не вся история, потому что во многих случаях в такой программе не будет взаимосвязи между скоростью и производительностью. Это особенно верно в случае приложений, работающих на малых микроконтроллерах, например, таких, которые используются в «вещевой» части Интернета вещей.

Я чувствую, что уже загнал себя в угол тем, что написал, так что давайте пойдем до конца и обсудим несколько примеров, которые показывают, что я думаю об этих вещах, и что думают о них другие люди. Давайте начнем с того, что я думаю о том, что происходило до эпохи Python – примерно в конце 1980-х и начале 1990-х. В то время я был склонен визуализировать программный пейзаж каким-то таким образом (Рисунок 1).

Опять же, я знаю, что в мире было множество других языков, но для этой части нашей дискуссии мы сфокусируемся на ассемблере и C. В то время многие разработчики встраиваемой электроники писали свой код на ассемблере. Для этого существовало несколько причин, и одной из них было то, что многие ранние архитектуры микроконтролле-

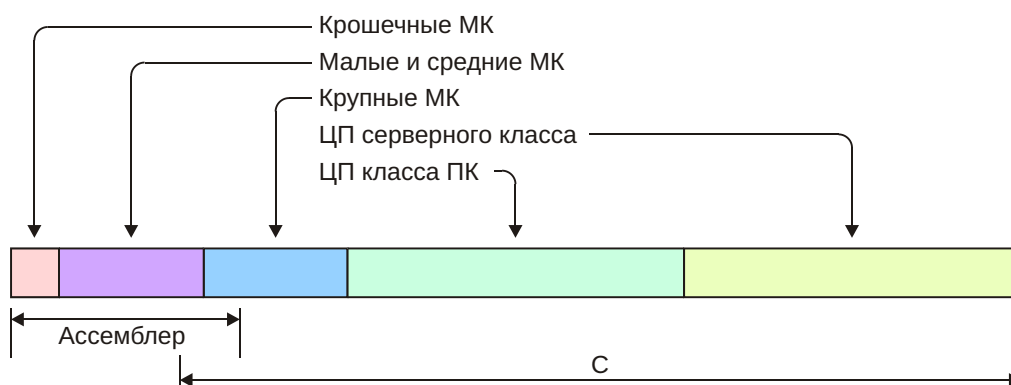


Рисунок 1. Так я думал примерно в 1990-м году.

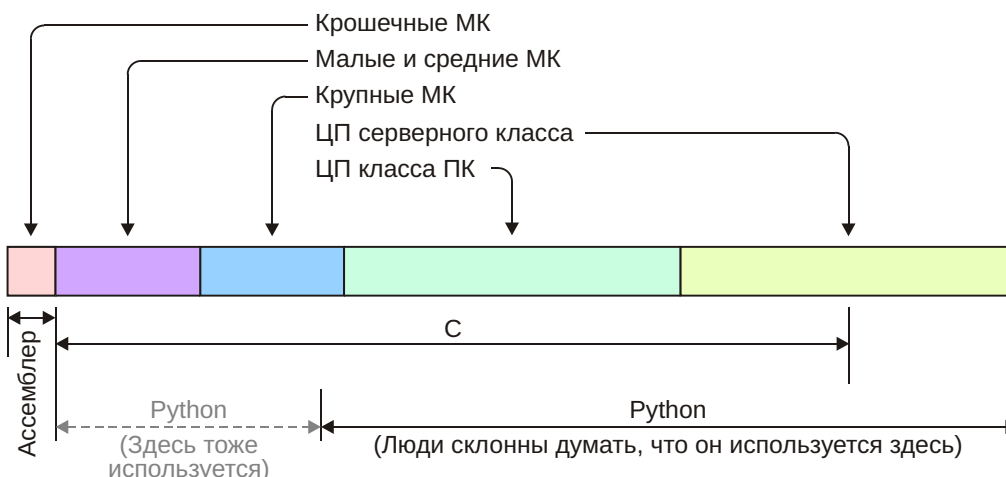


Рисунок 2. Как, по моему мнению, люди думают о языках программирования в 2016 году.

ров не были приспособлены к получению оптимальных результатов от компиляторов С.

Теперь давайте вернемся в наше время и обсудим, что я думаю о том, как люди воспринимают сегодняшнее положение дел с языками Python и С. Очевидно, процессоры стали больше и быстрее, плюс мы имеем многоядерные процессоры, но здесь мы составим общую картину. В рамках этого мы могли бы заметить, что, по большому счету, сегодня ассемблер используется лишь в малых микроконтроллерах с крохотными объемами памяти (Рисунок 2).

В свою очередь, это приводит нас к тому, что С часто описывается как язык низкого уровня. Термин «низкого уровня» может показаться немного пренебрежительным, но в информатике он на самом деле относится к языку программирования, который практически не обеспечивает никакой абстракции от базовой аппаратной архитектуры компьютера. Для сравнения, Python часто называется языком высокого уровня, что означает, что он абстрагирован от мельчайших деталей базовой системы.

Далее, безусловно, верно, что модель языка С для указателей и памяти достаточно хорошо соответствует стандартным процессорным архитектурам. Также верно и то, что чистый Python изначально не позволяет делать такие вещи, как считывание регистров микроконтроллера и ячеек памяти, хотя он поддерживает битовые операции. При этом если вы используете Python на микроконтроллере, в нем также будет аппаратный

уровень абстракции, который обеспечивает интерфейс, позволяющий написанному на Python приложению напрямую связываться с базовым оборудованием.

Один из примеров использования Python во встраиваемых системах можно обнаружить в радиочастотных модулях компании Synapse Wireless, которые применяются для реализации маломощных беспроводных сетей. Эта разработка также предоставляет хорошую базу для сравнения с аналогами на основе языка С.

В случае с беспроводным стеком ZigBee, написанным на С, где любые приложения, как правило, будут также написаны на С, сам стек может занимать порядка 100 КБ Flash-памяти, а затем вы должны будете рассмотреть вопрос о дополнительной памяти, необходимой для приложения (более сложным приложениям понадобятся более дорогие микроконтроллеры с памятью 256 КБ). Кроме того, скорее всего вам придется скомпилировать стек на основе С в сочетании с вашим приложением, также на основе С, в один исполняемый файл, который затем нужно будет загрузить в ваш узел беспроводной связи. Помимо этого, придется перекомпилировать ваше приложение со стеком для каждого целевого микроконтроллера.

Для сравнения, стек компании Synapse, который, как и ZigBee, находится на вершине физического уровня и уровня управления доступом к среде стандарта IEEE 802.15.4, требует лишь порядка 55 КБ flash-памяти, включая виртуальную машину Python. Это

означает, что если вы решили использовать недорогой микроконтроллер с объемом памяти 128 КБ, то для приложений на основе Python у вас останется 73 КБ памяти.

И эти приложения на основе Python интерпретируются в байткод, выполняемый на виртуальной машине Python. Поскольку каждый байткод формируется из 1 до 10 машинных кодов – давайте возьмем среднее значение 5, – это значит, что 73 КБ памяти вашего приложения на самом деле эквивалентны $73 \cdot 5 = 365$ КБ. Кроме того, то же самое приложение с байткодом будет работать на любом целевом микроконтроллере, использующем стек Synapse.

Продолжая свои размышления, я также поинтересовался у моего друга Дэвида Юинга (David Ewing), что он думает о дискуссии «С против Python». Дэвид работает техническим директором Synapse Wireless и, в отличие от вашего покорного слуги, является опытным программистом. Дэвид ответил следующим образом:

С и Python – это фантастические языки, и я люблю их одинаково сильно. Между ними есть, конечно, многочисленные технические, синтаксические и семантические различия – статичность и динамичность, типизация, компиляция и интерпретация, – но суть всего этого заключается в следующем:

- *С является компилирующим языком, более «близким к железу». Это «универсальный ассемблер». Он чист и элегантен. Моя любимая цитата из книги K&R 30-летней давности: «С не является большим языком, и его нельзя хорошо описать большой книгой».*
- *Python с его «динамической типизацией» и прочими особенностями снижает риск появления «ненужных сложностей». Python интерпретируется (или компилируется «на лету»), поэтому у вас могут быть глупые ошибки, которые не будут*

обнаружены до момента исполнения. Тем не менее, компиляторы не всегда выявляют серьезные нетривиальные ошибки. В таких случаях поможет только тестирование; решение должно быть тщательно протестировано, независимо от языка реализации.

Дэвид продолжал:

Если проблема может быть решена на Python, то она также может быть решена и на С; но обратное не всегда верно. Однако если проблема может быть решена на Python, то:

- *Решение (исходный код) будет проще, чем соответствующий код на С.*
- *Код будет более «читаемым».*
- *Возможно, еще важнее, что он будет более легок в написании (это качество часто упускается из виду!).*

Благодаря отмеченным выше качествам, решение будет иметь меньше ошибок, и его можно будет гораздо быстрее разработать. И это реальные аргументы в пользу выбора Python вместо С для многих задач.

Я похож на Дэвида в том, что ценю плюсы, связанные с обоими языками. Мне нравятся умные вещи, которые можно сделать с указателями в С, но я также ценю более интуитивный, простой в использовании синтаксис Python.

Итак, какой же язык лучше всего подходит для встраиваемых приложений? Я затрудняюсь с ответом. В значительной степени это зависит от того, что вы хотите (должны) получить от своих приложений. Что я скажу дальше, вы знаете, не так ли? Что вы думаете обо всем этом? Какой из этих двух языков вы предпочитаете (а) в общем, и (б) для встраиваемых приложений? Кроме того, если бы мы расширили сферу, то есть ли какой-нибудь другой язык, который вы предпочли бы использовать в мире встраиваемых систем? **РЛ**

Встречайте Piccolissimo: самый маленький в мире управляемый летательный аппарат с автономным питанием

Evan Lerner

Пенсильванский университет

Технология имеет тенденцию двигаться к большему и лучшему, втискивая в одно устройство все больше функций. Но иногда меньше означает больше.

Для выполнения работ в таких местах, которые слишком грязны или опасны для человека, часто привлекают роботов, как это делалось, например, при обследовании АЭС Фукусима после того, как она пережила несколько этапов разрушения в результате цунами. Однако самые продвинутые роботы столкнулись с теми же проблемами, что и их человеческие аналоги: огромные уровни радиации внутри АЭС делали их миссию дорогой в один конец. Теперь для таких целей создаются более миниатюрные и простые роботы.

Исследователи из Школы инженерных и прикладных наук при Пенсильванском университете также сделали шаг вперед в этом направлении, дебютировав с самым маленьким в мире управляемым летательным аппаратом с автономным питанием – Piccolissimo.

Piccolissimo, что переводится с итальянского как «крохотный», появился благодаря таланту Мэтта Пикколи (Matt Piccoli), аспиранту профессора Марка Има (Mark Yim) из лаборатории ModLab. Робот изготавливается в двух размерах. Меньший весит менее 2.5 г при ширине порядка 25 мм, в то время как более крупная управляемая версия на 2 г тяжелее и на сантиметр шире.

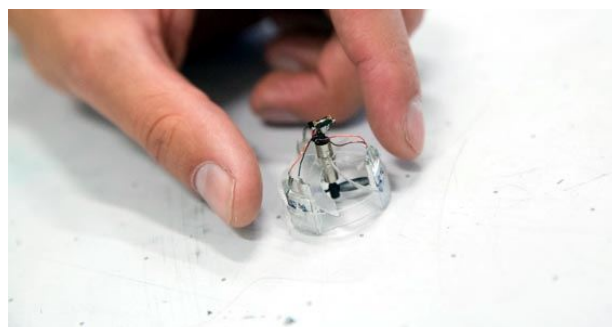
Последовательность прилагательных, характеризующих Piccolissimo как «самый маленький», понадобилась для того, чтобы подчеркнуть объем совместных усилий, кото-

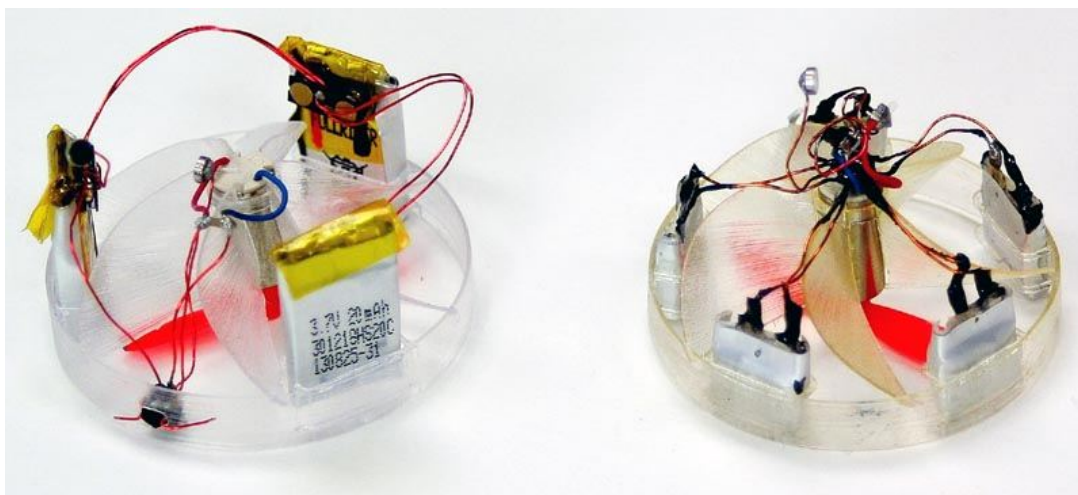


Мэтью Пикколи.

рых потребовала миниатюризация летающих роботов. Например, созданный в Гарвардском университете RoboBee на несколько миллиметров меньше, чем управляемый Piccolissimo, однако он привязан к наземному источнику питания, ограничивающему диапазон его перемещений.

Реализация направленного управления столь крошечным телом является большой проблемой, однако в ModLab она была решена. Одним из направлений работ этой лаборатории является создание «малоприводных» роботов, способных к перемещению в





У Piccolissimo есть две движущихся части: корпус и пропеллер. О том, с какой скоростью пропеллер должен вращаться, ему сообщает инфракрасный сигнал.

наибольшем диапазоне при минимально возможном количестве моторов.

Поэтому у Piccolissimo есть только две подвижные части: пропеллер и сам робот. Напечатанный легким пластиком на 3D принтере, корпус Piccolissimo вращается в направлении, противоположном пропеллеру. Точные изменения скорости вращения контролируются инфракрасным сигналом, который может разворачивать робота в ту или другую сторону.

«Корпус вращается со скоростью примерно 40 оборотов в секунду, в то время как скорость вращения пропеллера – порядка 800 оборотов в секунду, – сказал Пикколи. – Поскольку пропеллер устанавливается эксцентрично относительно корпуса устройства, центр пропеллера, а значит и положение точки приложения силы, также вращаются примерно 40 раз в секунду. Если мы увеличиваем скорость вращения пропеллера каждый раз, когда корпус повернут на "6 часов", и замедляем каждый раз, когда корпус повернут на "12 часов", средний крутящий момент стремится развернуть робота в направлении "12 часов"».

Хотя грузоподъемность Piccolissimo ограничена его маленькими размерами, все же он способен нести полезную нагрузку около одного грамма, а этого достаточно, чтобы установить на него небольшую камеру или какой-либо другой датчик. Пикколи также считает, что из уникального способа перемещения робота можно извлечь безусловную пользу.

«Вращающиеся летательные аппараты довольно страшны для транспортировки людей, но довольно фантастичны для транспортировки датчиков, – продолжал Пикколи. – Это обычная практика: сделать простой датчик, а затем вращать его, подобно тарелкам радаров в аэропортах. Мы же получаем эту функцию бесплатно, так как можем взять однострочную камеру, такую как в считывателе штрих-кодов, установить ее на корпусе аппарата и получить круговую панораму. Эти камеры проще и меньше нормальных 2D камер, но все же мы смогли получить хороший обзор».

Piccolissimo символизирует творческое мышление сотрудников Центра инженерных изысканий и совместной работы (PERCH) Пенсильванского университета, где ModLab входит в тройку основных групп, занимающихся созданием роботов. По соседству с ModLab расположена лаборатория Kod*Lab, разрабатывающая шагающих и иных подобных биологическим объектам роботов, и лаборатория многороботовых систем (MRSL), специализирующаяся на создании автономных наземных и воздушных роботов, а также на разработке алгоритмов, моделирующих поведение групп биологических объектов. PERCH расположен на третьем этаже Пенсильванского центра – бизнес-инкубатора и лаборатории, объединившего ученых, изобретателей и предпринимателей для коммерциализации научных открытий.

«С Piccolissimo мечта о совместном полете ста роботов может стать реальностью, как с точки зрения размеров, так и цены, — сказал Марк Им. — При выполнении поисковых и спа-

сательных работ 100 или 1000 маленьких управляемых летательных аппаратов могут исследовать место катастрофы намного лучше, чем один большой и дорогой». **РЛ**

настоящее немецкое качество



контрольно-
измерительное
оборудование

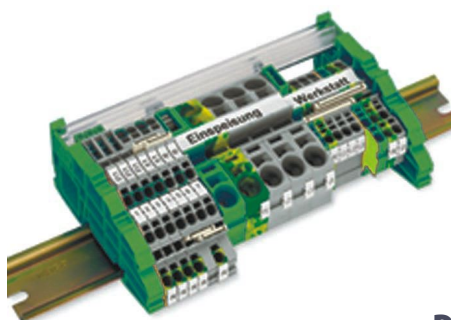


»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



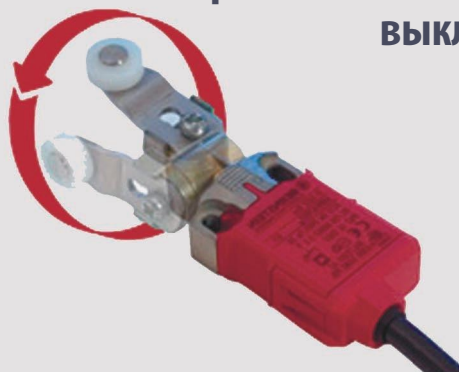
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS



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

Снижение чувствительности инструментального усилителя к рассогласованию сопротивлений резисторов

Reza Moghimi, Analog Devices

EDN

В этой статье предлагается новый вариант топологии инструментального усилителя (ИУ) с улучшенным подавлением синфазного сигнала (common-mode rejection – CMR). В схеме использованы дискретные усилители, поэтому ничто не мешает в соответствии с требованиями вашего приложения подобрать их по величине потребляемой мощности, цене, шумам и напряжению питания. До сих пор недостатком инструментальных усилителей, собранных на дискретных компо-

нентах, было плохое значение CMR. Разработчики систем все еще продолжают создавать собственные дискретные конструкции, поскольку стандартные интегральные ИУ либо не всегда отвечают их требованиям, либо слишком дороги. Собрать дискретный инструментальный усилитель вы можете из двух или трех операционных усилителей (ОУ) и нескольких резисторов (Рисунок 1). Впрочем, в большинстве монолитных ИУ используется конфигурация с тремя операционными

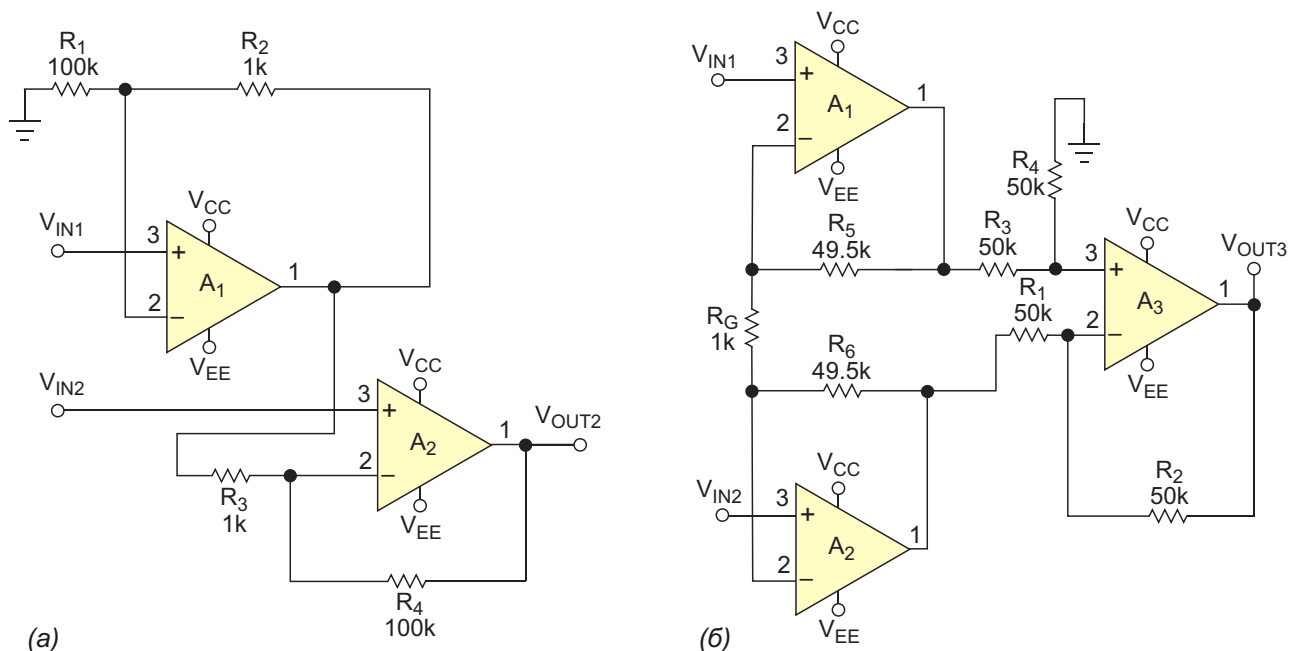


Рисунок 1. Для создания инструментального усилителя могут использоваться обычные конфигурации на двух (а) или трех (б) операционных усилителях.

ми усилителями. Такой подход обеспечивает лучшие значения CMR для сигналов переменного и постоянного тока. Наиболее сложной проблемой, которую приходится решать при создании дискретных инструментальных усилителей, является достижения уровня CMR, соизмеримого с величиной этого параметра у монолитных ИУ.

Снижение степени подавления синфазного сигнала в схемах на трех ОУ (Рисунок 16) происходит из-за рассогласования сопротивлений резисторов. Любые синфазные сигналы V_{IN1} и V_{IN2} проходят на выходы A_1 и A_2 . Дифференциальный усилитель, образованный резисторами R_1 , R_2 , R_3 и R_4 и микросхемой A_3 , это синфазное напряжение должен удалять. Для получения высоких CMR схемы требуется согласование резисторов дифференциального усилителя, а ОУ A_3 должен иметь большое значение собственного CMR. При точности согласования сопротивлений резисторов 0.1% наилучшее достижимое значение CMR на постоянном токе составит 54 дБ. В той или иной степени, зависящей от типа выбранного ОУ, CMR всегда ухудшается с частотой.

Причиной ухудшения CMR в ИУ на двух операционных усилителях (Рисунок 1а) является различие фазовых сдвигов сигналов на двух входах A_2 . Прежде чем усилитель A_2 вычитет сигнал V_{IN1} из V_{IN2} , V_{IN1} должен пойти

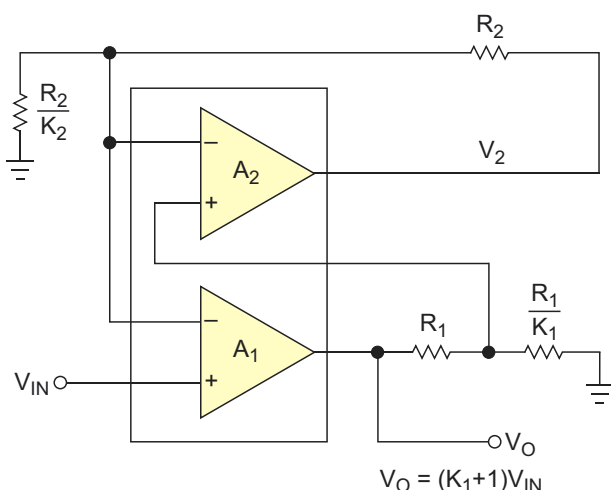


Рисунок 2. Использование A_2 в цепи активной обратной связи намного увеличивает эффективную полосу пропускания A_1 . Операционные усилители должны иметь максимально близкие характеристики, поэтому в данной схеме необходимо использовать микросхему сдвоенного усилителя.

через усилитель A_1 . В результате выходное напряжение A_1 оказывается задержанным относительно V_{IN1} . Усилитель A_1 вносит задержку, вследствие которой его выходной сигнал отстает от напряжения, непосредственно приложенного к входу V_{IN2} . Эта разность фаз приводит к тому, что напряжение на выходе A_1 всегда отличается от V_{IN2} , даже в том случае, если амплитуды обоих напряжений равны. Фазовый сдвиг делает напряжение синфазной ошибки на выходе V_{OUT} частотно-зависимым. Синфазная ошибка увеличивается с ростом частоты синфазного сигнала, так как фазовый сдвиг в A_1 возрастает с частотой из-за спада однополюсной частотной характеристики.

В руководстве по конструированию инструментальных усилителей [1] для расчета величины ошибки дается следующая формула

$$\frac{100 \text{ Гц}}{100 \text{ кГц}} \quad 100\% \quad 0.1\%$$

для случая, когда на основе микромощных ОУ с полосой единичного усиления 500 кГц вы конструируете инструментальный усилитель с полосой пропускания при замкнутой обратной связи 100 кГц. Синфазная ошибка в 0.1% эквивалентна коэффициенту подавления синфазного сигнала (common-mode-rejection ratio – CMRR), равному 60 дБ. Даже если вы настроите схему так, чтобы на постоянном токе CMRR достигал 100 дБ, это значение сохранится лишь до частоты 1 Гц. На частоте 100 Гц CMRR не может быть лучше 60 дБ.

Эти недостатки схемы на двух ОУ можно преодолеть, компенсировав фазовую задержку A_1 активной обратной связью. На низких частотах фазовую ошибку можно уменьшить практически до нуля с помощью согласованного сдвоенного ОУ [2]. При таком подходе цепь обратной связи усилителя добавляет равный по величине, но противоположный по знаку фазовый сдвиг. Поскольку характеристики схемы зависят от согласованности параметров усилителей, необходимо использовать микросхемы сдвоенных или четверенных ОУ.

Для компенсации фазовой ошибки цепью активной обратной связи дополнительно требуются ОУ и два внешних резистора (Рисунок 2). A_1 в этой схеме обеспечивает прямое

усиление составного усилителя. K_1 определяет коэффициент усиления при замкнутой петле обратной связи.

$$(A_V = 1 + K_1),$$

где

A_V – коэффициент усиления по напряжению,

K_1 – константа.

Усилитель A_2 формирует сигнал обратной связи для усилителя A_1 . K_2 задает степень компенсации фазовой погрешности и на прямое усиление составного усилителя влияния не оказывает. Наилучшее подавление ошибки будет происходить, когда $K_1 = K_2$. Ошибки являются функциями комплексной частотной характеристики и описываются следующими выражениями:

$$A_{ERR} = \frac{2}{T};$$

$$ERR = \frac{3}{T};$$

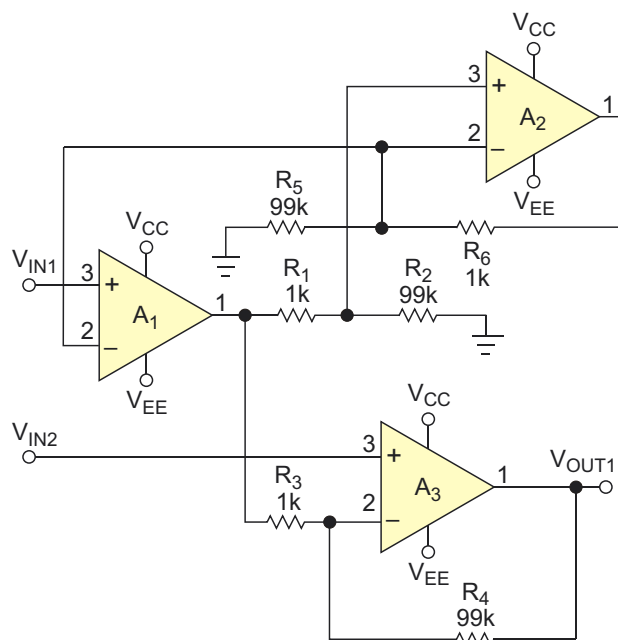


Рисунок 3. Основу этого инструментального усилителя образует топология на двух ОУ; третий усилитель обеспечивает активную обратную связь для компенсации фазового сдвига.

где

A_{ERR} – ошибка усиления,

ERR – фазовая погрешность,

– коэффициент обратной связи,

– круговая частота,

T – круговая частота единичного усиления.

На Рисунке 3 показан новый вариант схемы, в которой к двум ОУ добавлена цепь активной обратной связи. Здесь фазовый сдвиг в A_1 корректируется с использованием цепи активной обратной связи, образованной усилителем A_2 и четырьмя резисторами. Как классические инструментальные усилители на двух и трех ОУ, так и предложенный здесь вариант на трех ОУ с активной обратной связью, для сигналов постоянного тока имеют очень близкие CMRR. Однако на переменном токе эти различия становятся значительными. Эти различия возникают, когда на вход подают и меняют большое синфазное напряжение.

Схема, в которой использовались ОУ AD8603 компании Analog Devices, испытывалась при следующих условиях:

- напряжение питания – ± 2.5 В,
- синфазное напряжение – 0.001 мВ,
- коэффициент усиления – 100. Измерьте ошибки с 500-герцовым входным сигналом.

Затем измените условия работы схемы, увеличив синфазное напряжение до 2.001 В. Вы увидите, сколь значительное улучшение обеспечивает схема на Рисунке 3 по сравнению со схемой на Рисунке 1а. Схема менее чувствительна к рассогласованию сопротивлений резисторов, чем схема на Рисунке 1б с точно согласованными резисторами. **РЛ**

Ссылки

1. [Kitchin, Charles, and Lew Counts, A Designer's Guide to Instrumentation Amplifiers, Chapter 2, Analog Devices, 2000, pg 2-1.](#)
2. [Wong, James, "AN-107 Active Feedback Improves Amplifier Phase Accuracy," Analog Devices, September 1987.](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD8603](#)

Трехамперный понижающий драйвер светодиодов с интегрированным ограничителем напряжения

Matthew Grant, Linear Technology

Design Note 556

Введение

Монолитный драйвер светодиодов LT3952 содержит 60-вольтовый DMOS силовой ключ, способный коммутировать ток до 4 А для управления цепочкой силовых диодов в режиме понижения напряжения. Из множества полезных функций этой микросхемы мы рассмотрим здесь усилитель датчика входного тока, который в понижающем режиме можно использовать для управления ограничением напряжения светодиодов.

В режиме понижающего преобразования анод светодиодной цепочки (LED⁺) подключается к источнику входного напряжения, а от катода цепочки (LED⁻) ток поступает в преобразователь. В случае обрыва нагрузки понижающий преобразователь подключает узел LED⁻ почти к шине GND (Рисунок 1). Во время такого аварийного режима общее выходное напряжение должно быть ограничено.

Одним из способов ограничения напряжения является сдвиг уровня с помощью внеш-

него PNP транзистора. И хотя этот метод вполне эффективен, более изящное решение основано на использовании внутренних ресурсов микросхемы LT3952.

Суть заключается в том, чтобы, переориентировав назначение выводов IVINP/IVINN внутреннего токоизмерительного усилителя, превратить его в регулятор напряжения положительной шины питания, как показано на Рисунке 2.

Включенный параллельно светодиодам резистивный делитель предназначен для измерения напряжения на токоизмерительном резисторе с помощью внутреннего уси-

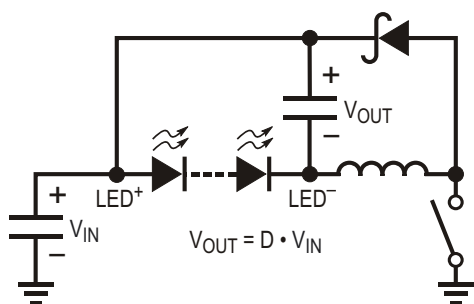


Рисунок 1. Топология понижающего преобразователя.

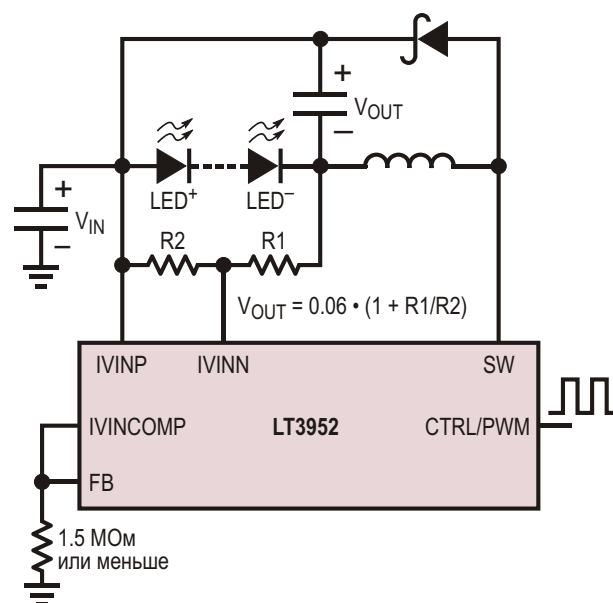


Рисунок 2. Выводы IVINP и IVINN используются для ограничения выходного напряжения.

лителя, входы которого выведены на контакты IVINP/IVINN. Когда напряжение IVINP/IVINN достигает 60 мВ, напряжение на выходе IVINCOMP становится равным 1.2 В, и включается цепь ограничения выходного напряжения. Подключение IVINCOMP к входу обратной связи FB, как показано на Рисунке 2, реализует дополнительную функцию защиты выхода от чрезмерного напряжения и от обрыва светодиодной цепочки.

В приложениях с ШИМ управлением яркостью между FB и GND включается резистор с большим сопротивлением, чтобы не допустить плавления потенциала на выводе FB в паузах между импульсами ШИМ.

Принципиальная схема

Для проверки концепции была собрана практическая схема 40-ваттного драйвера светодиодов, работающая на частоте 1 МГц. При указанных на схеме сопротивлениях резисторов R1, R2 и R4 ограничение происходит тогда, когда напряжение на цепочке светодиодов становится равным примерно 22 В.

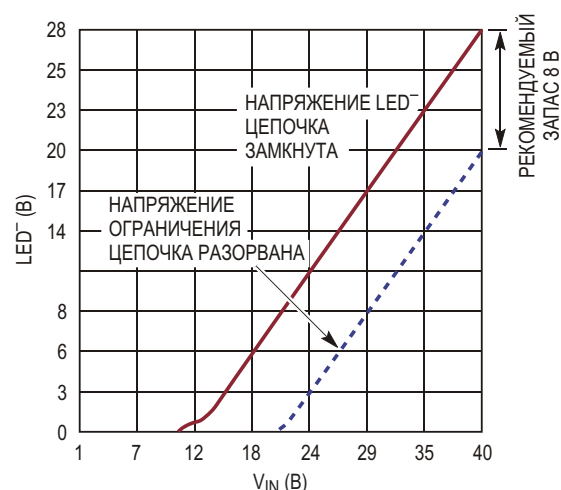


Рисунок 3. Результаты измерений напряжения LED⁻ и напряжения ограничения LED⁻.

На Рисунке 3 представлены результаты измерений напряжения LED⁻ и напряжения ограничения LED⁻ при изменении V_{IN} от 0 до 40 В в схеме на Рисунке 4. Напряжение ограничения хорошо отслеживает входное напряжение во всем рабочем диапазоне.

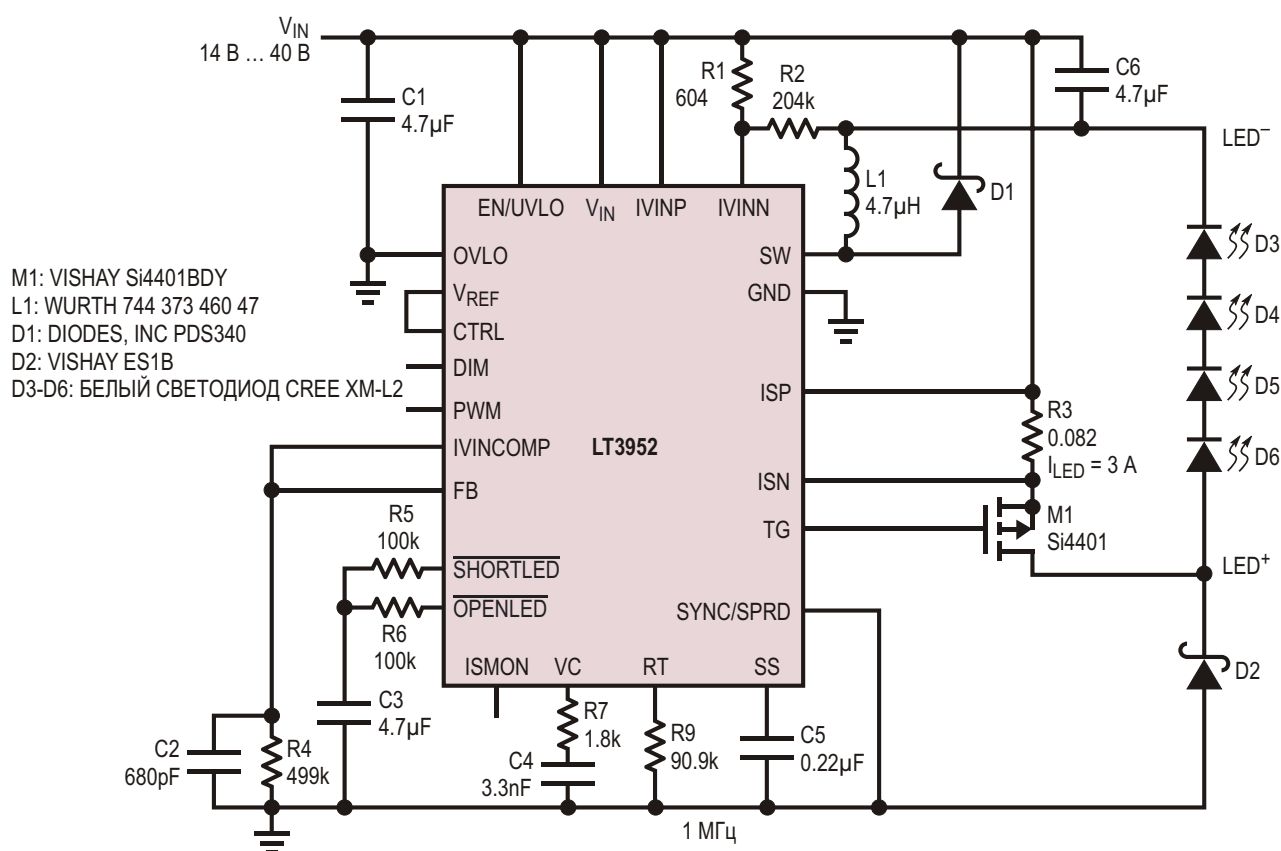


Рисунок 4. 40-ваттный понижающий драйвер светодиодов, работающий на частоте 1 МГц, с порогом ограничения выходного напряжения 22 В.

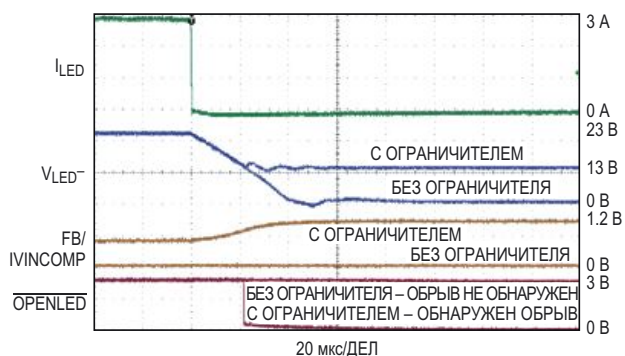


Рисунок 5. Реакция схемы на обрыв светодиодной цепочки при наличии ограничителя и без него.

Осциллограммы на Рисунке 5 позволяют сравнить переходные характеристики схемы в случае обрыва цепочки светодиодов с использованием ограничителя и без него при входном напряжении 36 В и токе светодиодов 3 А.

Как вы можете видеть, при обрыве светодиодной цепочки в отсутствие ограничителя напряжение в точке LED⁻ от номинальных 23 В проваливается практически до уровня «земли», в результате чего разность потенциалов между LED⁺ и LED⁻ подскакивает почти до полного входного напряжения 36 В.

Однако с помощью ограничителя выходное напряжение быстро ограничивается до более приемлемого уровня. Соединение FB с IVINCOMP позволяет индцировать аварийный режим сигналом на выводе OPENLED (ОБРЫВ СВЕТОДИОДА).

Общий КПД этого 40-ваттного решения превышает 92% при входном напряжении 24 В, и превышает 90% в диапазоне входных напряжений от 14 В до 40 В (Рисунок 6). Используя любой метод ограничения, не

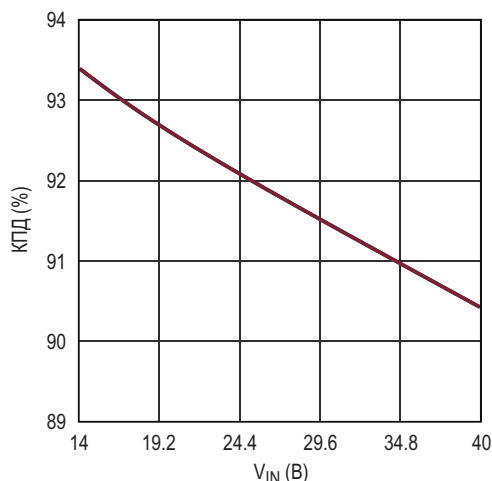


Рисунок 6. Зависимость КПД от входного напряжения.

забывайте оставлять некоторый запас между напряжением ограничения и нормальным рабочим напряжением.

Заключение

LT3952 – мощная универсальная платформа для управления светодиодами при различных схемах включения. В дополнении к стабилизации входного и выходного тока, в микросхему заложено множество других функций, упрощающих создание передовых решений в области освещения, таких как расширение спектра помех модуляцией частоты переключения, внутренний генератор ШИМ и исключительно эффективная защита от аварийных режимов. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT3952](#)
2. [Datasheet Vishay Si4401](#)

Импульсный генератор с автокоррекцией

Marián Štofka

EDN

Для создания N-канальных генераторов импульсов с длительностью сигнала на каждом выходе T/N обычно используются сдвиговые регистры с параллельными выходами. Чтобы сохранить правильную последовательность состояний генератора, вы можете использовать обратную связь с последнего выхода на первый вход. При включении питания в таких схемах состояние триггеров регистра может оказаться произвольным, и результирующая комбинация логических нулей и единиц не будет соответствовать требуемому информационному содержанию. Для исключения возникновения нежелательных состояний и ввода требуемой последовательности вам нужна специальная обратная связь.

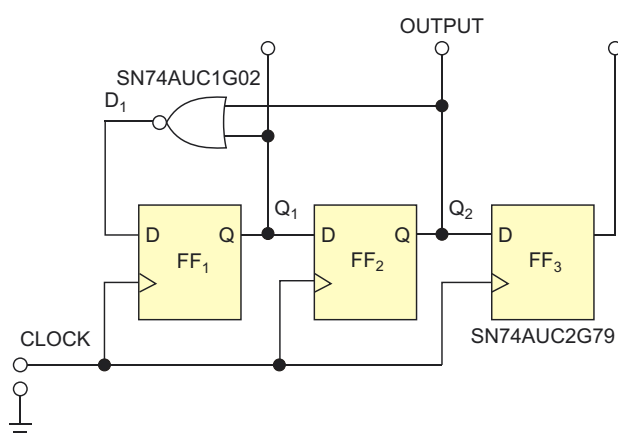


Рисунок 1. В этом трехканальном генераторе импульсов с автокоррекцией неправильных логических состояний используются три микросхемы.

На Рисунке 1 изображена схема трехкаскадного регистра сдвига на основе D-триггеров. Регистр имеет три выхода, Q_1 , Q_2 и

Q_3 , на каждом из которых формируются периодические импульсы шириной $T_{REP}/3$. Период, с которым последовательность повторяется на каждом из выходов, равен $T_{REP} = 3T_{CLK}$, где T_{CLK} – период тактовых импульсов на линии CLOCK. Сигнал обратной связи создается двухвходовым логическим элементом «ИЛИ-НЕ». Выход вентилля D_1 соединен с входом D триггера FF_1 , а выходы подключены к Q_1 and Q_2 . Логическая единица на выходе D_1 означает, что по ближайшему переходу тактового импульса из «0» в «1» этот сигнал запишет «лог. 1» на выход Q_1 .

Чтобы объяснить себе работу этой обратной связи, запишем «лог. 0» в триггер FF_1 ближайшим положительным фронтом тактового сигнала CLOCK, когда, по крайней мере, один из выходов находится в состоянии «лог. 1». Если оба выхода Q_1 и Q_2 находятся в состоянии «лог. 0», вы записываете в FF_1 «лог. 1». Эта обратная связь добавляет в схему способность к автокоррекции, которую проиллюстрируем ниже в предположении, что начальное состояние схемы намеренно сделано неправильным.

Итак, коррекцию состояний демонстрируют следующие последовательности, в которых цифры в битовых триадах слева направо соответствуют выходам Q_1 , Q_2 и Q_3 :

111	011	001	100	010	001
000	100	010	001		

Из этого примера вы можете видеть, что ошибочное состояние 111 самокорректируется в течение двух периодов тактовой частоты. Для нежелательного состояния 000 правильная последовательность установится по

ближайшему положительному фронту тактового сигнала.

Определить верхний предел тактовой частоты вы можете исходя из того, что изменение состояния выхода логического вентиля должно происходить за время T_{SETUP} до следующего перехода тактового импульса от низкого уровня к высокому. (Рисунок 2). Таким образом, минимальный период синхросигнала равен

$$T_{\text{CLKMIN}} = T_{\text{PQHL}} + T_{\text{PGLH}} + T_{\text{SETUP}},$$

где T_{PQHL} и T_{PGLH} – задержки распространения сигналов в триггере и логическом вентиле, соответственно, при переходе из высокого логического уровня в низкий и из низкого в высокий. Задавшись взятыми из справочных данных наихудшими возможными значениями задержек распространения, вы получите минимальный период тактовой частоты 4.4 нс для напряжения питания 1.8 В и 3.5 нс для напряжения питания 2.5 В. Поскольку значение 3.5 нс дает значение тактовой частоты, превышающее допустимую скорость переключения триггера, при напряжении

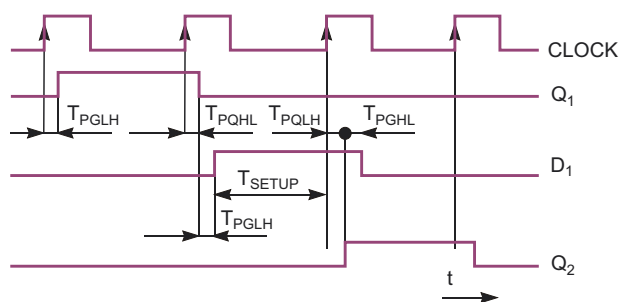


Рисунок 2. Схема генерирует свободные от эффекта «гонок» сигналы логического уровня с точными коэффициентами заполнения 33.3%.

питания 2.5 В вы должны ограничиться частотой 275 МГц. При питании напряжением 1.8 В максимальная частота должна равняться 227 МГц. Максимальная частота повторения сигналов на выходах Q_1 , Q_2 и Q_3 равна максимальной тактовой частоте, деленной на три, или 75.6 МГц. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments SN74AUC2G79](#)
2. [Datasheet Texas Instruments SN74AUC1G02](#)

Бюджетная система автоматизации котельной установки загородного дома

Часть 2

Окончание. Начало в номере 09-2016

Михаил Русских

Приводятся преимущества ОС Android для разработчиков аппаратного обеспечения, рассматриваются библиотеки PhysicaloidLibrary и AndroidPlot, описываются методы приема данных по интерфейсу USB, сохранения принятых данных в файл и считывания их из файла, визуализация этих данных в виде графика.

В первой части статьи была описана подсистема автоматизации жидкотопливной котельной установки, основанная на плате Arduino Uno и отвечающая за регулирование температуры отапливаемого помещения путем своевременного включения и отключения горелки с учетом показаний датчика температуры. В этой части будет рассмотрена подсистема визуализации, основанная на недорогой планшете на базе операционной системы Android.

Эта подсистема позволяет вести наглядный учет топлива без необходимости вручную заносить данные, как это делается в большинстве неавтоматизированных котельных, где показания заносятся в журналы и тетради. Кроме того, такой наглядный автоматизированный учет может минимизировать риск кражи топлива там, где процесс работы котельной контролирует не сам хозяин, а наемный персонал.

ОС Android имеет ряд преимуществ, полезных для разработчиков программного и аппаратного обеспечения. Эта ОС предоставляет достаточно легкий доступ к аппаратным ресурсам мобильной платформы, на

которой она установлена, а благодаря своему широкому распространению и поддержке многочисленными сообществами программистов в бесплатном доступе можно найти большое количество библиотек, значительно облегчающих написание программ для этой ОС. Программа, реализующая подсистему визуализации, была написана в среде разработки Eclipse на языке Java. Исходный код программы можно найти в [1]. Здесь будут рассмотрены основные моменты кода, а также библиотеки, упрощающие обмен данными по интерфейсу USB и создание визуального информативного интерфейса.

Как уже было сказано в предыдущей части, с платы Arduino Uno через интерфейсный модуль с микросхемой FT232RL на вход USB приходят данные, содержащие импульсы, поступившие с расходомера LS-04, и значения температуры, зарегистрированной датчиком LM335. Эти данные должны быть приняты в программе и впоследствии визуализированы. Для организации обмена данными по интерфейсу USB сегодня существует ряд библиотек, написанных на Java. Библиотека Physicaloid Library [2], использованная в дан-

ном случае, является одной из самых стабильных и простых в использовании. Эта библиотека изначально была разработана для организации связи Android-устройства с микроконтроллерными платами, подобными Arduino. С помощью нее также можно записывать прошивки в платы Arduino непосредственно из устройства на базе ОС Android.

Чтобы подключить библиотеку *Physicaloid* к проекту в среде разработки Eclipse, нужно в меню выбрать *File Import*. В окне *Select* следует указать строку *Existing Projects Into Workspace*, в появившемся окне *Import Projects* по нажатию на кнопку *Browse* необхо-

димо выбрать скачанный каталог *Physicaloid Library* и затем нажать *Finish*. После этого в окне *Package Explorer* следует нажать правой кнопкой на текущем проекте и выбрать *Properties Android*, далее нажать на кнопку *Add* и выбрать *PhysicaloidLibrary*. Подключив таким образом данную библиотеку, можно с помощью несложных функций обмениваться данными с Arduino через адаптер интерфейсов USB-UART.

Библиотека функционирует через класс *Physicaloid*. Для работы с библиотекой сначала в методе *onCreate* нужно объявить его следующим образом:

```
mPhysicaloid = new Physicaloid(this);
```

После этого нужно открыть порт для приема данных. Это осуществляется с помощью

метода *open()*. Код открытия порта для чтения данных выглядит так:

```
if (!mPhysicaloid.isOpened()) {
    if (mPhysicaloid.open()) {
        mPhysicaloid.addReadListener(new ReadLisener() {
            @Override
            public void onRead(int size) {
                byte[] buf = new byte[size];
                mPhysicaloid.read(buf, size);
                readStr = new String(buf);
            }
        });
    }
}
```

В этом коде после проверки с использованием условных операторов того, что порт открыт, с помощью метода *addReadListener* активируется «слушатель» порта, который принимает поступившие байты, формирует из них буферный массив *buf*, а затем преобразовывает его в строковый тип с последующей записью в переменную *readStr*.

Дальнейшей задачей приложения является расшифровка записанных в строковую переменную *readStr* данных. Для этого в классе *run()* основного потока (Thread) программы в блоке кода, предназначенном для получения истинных значений поступивших данных, с помощью метода *length()*, определяется длина строки *readStr*, затем с использованием метода *split("")* выполняется расщепление этой строки на массив

строк *arr_str*, состоящих из одного необходимого для нас символа. Далее каждый символ выделяется с помощью метода *charAt(0)* и преобразуется в целочисленное значение с последующим помещением в массив *arr_int*. После этого мы можем определить смысл символа, то есть понять, представляет ли он собой зашифрованную величину температуры или импульс.

Если текущий символ равен 1 (49 в представлении кодировки ASCII), то это значит, что через Arduino и адаптер USB-UART поступил импульс, изначально сгенерированный расходомером LS-04. При этом переменная программного счетчика импульсов *cnt_ph* инкрементируется.

Данные о температуре варьируются в определенном диапазоне. Программно ограничим этот диапазон от -35°C до $+35^{\circ}\text{C}$. Пом-

ня, что перед пересылкой из Arduino в планшет температурного значения к нему прибавлялась величина 90, сформируем условие, при котором переменная программного счетчика количества поступивших температурных значений `t_cnt` будет инкрементироваться, если символ будет в диапазоне от 55 до 125. Получив целый ряд записанных в массив `tmp_arr` температурных значений, необ-

ходимо вычислить среднюю температуру за прошедший час, которая в итоге будет показана пользователю в статистике на экране планшета. С этой целью формируется цикл для расчета суммы всех температурных значений за час `tmp_sum`, затем эта сумма делится на количество этих температурных значений за час. Выглядит этот фрагмент кода следующим образом:

```
for (int t = 1; t <= t_cnt; t++)
{tmp_sum = tmp_sum + tmp_arr[t];}
tmp_avr = tmp_sum/t_cnt;
```

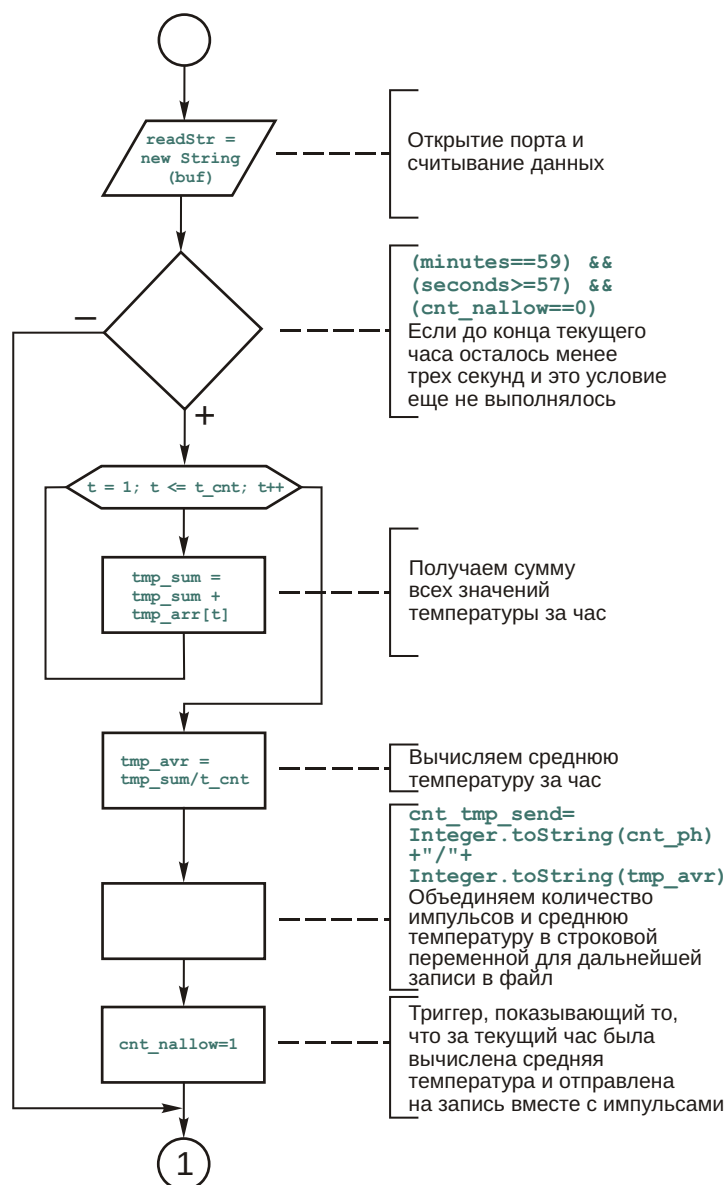


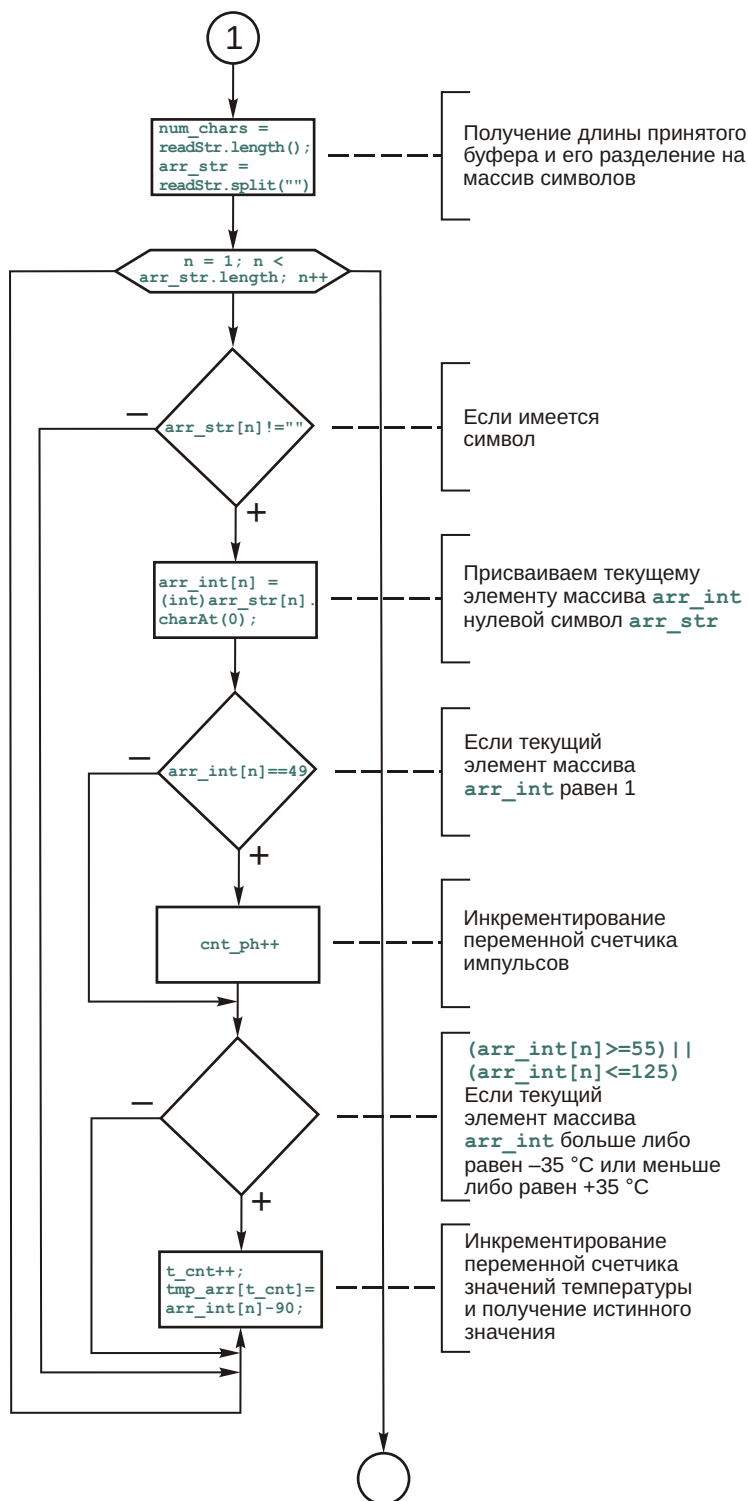
Рисунок 4. Блок-схема алгоритма приема и обработки информации о температуре и импульсах.

В общем виде алгоритм приема и обработки информации о температуре и импульсах показан в виде блок-схемы на Рисунке 4.

Для того чтобы принятую информацию можно было использовать в дальнейшем, ее необходимо сохранить в память данных план-

шета. При этом для каждой даты создается отдельный файл, в который записываются все принятые данные за это число. Каждый файл в своем названии содержит год, месяц и день текущей даты. Имя файла в программе задается следующим образом:

```
String filename1 = "m" + year_str + month_str + day_str;
```



Здесь `year_str`, `month_str`, `day_str` – год, месяц и день текущей даты, соответственно. Эти строковые переменные сначала были получены как целочисленные переменные с помощью специального класса

```
BufferedWriter bw = new BufferedWriter(new OutputStreamWriter(  
    openFileOutput(filename1, MODE_APPEND)));  
bw.write(hr_str + "/" + get_cnt);  
bw.write(" ");  
bw.close();
```

Здесь используется поток `BufferedWriter` `bw` для записи в файл. Открытие файла выполняется через метод `openFileOutput`, первым аргументом которого является имя файла, а второй аргумент указывает на режим записи. В нашем случае `MODE_APPEND` свидетельствует о том, что новые данные будут добавляться в конец файла, не затрагивая при этом предыдущих. Различные виды данных при записи разделяются символом «/». Так, переменная `hr_str` представляет час в строковом выражении. Переменная `get_cnt` сочетает в себе количество импульсов за час и среднюю температуру за час, разделенные также символом «/», поскольку ранее в коде она была определена как `cnt_ph_str_fin + "/" + tmp_str_fin`. Каждая порция данных отделяется от других символом пробела. Закрывание потока записи данных в файл осуществляется с помощью команды `bw.close()`.

Теперь полученную и сохраненную в памяти планшета информацию необходимо визуализировать для ее лучшего восприятия пользователем. Чтобы значительно облегчить эту задачу, следует воспользоваться библиотекой для построения графиков. В данном случае была задействована библиотека `AndroidPlot` [3], являющаяся бесплатной и довольно легкой в освоении и использовании. С помощью нее можно строить линейные графики, круговые диаграммы, точечные диаграммы и другие типы графиков. Она совместима с версиями Android 1.6 и выше.

Библиотека `AndroidPlot` подключается к проекту в среде Eclipse несколько иначе, чем библиотека `PhysicaloidLibrary`. Ее можно в виде готового Java-файла `androidplot-core-0.6.0.jar` (в данном случае использовалась версия 0.6.0) поместить в директорию `libs` проекта. Далее следует объявить зависимос-

`Calendar`, позволяющего получить текущую дату, а затем преобразованы в строковые.

Запись файл осуществляется с помощью следующего фрагмента кода:

ти и дополнить основной XML-файл, как показано в [4], с некоторыми изменениями под свой проект.

Первоочередной задачей данной системы визуализации является отображение в виде столбчатой диаграммы зависимости затраченных литров топлива от времени. Наглядно такую диаграмму, реализованную в приложении с помощью библиотеки `AndroidPlot`, можно представить на Рисунке 5.

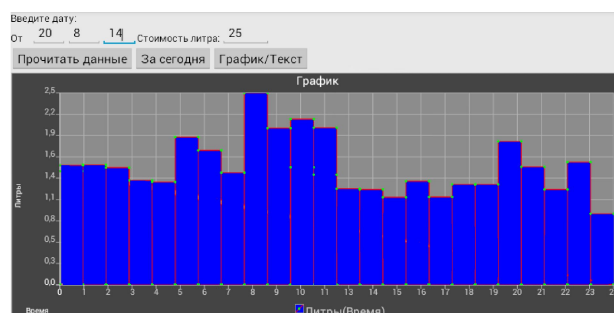


Рисунок 5. Диаграмма, показывающая количество сожженных литров топлива в определенном временном промежутке.

На этом рисунке показаны почасовые затраты топлива за один день, дата которого вводится в три поля в формате дд.мм.гг, расположенные под текстом «Введите дату». После ввода даты и нажатия кнопки «Прочитать данные» формируется диаграмма на основе информации, полученной с платы Arduino. Для удобства просмотра графика за текущий день имеется кнопка «За сегодня», позволяющая сформировать диаграмму без ввода даты. Данный график наглядно демонстрирует расход топлива, что очень удобно для быстрого анализа, но не предоставляет точных цифр, поэтому у пользователя имеется возможность изменить графическое отображение на текстовое. Это осуществляется

Введите дату:
 От 20 8 14 Стоимость литра: 25

Прочитать данные За сегодня График/Текст

за 0-й час: литров: 1,53; ср.т=25; цена: 38,25 руб.;
 за 1-й час: литров: 1,54; ср.т=26; цена: 38,38 руб.;
 за 2-й час: литров: 1,5; ср.т=27; цена: 37,5 руб.;
 за 3-й час: литров: 1,34; ср.т=25; цена: 33,38 руб.;
 за 4-й час: литров: 1,32; ср.т=27; цена: 32,88 руб.;
 за 5-й час: литров: 1,89; ср.т=27; цена: 47,25 руб.;
 за 6-й час: литров: 1,72; ср.т=25; цена: 43 руб.;
 за 7-й час: литров: 1,44; ср.т=25; цена: 35,88 руб.;
 за 8-й час: литров: 2,46; ср.т=26; цена: 61,38 руб.;
 за 9-й час: литров: 2; ср.т=27; цена: 50,12 руб.;
 за 10-й час: литров: 1,5; ср.т=25; цена: 37,62 руб.;
 за 11-й час: литров: 1,41; ср.т=26; цена: 35,25 руб.;
 за 12-й час: литров: 1,23; ср.т=27; цена: 30,75 руб.;
 за 13-й час: литров: 1,22; ср.т=27; цена: 30,5 руб.;
 за 14-й час: литров: 1,12; ср.т=26; цена: 28 руб.;
 за 15-й час: литров: 1,32; ср.т=25; цена: 33,12 руб.;
 за 16-й час: литров: 1,12; ср.т=26; цена: 28,12 руб.;
 за 17-й час: литров: 1,28; ср.т=27; цена: 32,12 руб.;
 за 18-й час: литров: 1,28; ср.т=25; цена: 32,12 руб.;
 за 19-й час: литров: 1,84; ср.т=25; цена: 45,88 руб.;
 за 20-й час: литров: 1,51; ср.т=26; цена: 37,75 руб.;
 за 21-й час: литров: 1,22; ср.т=27; цена: 30,5 руб.;
 за 22-й час: литров: 1,57; ср.т=26; цена: 39,25 руб.;
 за 23-й час: литров: 0,91; ср.т=27; цена: 22,75 руб.;

Рисунок 6. Текстовое представление информации.

по нажатию кнопки «График/текст». Экран с текстовым отображением информации показан на Рисунке 6.

В режиме текстового отображения при получении информации за один день показывается точное количество сожженных литров за час, средняя температура за этот час и

```
int rollsize = rollHistorySeries.size();
for (int i = 0; i < rollsize; i++) {
    rollHistorySeries.removeLast();
}
```

Здесь сначала вычисляется размер графика, то есть количество имеющихся на нем точек, а затем в цикле поочередно удаляются все эти точки с помощью процедуры `removeLast()`.

```
String filename2 = "m" + year_str + month_str + day_str;
```

Так же как и ранее создавался поток для записи информации в файл, так и теперь

```
BufferedReader br = new BufferedReader(new InputStreamReader(
    openFileInput(filename2)));
```

Далее формируется цикл с предусловием, который будет работать до тех пор, пока при считывании данных из файла не появится пустая строка, означающая конец файла. В этом цикле сначала разделяются через символ пробела совокупности данных, включающих в себя час и соответствующие ему импульсы и среднюю температуру. Затем уже сами эти элементы отделяются друг от друга

```
for (int n = 0; n < 24; n++) {
    if (hr_now==n) {
        rollHistorySeries.addLast(hr_now, cnt_now*0.005);
        rollHistorySeries.addLast(hr_now+1, cnt_now*0.005);
    }
}
```

цена затраченных литров, которая формируется на основе вводимой пользователем стоимости одного литра.

Помимо этого у пользователя имеется возможность получить информацию как за целый месяц, так и за целый год. Для вывода данных за определенный месяц нужно лишь указать желаемый месяц и год, а поле для ввода дня оставить пустым. Для запроса данных за весь год достаточно ввести желаемый год, оставив поля дня и месяца пустыми.

Рассмотрим процесс формирования графика за текущий день. Сначала график необходимо очистить от возможно уже имеющихся точек, нанесенных при предыдущем построении, чтобы данные не накладывались друг на друга. Это можно осуществить с помощью следующего фрагмента кода:

Далее, используя класс `Calendar`, вычисляется текущая дата с записью года, месяца и дня в строковые переменные `year_str`, `month_str`, `day_str`, соответственно. После этого формируется имя файла, из которого будут браться данные для отображения.

подобным образом создается поток для чтения из файла.

символом «/» и записываются в соответствующие переменные `hr_now`, `cnt_now` и `tmp_now`. После этого создается цикл от 0 до 24 (количество часов в сутках), в котором происходит формирование графика и запись информации об импульсах и температуре в массивы для последующего их отображения в текстовом виде. Фрагмент кода с циклом выглядит следующим образом:

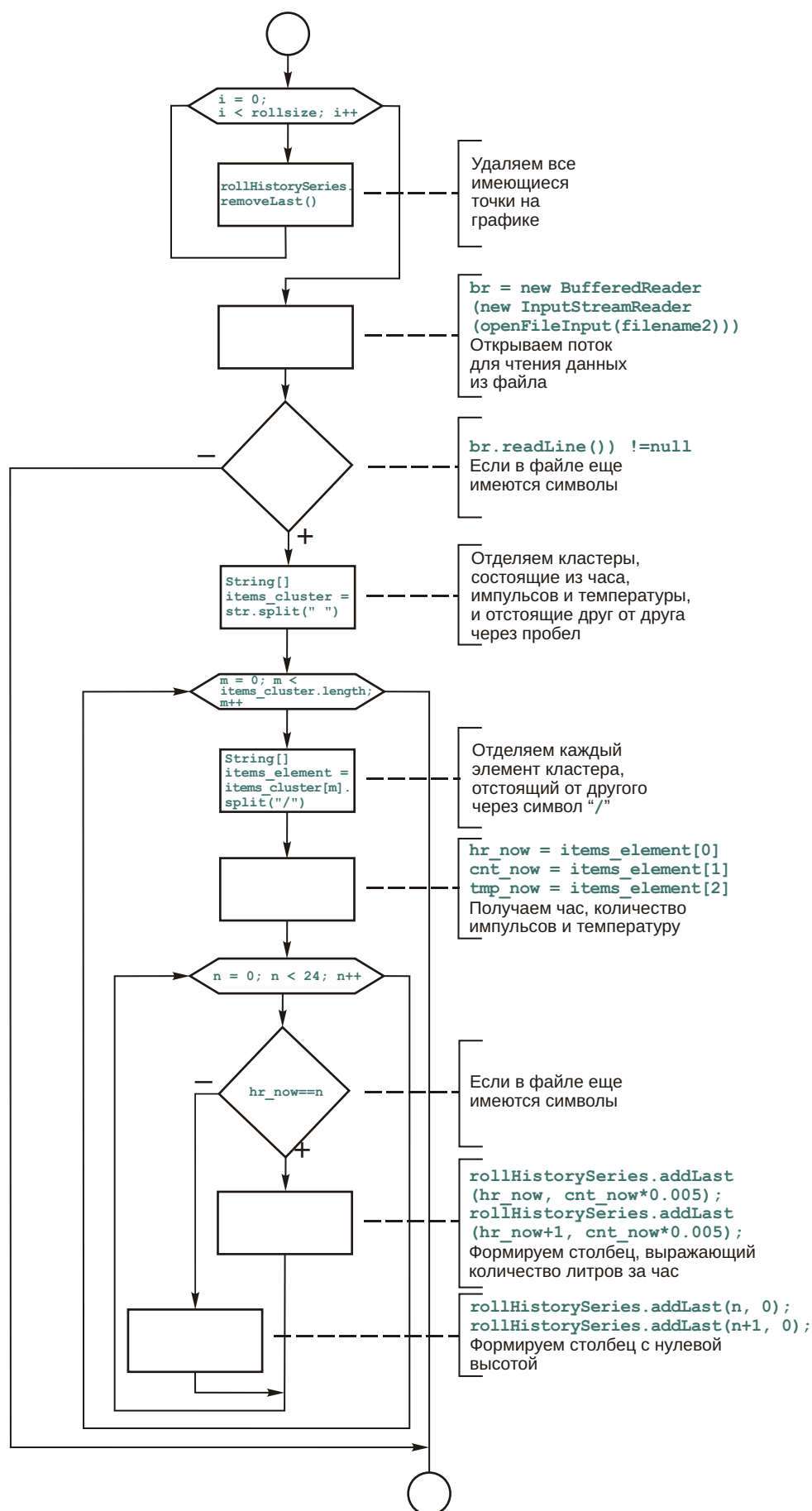


Рисунок 7. Блок-схема алгоритма отображения данных в графическом формате.

```

        hr_ch[n]=cnt_now*0.005;
        tmp_ch[n]=tmp_now;
    } else {
        rollHistorySeries.addLast(n, 0);
        rollHistorySeries.addLast(n+1, 0);
    }
}

```

Здесь с помощью `rollHistorySeries.addLast` на график добавляется точка, у которой координата по оси абсцисс выражает час, а по оси ординат количество литров, являющееся произведением числа импульсов за этот час на коэффициент 0.005 л/имп расходомера LS-04, описанного в предыдущей части. Все точки графика соединяются сплошной линией, и область, оставшаяся под точками и их соединительными линиями, закрашивается цветом. Таким образом, две идущие последовательно команды `rollHistorySeries.addLast` с одинаковым вторым аргументом и отличающимся на 1 первым аргументом формируют на графике столбец, показывающий количество затраченных литров в течение определенного часа. Для того чтобы все введенные точки и линии отобразились на графике, необходимо перерисовать график. Это осуществляется с помощью одной команды `aprHistoryPlot.redraw()`. Далее следует вывод данных в текстовом формате, который линеен и достаточно прост, поэтому не нуждается в дополнительном описании. Алгоритм отображения данных в графическом формате можно представить в виде блок-схемы на Рисунке 7.

При вводе определенной даты принцип обработки данных и их отображения в целом аналогичен, за исключением некоторых моментов. Так, программа сначала опреде-

ляет, какой временной диапазон был задан пользователем: день, месяц или год. В случае если выбран один конкретный день, срабатывает такой же алгоритм, как и описанный выше, только вместо текущей даты используется дата выбранного дня. Если пользователя интересуют данные за один месяц или за целый год, то программа считывает все файлы за этот период, суммируя импульсы и высчитывая среднюю температуру. При этом на графике формируются не 24 столбца, а 30 (28, 29, 31 в зависимости от месяца) при выводе данных за месяц, либо 12 при выводе данных за год.

Таким образом, создание приложения для визуализации данных системы автоматизации котельной с использованием библиотек *PhysicaloidLibrary* и *AndroidPlot* представляет собой довольно простой процесс. Эти библиотеки и описанные в данном материале методы формирования графиков и подключения устройства на базе ОС Android к платам типа Arduino можно использовать в других проектах, где необходима несложная визуализация данных, полученных от внешних устройств. **РЛ**

Ссылки

1. <https://sourceforge.net/projects/smartheater/files/MainActivity.java/download>
2. <https://github.com/ksksue/PhysicaloidLibrary>
3. <http://androidplot.com/>
4. <http://androidplot.com/docs/quickstart/>

Малошумящий прецизионный ОУ управляет АЦП последовательных приближений высокого разрешения

Erjon Qirko и Kris Lokere, Linear Technology

Design Note 1039

Введение

Особенностями операционного усилителя (ОУ) LT6018 являются ультранизкие шумы (1.2 нВ/ Гц на частоте 1 кГц) и сверхнизкие искажения (–115 дБ на частоте 1 кГц). Производство коэффициента усиления на полосу пропускания этой микросхемы равно 15 МГц, максимальное напряжение смещения 50 мкВ и максимальный температурный дрейф напряжения смещения составляет 0.5 мкВ/°С. Такое сочетание параметров позволяет использовать усилитель для управления различными аналого-цифровыми преобразователями (АЦП) высокого разрешения. В этой статье будет представлена схема и стратегия ее оптимизации, позволяющая получить наилучшие значения отношения сигнал/шум и суммарных гармонических искажений (THD) при использовании усилителя LT6018 для управления высокоскоростными 18- и 20-битными АЦП последовательных приближений.

Ультранизкий 20-битный АЦП

На Рисунке 1 изображена видоизмененная схема демонстрационной платы DC2135A, в которой ОУ LT6018 (вместо LT1468) управляет 20-битным АЦП последовательных приближений LTC2378-20. Отличительной особенностью LTC2378-20 является непревзойденная линейность – 2 ppm. Лучшим способом формирования дифференциального сигнала, сохраняющим линейность

схемы, будет применение точно согласованных резисторов матрицы LT5400, используемой в демонстрационной плате. Подробное описание теории работы показанной на Рисунке 1 схемы, в которой LT1468 управляет АЦП LTC2377-20, можно найти в [1].

Для измерения линейности схемы на вход подается сверхчистый синусоидальный сигнал, а над выходным сигналом производится вычисление быстрого преобразования Фурье (БПФ). Результат измерения суммарных гармонических искажений служит приближенной оценкой интегральной нелинейности схемы. При частоте дискретизации АЦП 800 кГц мы используем входной сигнал с частотой 100 Гц (слегка подстроенной, чтобы гарантировать когерентность выборки, смягчающую числовые ограничения БПФ).

В оригинальной демонстрационной схеме непосредственно после операционного усилителя включен RC-фильтр нижних частот, удаляющий избыточные высокочастотные шумы. Спектральная плотность шумов LT6018 остается относительно низкой даже на высоких частотах, поэтому влияние исключения этого фильтра из схемы на общий шум будет пренебрежимо малым. При отсутствии фильтра заметно улучшается линейность (измеренная на основе THD), так как преобразование несимметричного сигнала в дифференциальный теперь полностью определяется точно согласованными резисторами микросхемы LT5400, и не зависит от каких-либо плохо подобранных дискретных компонентов.

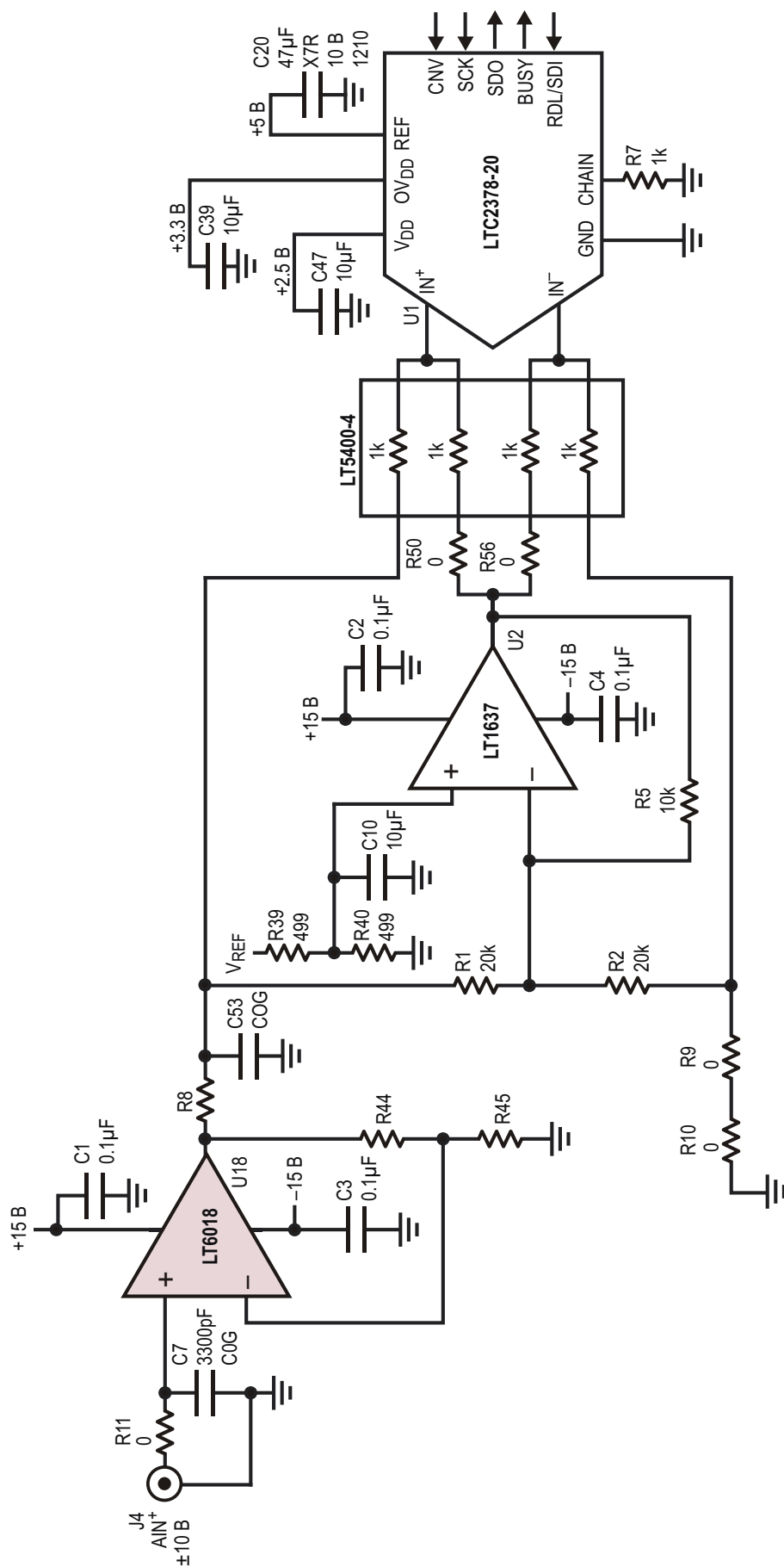


Рисунок 1. Принципиальная схема демонстрационной платы DC2135A.

Низкая плотность шумов микросхемы LT6018 позволяет использовать ее в схемах усиления сигналов. При коэффициенте усиления 10 размах сигнала увеличивается на 20 дБ, в то время как отношение сигнал/шум относительно полной шкалы ухудшается только на 2 дБ. Если уровни входных сигналов малы, улучшение эффективного отношения сигнал/шум при такой конфигурации составит 18 дБ. Как и ожидалось, линейность уменьшается на столько же, насколько снижается петлевое усиление, или приблизительно на 20 дБ.

Результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений отношения сигнал/шум и THD; LT6018 управляет АЦП LTC2387-20

Усиление LT6018	R8 (Ом)	C53 (мкФ)	R44 (Ом)	R45 (Ом)	Сигнал/шум (дБ)	THD (дБ)
1	10	0.01	0	Нет	103.1	-110.7
1	0	0	0	Нет	102.5	-121.7
10	14.7	0.0068	900	100	99.6	-98.5
10	10	0.01	900	100	100.5	-99.8

Управление быстродействующим 18-битным АЦП

18-битный АЦП последовательных приближений LTC2387-18 может производить выборки входного сигнала с частотой до 15 Мвыб/с. При такой скорости внутренний запоминающий конденсатор АЦП подключается к выходу усилителя менее чем на 30 нс («время выборки»). В течение этого времени схемы усилителя (и фильтра) должны восстановиться после выброса обратного заряда и восполнить заряд конденсатора выборки, чтобы АЦП мог выполнить корректное измерение в следующем цикле преобразования. Разумеется, это требует тщательной оптимизации цепей усилителя и фильтра.

На Рисунке 2 две микросхемы LT6018, образующие повторители с единичным усилением, подключены к демонстрационной плате LTC2387-18, на которой предусмотрены посадочные места для резисторов и конденсаторов входного фильтра АЦП.

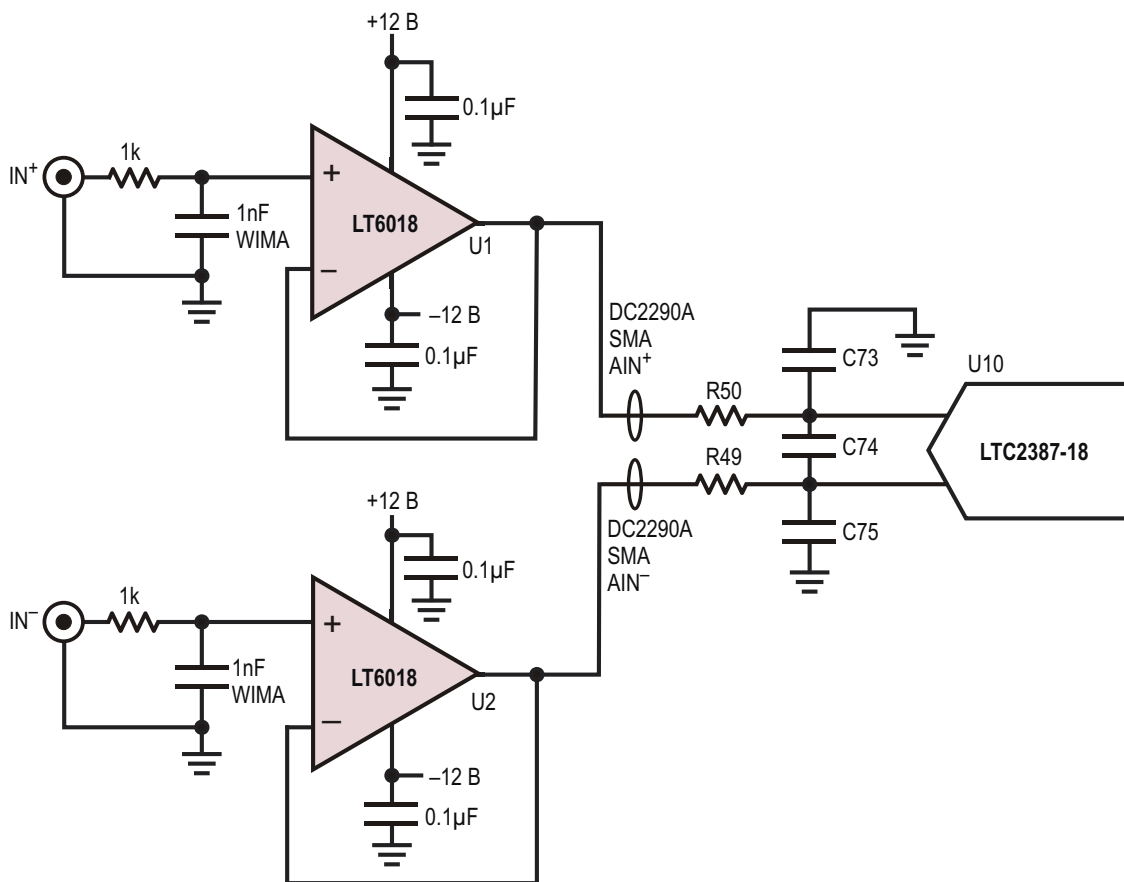


Рисунок 2. LT6018 управляет АЦП LTC2387-18, используя демонстрационную плату DC2290A-A.

Таблица 2. Результаты измерений отношения сигнал/шум и THD; LT6018 управляет АЦП LTC2387-18

Усилитель	R49= =R50 (Ом)	C73= =C75	C74	Сигнал/ шум (дБ)	THD (дБ)
LT6200	10	82 пФ	Нет	94.2	–120
LT6018	10	82 пФ	Нет	90.3	–72.9
LT6018	25	1 нФ	Нет	94.5	–93.7
LT6018	25	1 нФ	1 нФ	96.0	–96.1
LT6018	13.7	1.8 нФ	1.8 нФ	95.9	–101.1

В Таблице 2 обобщены результаты измерений отношения сигнал/шум и THD, выполненных при чистом синусоидальном сигнале частотой 1.008 кГц с помощью АЦП, работающего на когерентной частоте 14.680 Мвыб/с. В первой строке таблицы показаны результаты, полученные с быстродействующим малошумящим усилителем LT6200. Использовалась конфигурация фильтра с полосой порядка 200 МГц, по умолчанию установленная на демонстрационной плате. Это позволяет полностью восстановить состояние схемы после выброса обратного заряда АЦП и получить отличное значение THD, равное –120 дБ. Однако отношение сигнал/шум здесь на 2 дБ хуже, чем достижимое для АЦП значение 96 дБ.

Полоса пропускания ОУ LT6018 уже, чем у LT6200, зато точность по постоянному току (смещение и дрейф) намного выше. Однако простая замена в схеме LT6200 на LT6018 существенно ухудшает отношение сигнал/шум и THD. Причина деградации шумовых характеристик заключается в том, что плотность шумов усилителя за верхней границей его полосы пропускания может быть больше, чем до нижней, и эти шумы, если их не фильтровать, будут проникать в АЦП. THD снижается вследствие меньшего быстродействия усилителя, не успевающего восстановиться после попадания в него полного обратного заряда АЦП, остатки которого оцифровываются и становятся источником нелинейности.

Широкополосные шумы усилителя мы можем отфильтровать, увеличив номиналы резисторов и конденсаторов и включив диф-

ференциальный конденсатор между двумя входами АЦП. Это позволяет увеличить отношение сигнал/шум практически до 96 дБ – теоретического максимума для этого АЦП, и, соответственно, не принимать в расчет суммарные шумы усилителя. Кроме того, внося асимметрию в конфигурацию фильтра путем уменьшения сопротивления последовательных резисторов и увеличения емкости конденсаторов, можно ослабить начальный эффект обратного выброса заряда, что существенно снизит уровень гармонических искажений, которые станут значительно меньше –100 дБ.

Заключение

В современных АЦП последовательных приближений сочетаются низкие уровни шумов, высокая линейность и малое смещение постоянной составляющей. Для использования потенциала этих характеристик требуются усилители с аналогичными параметрами смещения, шумов и полосы пропускания, подобные усилителю LT6018. Для АЦП среднего быстродействия (например, для 20-битного LTC2378-20 со скоростью 1 Мвыб/с) сформировать дифференциальный входной сигнал без использования дополнительной фильтрации можно на основе ОУ LT6018 в сочетании с матрицей точно согласованных резисторов LT5400. В случае ультрабыстрых АЦП (таких, как 18-битный LTC2387-18 со скоростью 15 Мвыб/с) при тщательной оптимизации RC фильтра между ОУ и АЦП можно получить отличные шумовые характеристики и высокую линейность. **РЛ**

Ссылки

1. [DC Accurate Driver for the LTC2377-20 Achieves 2ppm Linearity](#) – Design Note 1032

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT1637](#)
2. [Datasheet Linear Technology LT5400](#)
3. [Datasheet Linear Technology LT6018](#)
4. [Datasheet Linear Technology LTC2378-20](#)
5. [Datasheet Linear Technology LTC2387-18](#)

Схема обеспечивает безопасность процедуры запуска при включении питания

Jean-Bernard Guiot

EDN

Компьютеры широко используются в системах управления производственными процессами. Во время включения питания и выполнения стартовых процедур (загрузки) на выходах таких управляющих систем могут бесконтрольно возникать импульсы до тех пор, пока программа не установит на них правильные состояния. В случае, когда эти выходы управляют последовательностью включения питания системы, такие бесконтрольные импульсы могут привести к критическим последствиям. Кроме того, подобный неустойчивый режим вообще запрещен правилами техники безопасности. На Рисунке 1 изображена схема, позволяющая с небольшими затратами решить эту проблему. Схема стоит примерно в десять раз меньше, чем другие доступные устройства формирования выдержки. Выход с открытым коллектором управляющего устройства подключается к входу сброса микросхемы счетчика-генератора IC₁. Эту схему легко

приспособить к другой конфигурации управляющего выхода, например, к транзистору оптоизолятора. До тех пор, пока на входе сброса RESET подтягивающим резистором R₁ удерживается высокий уровень напряжения (выход контроллера отключен), работа счетчика запрещена, и все его выходы остаются в состоянии «лог. 0». C, R₂ и R₃ являются времязадающими компонентами для генератора микросхемы IC₁. Если R₂ = R₃ = 10 кОм, и C = 0.1 мкФ, измеренная тактовая частота F составляет примерно 360 Гц.

Выходом схемы служит разряд счетчика Q12. Для того, чтобы выход включился, вход сброса должен удерживаться в низком состоянии в течение времени, превышающего

$$T = \frac{2^n - 1}{F} = \frac{2048}{360} \approx 5 \text{ с.}$$

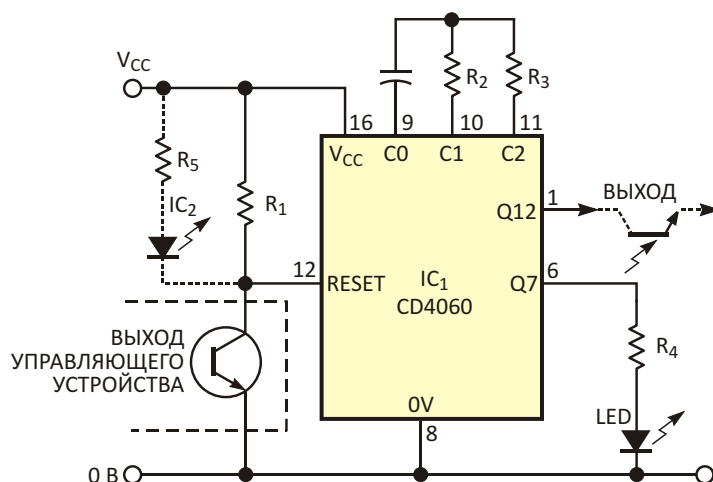


Рисунок 1. Эта простая схема выдержки времени гарантирует, что паразитные импульсы с выхода контроллера не нарушат работы системы во время процедуры запуска.

(Здесь $n = 12$ – номер выхода счетчика). Любые поступающие из контроллера паразитные импульсы длительностью менее 5 с не окажут влияния на выход схемы. Выход Q13 включается примерно через 11 с, Q14 – через 23 с, и так далее. Светодиод LED, подключенный к выходу Q7 через резистор R_4 , мигает в течение времени выдержки. При напряжении питания $V_{CC} = 12$ В и токе светодиода 10 мА

$$R_4 = \frac{V_{CC}}{10} \approx 1 \text{ кОм.}$$

Из соображений безопасности вы можете добавить оптоизолятор IC₂. В случае неисправности на выходе счетчика Q12 (замыкания на V_{CC}) выход включается только тогда, когда включен выход контроллера. R_1 выберите в соответствии с нагрузочной способностью выхода контроллера и уровнем шумов; в данной схеме $R_1 = 10$ кОм. Не забывайте, что максимальное напряжение питания V_{CC} равно 15 В для CD4060 и 6 В для 74HC4060. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments CD4060B](#)
2. [Datasheet NXP 74HC4060](#)

Термовыключатель управляет отключением схемы

Mark Cherry

EDN

Датчик температуры можно использовать для прерывания микроконтроллера, если измеренная температура выйдет за установленные границы. Если вам нужно контролировать более одной точки нагрева, потребуется несколько датчиков температуры. Когда один из датчиков обнаруживает состояние перегрева, микроконтроллер переходит к принятию соответствующих защитных мер. Но часто бывает проще и дешевле просто отключить аварийную цепь от источника питания, не привлекая микроконтроллер.

Показанная на Рисунке 1 простая схема тепловой защиты содержит два термовыключателя IC_1 и IC_2 , активному состоянию выходов которых соответствуют высокие уровни напряжения. Резисторами R_1 и R_2 устанавливаются температурные пороги этих ключей, а их выходы подключены к входам логического элемента «ИЛИ» (IC_3). При большем количестве термовыключателей, соответственно, потребуется логический элемент с большим количеством входов. Когда вследствие перегрева на любом из входов появится «лог. 1»,

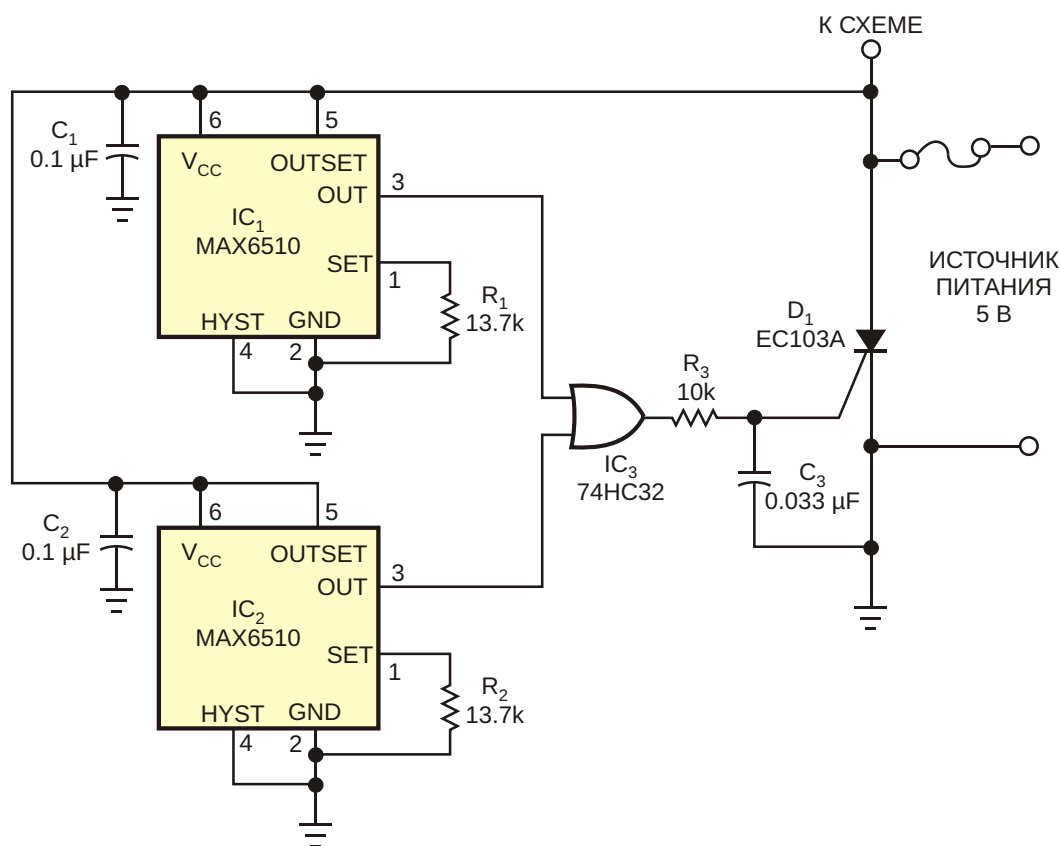


Рисунок 1. Схема тепловой защиты содержит шунтирующий тиристор D_1 , управляемый термовыключателями IC_1 и IC_2 .

на выходе вентилля «ИЛИ» установится высокий уровень напряжения, включающий тиристор, который закоротит источник питания и сожжет предохранитель.

Для исключения ложных срабатываний тиристора вы должны принять определенные меры предосторожности. Причиной нежелательных переключений могут быть ложные сигналы высокого уровня на выходе IC₃, вызванные помехами на шине питания. Включенный тиристор уже не вернется в исходное состояние, и предохранитель сгорит. Поэто-

му в схему добавлен образованный элементами R₃ и C₃ небольшой RC-фильтр, предназначенный для подавления любых импульсных помех, возникающих на управляющем электроде тиристора и способных привести к его включению. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX6510](#)
2. [Datasheet NXP 74HC32](#)
3. [Datasheet Littelfuse EC103A](#)

Датчик тока верхнего плеча измеряет ток отрицательной шины

Ken Yang

EDN

Почти все специализированные токоизмерительные усилители рассчитаны на измерения токов положительной шины, однако вы можете адаптировать такие схемы для контроля отрицательного источника питания (Рисунок 1). Вывод положительного питания $V+$ соединяется с плюсовой шиной системного питания, а вывод «земли» (GND) подключается к источнику отрицательного напряжения V_{EE} . Такая схема позволяет измерять ток отрицательной шины, представляя результаты в виде положительного напряжения, удобного для внешнего интерфейса, в типичном случае – для аналого-цифрового преобразо-

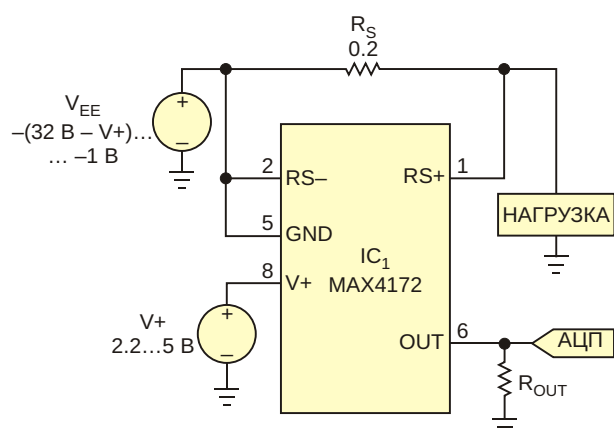


Рисунок 1. Такое подключение токоизмерительного усилителя позволяет измерять ток отрицательной шины питания, представляя результат в виде положительного напряжения для АЦП.

вателя (АЦП). Вывод $RS+$ токоизмерительного усилителя IC_1 соединяется с нагрузкой, а вывод $RS-$ подключается к отрицательному источнику питания. Выходным сигналом микросхемы IC_1 , выведенным на контакт OUT , является выход токового зеркала, ток которого пропорционален току нагрузки, текущему в шину земли (не в вывод GND усилителя). Выходной резистор R_{OUT} преобразует ток в напряжение, которое затем может быть оцифровано с помощью АЦП.

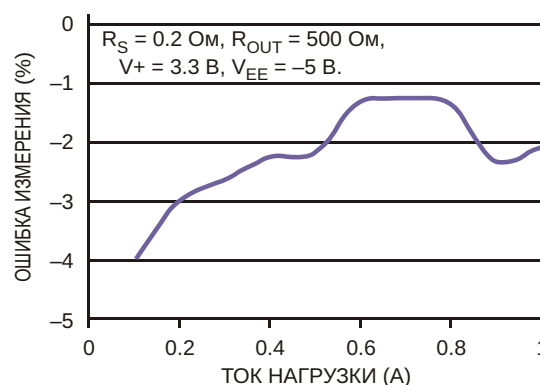


Рисунок 2. Ошибка измерения в схеме на Рисунке 1 зависит от тока нагрузки.

Максимальное выходное напряжение ограничивается насыщением внутренних транзисторов, наступающим при напряжении порядка $[(V+) - 1.2 \text{ V}]$. Следовательно, $V+$ должно превышать выходное напряжение полной шкалы,

по крайней мере, на 1.2 В. Если, например, максимальный выходной сигнал равен 1 В, то необходимо, чтобы $V_+ \geq 2.2$ В. Чтобы не выходить за допустимые границы рабочих напряжений устройства, должны соблюдаться следующие соотношения:

$$0 \leq V_{EE} \leq (32 - V_+),$$

и

$$[(V_+) - V_{EE}] \leq 3 \text{ В.}$$

На Рисунке 2 показана зависимость ошибки измерения от тока нагрузки. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX4172](#)

Недорогой повышающе-понижающий регулятор для устройств с батарейным питанием

Kahou Wong, On Semiconductor

EDN

Выходное напряжение повышающе-понижающих преобразователей может быть как больше, так и меньше входного. Подобные преобразователи наилучшим образом подходят для приложений с батарейным питанием. Рассмотрим пример системы, для питания которой требуется напряжение 14.1 В при токе 1 А, а источником энергии служат 12-вольтовые солнечные панели, напряжение которых может варьироваться от 9 до 18 В. В батарейных приложениях такого рода важным фактором является КПД преобразователя, поэтому была выбрана схема с синхронным выпрямлением на основе недорогого

контроллера MC33166/7. Найти на рынке контроллер повышающе-понижающего преобразователя непросто. Еще сложнее найти недорогой контроллер со встроенным силовым ключом. Один из вариантов построения повышающе-понижающего преобразователя, в котором используется контроллер понижающего преобразователя с внутренним ключом, такой как MC33166/7, изображен на Рисунке 1. Напряжение отрицательной полярности, подключается к выводу GROUND («земля») микросхемы, а пара резисторов делит напряжение 14.1 В до 5 В которые подаются на вход обратной связи

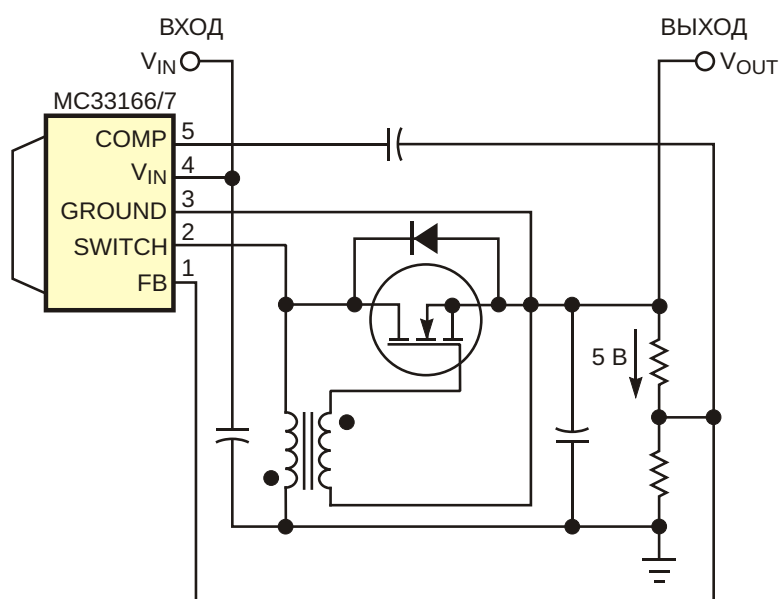


Рисунок 1. Для увеличения КПД в этом недорогом повышающе-понижающем преобразователе используется синхронное выпрямление.

FB. Таким образом, микросхема эффективно преобразует входное напряжение

$$V_{IN} + V_{OUT} = 18 + 14.1 = 32.1 \text{ В}$$

в выходное напряжение 14.1 В.

Микросхема MC33166/7 содержит внутренний ключ, рассчитанный на максимальное напряжение 40 В, и может работать с коэффициентом заполнения до 95%, что делает ее вполне подходящим кандидатом для предлагаемой схемы. Для того чтобы реализовать синхронное выпрямление, улучшающее КПД схемы, в конструкцию добавлены вторичная обмотка трансформатора и MOSFET. Дополнительная обмотка создает

напряжение смещения для включения MOSFET, когда полярность напряжения в коммутационном узле становится отрицательной. Подчеркнем, что синхронный выпрямитель особенно важен для высокого КПД этой схемы, поскольку соотношение входного и выходного напряжений в ней близко к 1:1. Поэтому коэффициент заполнения равен примерно 50%, что означает, что MOSFET открыт в течение половины периода частоты переключения. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet ON Semiconductor MC33166](#)

Простая «прозвонка»

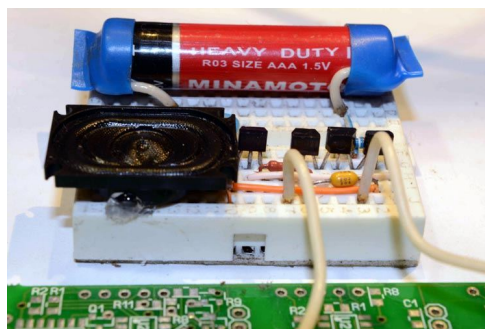


Бабанин В., Красноярский край

Давным-давно, когда жгуты были длинными, когда дорожку печатной платы рассекала трещина при падении аппарата со стола... Вот тогда были очень востребованы всяческие «прозвонки».

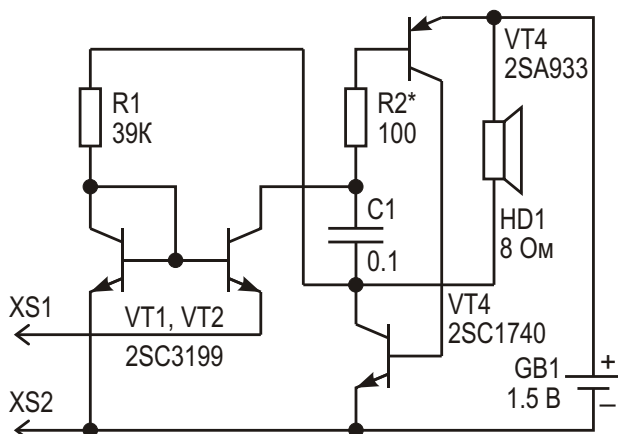
Устройство предназначено для оценки проводимости электрических цепей, дорожек печатных плат «на слух». Чем выше проводимость цепи, тем выше тон звукового сигнала. В приведенной схеме ток через проверяемую цепь не может быть более 30 мкА, так что она безопасна для любых элементов. Ток потребления при разомкнутых щупах – те же 30 мкА, и выключатель не нужен, так как ток саморазряда батареи находится в том же диапазоне. Громкость, в небольших пределах, регулируется номиналом резистора R2 (от 0 до 1 кОм). Следует помнить, что при увеличении громкости увеличивается и ток потребления при замкнутых щупах.

В случае использования батареи с небольшой емкостью (и малыми габаритами) от резистора можно отказаться. Транзисторы любые кремниевые. Применение SMD элементов, динамика сотового телефона и миниатюрного элемента питания позволяет выполнить прибор в «карандашном» вариан-



те. На контактной макетной плате конструкцию можно собрать за несколько минут. Зависимость частоты сигнала от сопротивления цепи показана в таблице (для R2 = 0).

R _x	F (Гц)	I _п (мА)
0	320	10.0
100 Ом	300	8.6
1 кОм	180	6.3
10 кОм	56	2.0
99 кОм	12	0.5
	0	0.03



Возможно, в некоторых случаях будет удобнее пользоваться световой индикацией. Замените динамик параллельно соединенными красными или зелеными светодиодами и резистором порядка 1 кОм. Питание придется поднять до 3 В, но приятным будет то, что ток, потребляемый от батарей, упадет. Здесь чем выше сопротивление в проверяемых цепях, тем тусклее светит светодиод. При низкой проводимости цепи непрерывное свечение переходит в мигание. **РЛ**



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)



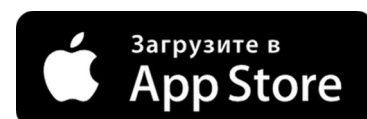
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<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.