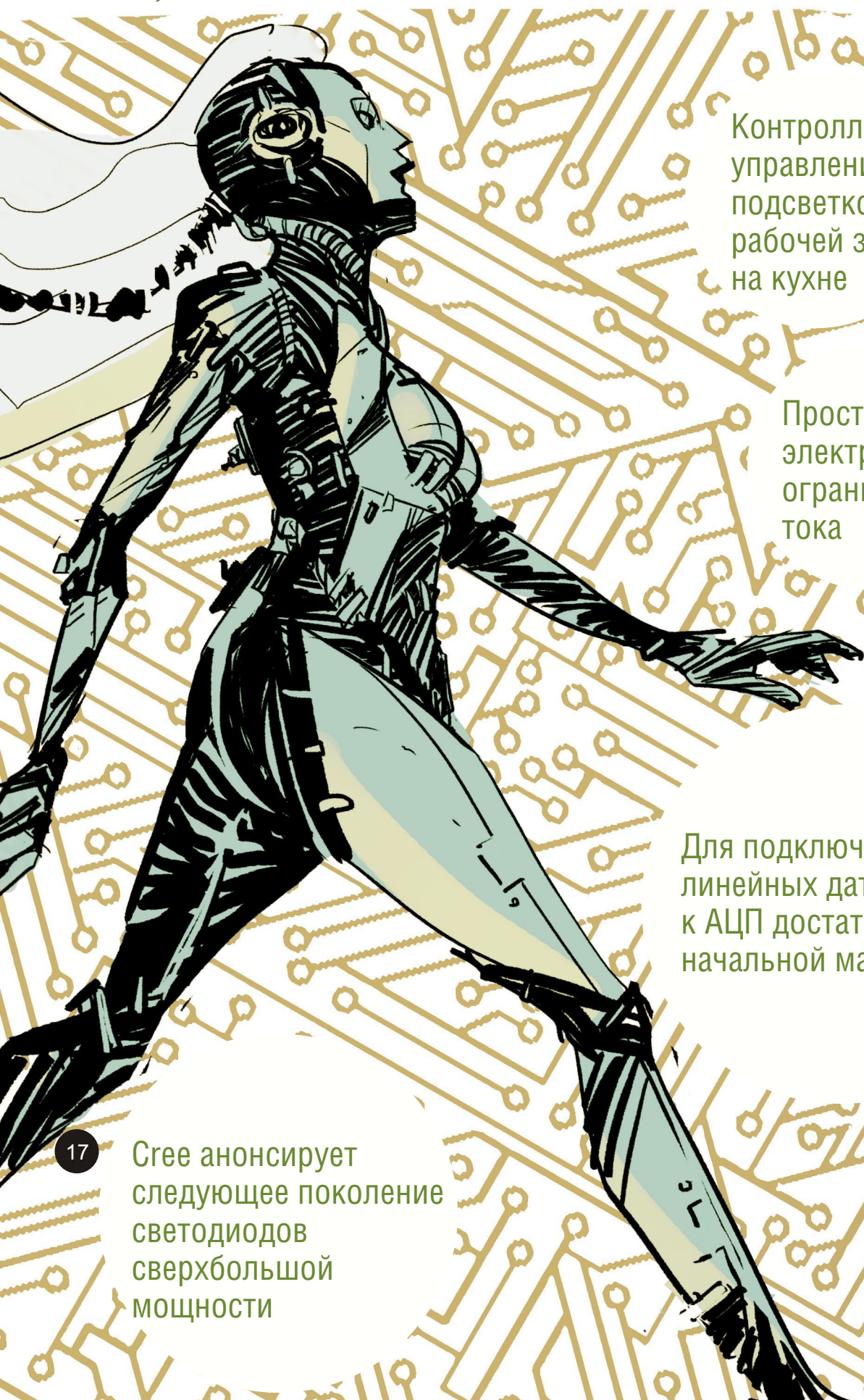




РАДИОЛОЦМАН

ФЕВРАЛЬ 2017 (69)



Контроллер
управления
подсветкой
рабочей зоны
на кухне

52

Простые
электронные
ограничители
тока

28

Для подключения
линейных датчиков
к АЦП достаточно
начальной математики

68

17

Cree анонсирует
следующее поколение
светодиодов
сверхбольшой
мощности



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

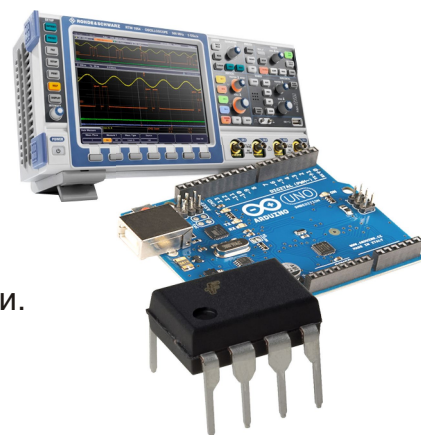


google.com/+RlocmanRuPlus

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
Н. Радунцева
М. Русских
А. Русу

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (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 Новый 60-вольтовый монитор компании Linear Technology измеряет параметры состояния заряда аккумулятора с точностью 1%
- 5 SST и Sparkfun разработали датчик уровня жидкости для Arduino
- 6 Murata начала выпуск самых низкопрофильных в мире ионисторов
- 7 Torex расширяет линейку ограничителей напряжения приборами серии XBP14E5UFN
- 7 ams приступила к производству нового преобразователя время-цифра с лучшим в отрасли сочетанием скорости, точности и потребляемой мощности
- 8 Elmos представила микросхему интерфейса PSI5 для 24 датчиков
- 9 Linear Technology анонсирует 560-вольтовый микромощный обратногоходовой регулятор напряжения с интегрированным силовым ключом
- 10 NXP продемонстрировала 100-ваттное устройство беспроводной зарядки толщиной 2 мм
- 11 Toshiba начинает продажи жестких дисков емкостью 8 ТБ для сетевых накопителей данных
- 12 Digilent представила на Kickstarter универсальный радиолюбительский измерительный инструмент с открытой документацией
- 13 Diodes анонсирует силовой ключ, оптимизированный для приложений с разъемом USB Type-C
- 14 АКМ выпускает трехосевые магнитные датчики для устройств Интернета вещей
- 15 Мощные 600-вольтовые MOSFET серии E четвертого поколения снизят потери проводимости и переключения
- 16 Melexis сообщила о новаторском использовании МЭМС в датчиках среднего давления
- 17 Cree анонсирует следующее поколение светодиодов сверхбольшой мощности
- 18 АКМ выпустила самый миниатюрный в своем классе инфракрасный датчик, способный обнаруживать присутствие человека через стекло
- 19 STMicroelectronics начала продажи миниатюрных LDO регуляторов для прецизионных измерительных схем
- 20 Intersil анонсировала самый миниатюрный в отрасли изолированный приемопередатчик RS-485
- 22 NIC Components ставит рекорд удельной емкости алюминиевых электролитических конденсаторов
- 23 На автомагистралях Германии начинаются испытания грузового автотранспорта с питанием от воздушных линий электропередачи
- 23 Allegro MicroSystems выпускает новую программируемую микросхему линейного датчика Холла
- 24 Diodes представляет силовой коммутатор питания с высоковольтным транзистором для сетевых зарядных устройств
- 25 Texas Instruments выпускает самые миниатюрные в отрасли 12-вольтовые 10-амперные модули понижающих преобразователей
- 26 Nano Dimension получает грант для разработки технологии струйной 3D печати керамических материалов

Статьи

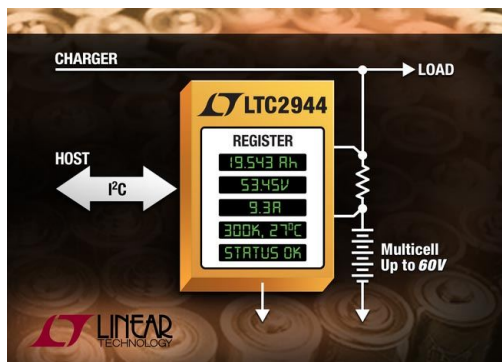
- 28 Простые электронные ограничители тока
- 34 Реализация конечных автоматов во встраиваемых системах
- 38 Использование ESD-диодов для ограничения уровней напряжения
- 44 Эволюция домашнего аудио компании Sony. Часть 2
- 50 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 6 февраля 1900 года впервые в России переданный на судно радиосигнал помог спасти людей

Схемы

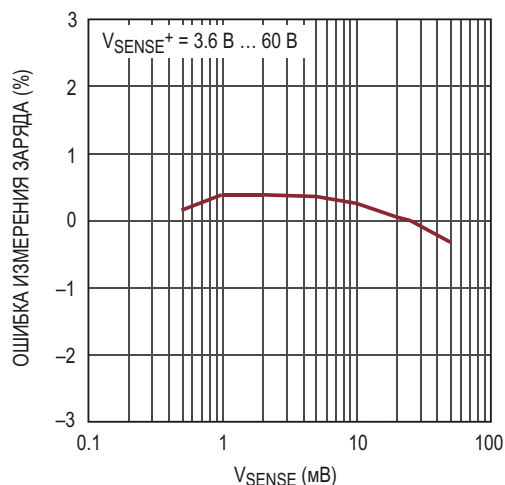
- 52 Контроллер управления подсветкой рабочей зоны на кухне. Часть 1. Вариант на Arduino
- 59 Двухнаправленный DC/DC преобразователь управляет ионистором
- 62 Простая схема отключения нагрузки
- 64 Один вывод микроконтроллера измеряет уровень освещенности и управляет яркостью светодиода
- 66 Индукционный приемник
- 68 Для подключения линейных датчиков к АЦП достаточно начальной математики
- 70 Схема сбора энергии на основе пьезоизлучателя
- 72 Ключ на MOSFET эффективно выполняет AC/DC преобразование
- 74 Драйвер светодиодов с датчиком тока в верхнем плече
- 76 Компенсация дрейфа измерительного усилителя с помощью внешнего резистора

Новый 60-вольтовый монитор компании Linear Technology измеряет параметры состояния заряда аккумулятора с точностью 1%

Linear Technology представила монитор многоэлементных аккумуляторов LTC2944, способный напрямую измерять параметры аккумуляторных сборок с суммарным напряжением от 3.6 В до 60 В. Для подключения к многоэлементным батареям вывода питания/измерения не требуются никакие схемы смещения уровня, благодаря чему сводится к минимуму общий ток потребления и сохраняется точность измерений. LTC2944 – это полностью законченный высоковольтный монитор аккумулятора, с точностью 1% измеряющий заряд, напряжение ток и температуру – основные параметры, необходимые для точной оценки состояния заряда батареи.

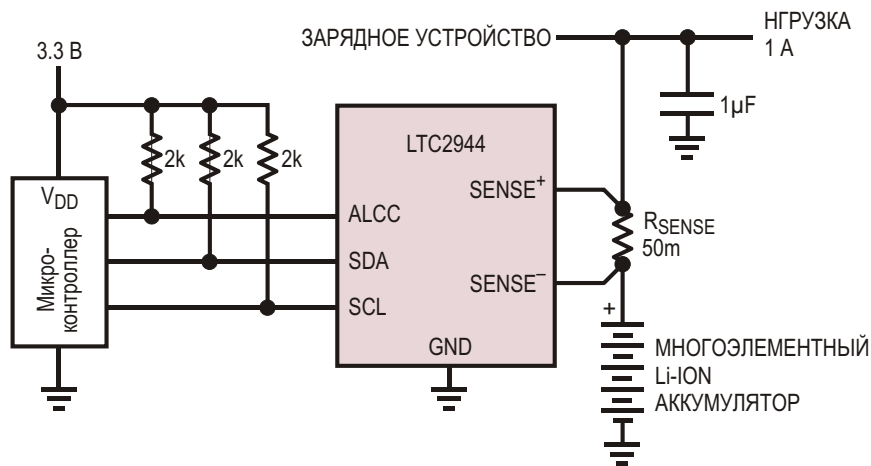


LTC2944 идеально подходит для многоэлементных приложений, включая электрические транспортные средства, электровелосипеды/мотоциклы/скутеры, инвалидные коляски, гольфкары и системы резервного питания. Ток батареи измеряется по напря-



Зависимость ошибки измерения заряда от дифференциального напряжения на резисторе R_{SENSE} .

жению, падающему на внешнем резисторе, включенном в верхнее плечо, и интегрируется, чтобы получить информацию о накопленном заряде. Двухнаправленный аналоговый интегратор воспринимает полярность протекающего тока (заряд аккумулятора или разряд), а программируемый предделитель эффективно увеличивает время интегрирования, поддерживая широкий диапазон мощностей батарей. Информация о заряде, напряжении, токе и температуре передается хост-системе по совместимому с I^2C /SMBus двухпроводному интерфейсу, используемому также для конфигурирования монитора. Управляющее устройство может программи-



Типовая схема включения.

ровать верхние и нижние пороги для всех измеряемых параметров, при пересечении которых формируется предупреждающий сигнал, который либо посылается по SMBus, либо устанавливает соответствующий бит в регистре флагов.

LTC2944 выпускается в коммерческом и промышленном исполнениях для работы в диапазонах температур от 0 °C до 70 °C и от -40 °C до 85 °C, соответственно. В настоящее время LTC2944 доступны в 8-выводных корпусах DFN размером 3 × 3 мм, удовлетворяющих предписаниям директивы RoHS. В партии из 1000 приборов цена одной микросхемы начинается от \$2.85.

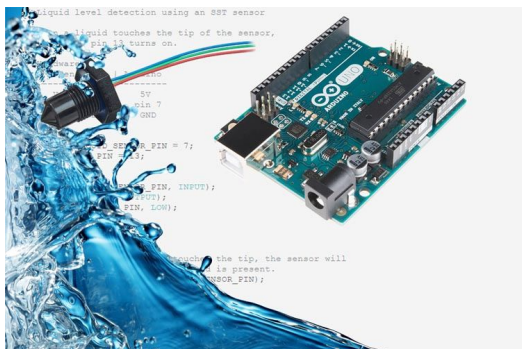
Сводка основных характеристик LTC2944

- Измеряет накопленный и оставшийся заряд аккумуляторной батареи;

- Широкий диапазон рабочих напряжений от 3.6 В до 60 В рассчитан на многоэлементные приложения;
- 14-битный АЦП измеряет напряжение, ток и температуру;
- Точность измерения заряда, напряжения и тока – 1%;
- Диапазон напряжений на токоизмерительном резисторе ±50 мВ;
- Измерение в верхнем плече;
- * Интерфейс I²C/SMBus;
- Вывод конфигурирования выхода Тревога/Окончание зарядки;
- Собственный ток потребления менее 150 мкА;
- Миниатюрный корпус DFN площадью 3 мм × 3 мм.

SST и Sparkfun разработали датчик уровня жидкости для Arduino

Динамичный и постоянно расширяющийся рынок изделий для радиолюбителей побудил компании SST Sensing и Sparkfun к объединению своих усилий. Вдвоем они разработали простое в реализации решение Optomax Digital для одноточечного измерения уровня жидкости с использованием инфракрасной технологии. Эти исключительно надежные и точные сигнализаторы уровня жидкости с ТТЛ выходами подключаются к плате Arduino и питаются от ее источника 5 В. Светодиоды на плате Arduino легко запрограммировать для индикации состояния датчика: погружен ли он в жидкость или находится над ней. С помощью этого оборудования радиолюбители получают большие возможности для экспериментов, в то время как профессиональные инженеры могут оценить работу прототипа до начала полномасштабной разработки.



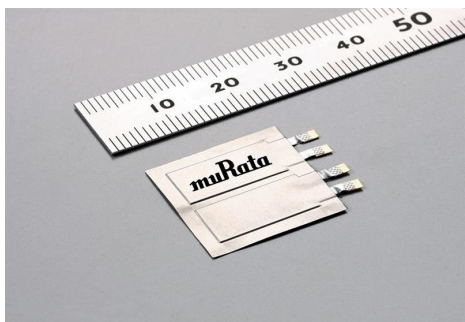
Устройства Optomax имеют компактные размеры, что позволяет использовать их внутри оборудования ограниченного объема. Датчики могут работать на сравнительно длинные кабели, поэтому их можно размещать в непосредственной близости от жидкости без риска повреждения электроники Arduino. Более того, поскольку решение основано на оптическом, а не на механическом принципе, оно позволяет избежать проблем, связанных с осаждением твердых веществ, заеданием или износом. Таким образом, гарантируется долгий срок службы устройства.



В зависимости от требований конкретного приложения, SST может поставлять реле уровня жидкости в надежных корпусах из полисульфона или трогамиды. Диапазон рабочих температур датчиков составляет -25 °C ... +80 °C.

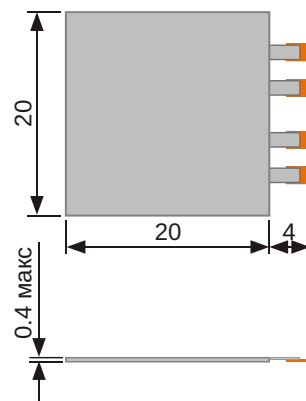
Murata начала выпуск самых низкопрофильных в мире ионисторов

Murata представила самый низкопрофильный в мире ионистор толщиной 0.4 мм. Прибор серии DMH предназначен для увеличения пиковой мощности в носимых приложениях и множестве других устройств. Массовое производство ионисторов уже началась.



Ионистор – это накопитель энергии, в 100 раз превосходящий керамические и электролитические конденсаторы по удельной емкости, срок службы которого намного больше, чем у обычных аккумуляторов. Ионисторы, выпускаемые Murata, имеют небольшие размеры и самое низкое в отрасли эквивалентное последовательное сопротивление (ESR). Использование в миниатюрных электронных устройствах конденсаторов для сглаживания скачков напряжения при пиковых нагрузках позволяет не только повысить стабильность выходного напряжения и мощности, но и в целом улучшить функциональные характеристики устройства.

Запущенные в серийное производство ионисторы серии DMH идеально подходят для использования в ограниченном пространстве различной носимой и мобильной электроники, смарт-карт, устройств на основе электронной бумаги и аналогичных приложений.



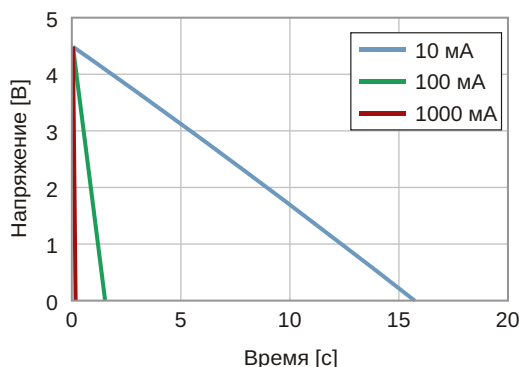
Размеры DMH14R5V353M4ATA0.

Особенности

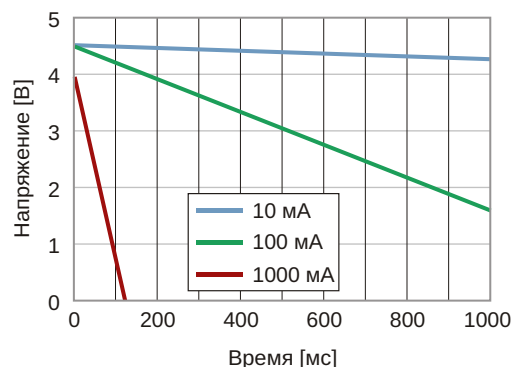
- Низкопрофильная конструкция (0.4 мм) может быть размещена в самых тонких устройствах;
- 4.5 В – идеальное напряжение для поддержки литий-ионных аккумуляторов;
- Низкое значение ESR позволяет увеличить ток до 1 А всего за несколько десятков миллисекунд.

Электрические характеристики

- Обозначение: DMH14R5V353M4ATA0;
- Номинальная емкость: 35 мФ;
- Номинальное напряжение: 4.5 В;
- ESR на частоте 1 кГц: 300 мОм;
- Диапазон рабочих температур: –40 °C ... 85 °C.

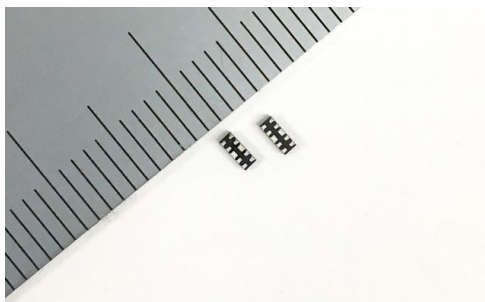


Характеристики разряда.



Torex расширяет линейку ограничителей напряжения приборами серии XBP14E5UFN

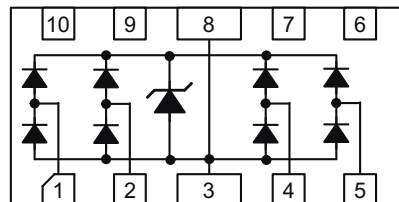
Компания Torex Semiconductor приступила к серийному производству новой серии ограничителей напряжения (TVS-диодов) XBP14E5UFN.



Ограничители серии XBP14E5UFN устанавливаются в непосредственной близости к внешним разъемам для защиты внутренних микросхем от электростатических разрядов.

Поддерживая высокоскоростные сигналы благодаря низкой емкости выводов, XBP14E5UFN идеально подходит для защиты USB 3.0, HDMI и других интерфейсов. Эти экологически чистые продукты соответствуют требованиям директивы RoHS и не содержат свинца.

Torex, не снижая темпов, продолжит разработку продуктов, отвечающих насущным потребностям рынка и способствующих развитию процветающего общества.



Характеристики

- Емкость выводов 0.8 пФ (линия – земля);
- Защита от электростатических разрядов до 8 кВ (контактный разряд согласно стандарту IEC61000-4-2);
- Безвредны для окружающей среды: не содержат свинца, отвечают требованиям европейской директивы RoHS;
- Корпус DFN2510-10A.

Применение

- USB 3.0;
- DVI;
- Телевизионные абонентские приставки.

ams приступила к производству нового преобразователя время-цифра с лучшим в отрасли сочетанием скорости, точности и потребляемой мощности

TDC-GPX2, измеряющий временные интервалы с разрешением до 10 пс, предназначен для сверхточных измерений времени прохождения в приложениях лазерной локации и медицинского сканирования

Компания ams подтвердила свое лидерство на рынке преобразователей время-код



(ПВК), запустив в серийное производство новую версию прибора, в котором улучшенные характеристики быстродействия и точности сочетаются с низким энергопотреблением. Также как и предыдущие микросхемы семейства, преобразователь TDC-GPX2 имеет стандартный интерфейс передачи низковольтных дифференциальных сигналов (LVDS) и последовательный периферийный интерфейс (SPI), но выпускается в новом более компактном корпусе QFN64 размером 9 × 9 мм.

ПВК компании **ams**, способные с высочайшей точностью измерять короткие интервалы времени, широко используются в лидарах и лазерных дальномерах, позитронно-эмиссионных томографах и автоматизированной контрольно-испытательной аппаратуре. Вывод на рынок новых преобразователей TDC-GPX2 позволит повысить характеристики этих приложений за счет увеличенного до 10 пс разрешения и повышенной до 70 Мвыб/с частоты дискретизации.

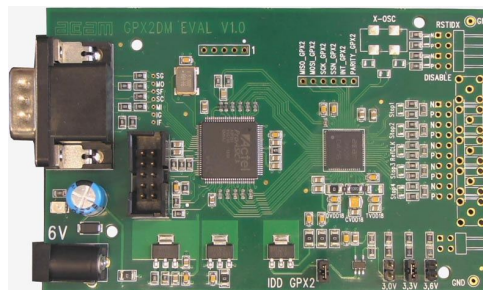
При однократном измерении микросхема четырехканального интегрального преобразователя TDC-GPX2 в обычном режиме обеспечивает разрешение до 20 пс с.к.з. на канал. В двухканальном режиме высокого разрешения достигается максимальное разрешение 10 пс с.к.з. при интервалах между импульсами 5 нс.

Превосходные характеристики TDC-GPX2 были достигнуты без ущерба для энергопотребления. Мощность, потребляемая новой микросхемой в рабочем режиме, находится в диапазоне от 60 мВт до 450 мВт, а ток в режиме ожидания составляет лишь 60 мкА.

Сочетание повышенной точности измерений с увеличенной частотой дискретизации улучшит характеристики обнаружения лидарных систем автомобилей, дронов и роботов. Это станет возможным благодаря повышенной точности измерения расстояний и расширению угла обзора. В приложениях виртуальной и дополненной реальности новая, более высокая скорость выборки и большая точность позволят в реальном времени поддерживать 3D визуализацию с беспрецедентной детализацией. А в медицинских приложениях это даст возможность повысить контрастность изображений, получаемых с РЕТ-сканеров, и одновременно сократить время воздействия на пациента.

Акцентируя особое внимание на простоте использования TDC-GPX2 в конечном продукте, **ams** снабдила прибор стандартными интерфейсами и минимизировала количество необходимых внешних компонентов. В

микросхему также включен генератор опорной частоты с драйвером кварцевого резонатора и схемой автоматической калибровки, не требующей использования внешнего контура автоподстройки частоты по фазе или задержке.



Плата оценочной системы GPX2-EVA-KIT.

Кроме того, **ams** поставляет отладочный набор GPX2-EVA-KIT, содержащий программатор PicoProg и графический интерфейс пользователя для персонального компьютера, который позволяет разработчикам за считанные минуты сконфигурировать микросхему, подключить сигналы Старт и Стоп и начать измерения дискретных интервалов времени.

«**ams** уже лидировала на рынке высококачественных ПВК, используемых в прецизионных измерителях и сканерах. А теперь, выпустив TDC-GPX2 с увеличенной точностью и повышенной частотой дискретизации, мы ответили на запросы наших клиентов, которые получают возможность разрабатывать новые поколения конечных продуктов с более высокой разрешающей способностью и точностью», — сказал Георг Еделхаузер (Georg Jedelhauser), директор по маркетингу компании **ams**.

Преобразователь TDC-GPX2 уже выпускается в промышленных объемах. Цена устройства предоставляется **ams** по запросу. На сайте компании можно заказать образцы микросхем и дополнительную техническую информацию.

Elmos представила микросхему интерфейса PSI5 для 24 датчиков

Компания **Elmos** представила новую микросхему интерфейса PSI5. Устройство E521.41 позволяет обмениваться с микроконтроллером информацией, поступающей из

четырех каналов, к каждому из которых подключено до шести датчиков. Для обмена с контроллером используются скорости передачи данных 125 Кбит/с или 189 Кбит/с. Прие-

мопередатчик соответствует требованиям версий 1.3 и 2.1 стандарта PSI5.



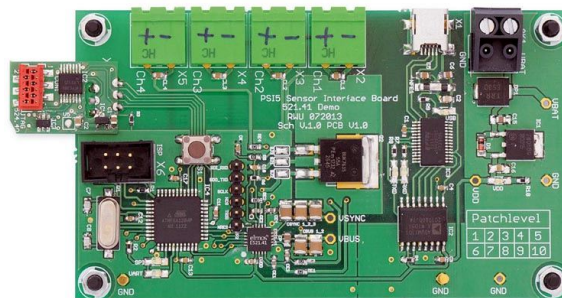
PSI5 (Peripheral Sensor Interface) – это открытый стандарт для двунаправленной передачи данных цифровых датчиков в автомобилях. Это решение имеет преимущества перед аналоговыми версиями, в частности, в отношении прочности, надежности и стоимости.

Каждый канал обеспечивает подключенные датчики регулируемым напряжением постоянного тока, устанавливаемым через простой и недорогой в реализации двухпроводный интерфейс. Двунаправленный обмен между контроллером и датчиком осуществляется по двухпроводной схеме посредством модуляции тока и напряжения. Обмен поддерживается методами импульсной манипуляции и широтно-импульсной модуляции.

Возможна как синхронная, так и асинхронная работа каналов. Для связи с управляющим микроконтроллером используются интерфейсы SPI и UART. В зависимости от требований конкретного приложения, напряжения в каналах PSI5 можно изменять в диапазоне от 4.6 В до 11 В.

E521.41 предназначена, прежде всего, для приложений управления подушками безопасности, силовыми агрегатами и ходовой частью.

В части требований к безопасности целевых приложений E521.41 отвечает самым высоким мировым нормативам. Каждый этап разработки микросхемы выполнялся в соответствии с жесткими предписаниями стандарта функциональной безопасности ISO26262.



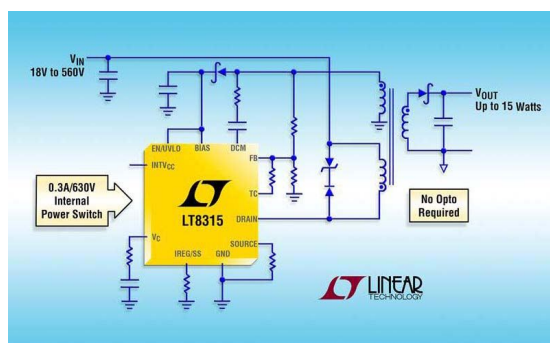
Демонстрационная плата 4-канального многорежимного приемопередатчика PSI5 на основе микросхемы E521.41.

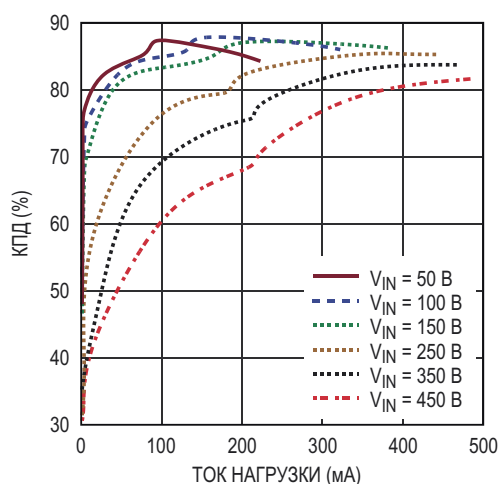
Linear Technology анонсирует 560-вольтовый микромощный обратноходовой регулятор напряжения с интегрированным силовым ключом

Linear Technology анонсировала выпуск монолитного высоковольтного обратноходового стабилизатора, упрощающего конструкцию изолированных DC/DC преобразователей. Поскольку информацию об уровне выходного напряжения микросхема LT8315

получает с третьей обмотки силового трансформатора, для замыкания петли обратной связи ей не требуются оптоизолятор или программируемый источник опорного напряжения LT1431. LT8315 работает в диапазоне входных напряжений от 18 В до 560 В, содержит интегрированный силовой ключ 0.30 А/630 В и может отдавать мощность до 15 Вт. Устройство идеально подходит для электрических транспортных средств и аккумуляторных сборок, а также для автономных, автомобильных, промышленных и медицинских приложений.

В технической документации на микросхему приведен список из нескольких стандартных трансформаторов, которые могут использоваться во множестве схем, основанных на LT8315. Микросхема работает в квази-





Зависимость КПД от тока нагрузки.

резонансном режиме граничной проводимости, в котором переменная частота переключающей схемы, управляемой по току трансформатора, обеспечивает нестабильность по нагрузке и входному напряжению лучше 1%. Граничный режим дает возможность использовать трансформатор меньшего размера по сравнению с эквивалентными конструкциями с режимом непрерывной проводимости. Высокий уровень интеграции и использование режима генерации пачек (Burst Mode) с низким уровнем пульсаций сокращают количество необходимых компонентов и повышают КПД приложений с изолированными источниками питания.

Устройство защищено от коротких замыканий выхода, в отсутствие нагрузки потребляет ток 70 мкА, имеет точные пороги включения и блокировки при пониженном напряже-

нии, а также содержит цепь температурной компенсации прямого падения напряжения на выходном диоде.

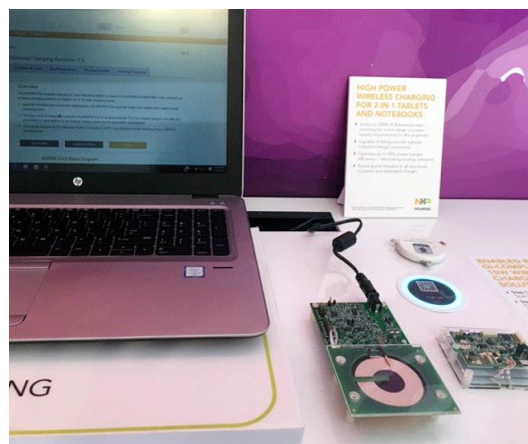
LT8315 выпускаются в корпусе TSSOP-20, четыре вывода в котором удалены для увеличения высоковольтного изолирующего промежутка. Доступны варианты, предназначенные для работы в промышленном и расширенном диапазоне температур перехода от -40°C до 125°C , а также версия для схем автоэлектроники с диапазоном температур от -40°C до 150°C . Цены для лотов из 1000 микросхем начинаются от \$4.15 за штуку.

Сводка основных характеристик LT8315

- Диапазон входных напряжений от 18 В до 560 В;
- Выходная мощность до 15 Вт;
- Интегрированный силовой ключ 0.30 А/630 В;
- Стандартные силовые трансформаторы;
- Для цепи обратной связи по напряжению не требуются оптоизоляторы или микросхема LT1431;
- Собственный ток потребления 70 мкА;
- Работа в квазирезонансном режиме граничной проводимости;
- Точные пороги включения и блокировки при пониженном напряжении с гистерезисом 65 мВ;
- Температурная компенсация прямого падения напряжения выходного диода;
- Корпус TSSOP с высоковольтным промежутком.

NXP продемонстрировала 100-ваттное устройство беспроводной зарядки толщиной 2 мм

В последний день выставки Consumer Electronics Show 2017 компания NXP продемонстрировала первое беспроводное решение для зарядки ноутбуков и планшетов 2-в-1, способное передавать мощность до 100 Вт, что полностью покрывает диапазон мощностей, необходимых для этого сегмента приборов. При толщине менее 2 мм и небольшом количестве компонентов устройство можно разместить в промышленной конструкции с самыми жесткими ограничениями по объему. Технические проблемы и финансовые затраты, связанные с охлаждением, минимизиру-



ются благодаря высокому КПД передачи энергии, равному 94%. Минимальная высота позволяет монтировать передатчик под столешницей стола или на ее поверхности, а большая пространственная свобода в плоскости x-y обеспечивают пользователю простоту и удобство работы.

Беспроводная зарядка стала популярным дополнением к смартфонам и другой небольшой портативной электронике. Однако портативным вычислительным устройствам требуется существенно больше мощности, чем можно получить от зарядных устройств смартфонов. Новое решение NXP позволяет перейти к истинно беспроводному общению с ноутбуками и планшетами 2-в-1, даже при их повышенных требованиях к потребляемой мощности. Пользователи, несомненно, оценят удобство и свободу, предоставляемые беспроводной зарядкой. На протяжении многих лет мы могли без проводов подключать мышь, клавиатуру и наушники, или же иметь беспроводной доступ в Интернет, но всегда сохранялась необходимость в кабеле питания. Это решение NXP позволяет производителям портативных компьютеров обрезать, наконец, последний провод.

«Заменяя традиционную модель передачи энергии, требующую силового кабеля и розетки, эта технология предоставляет конечному пользователю существенные дополнительные удобства. Она легко вписывается в дизайн существующих продуктов, сводя к минимуму необходимость в изменениях их конструкции, — сказал Стив Татеосян (Steve Tateosian), директор по маркетингу компании NXP Semiconductor. — С самого начала мы сосредоточили усилия на разработке законченного, но гибкого решения, кото-

рое в кратчайшие сроки могло бы быть внедрено нашими клиентами в области мобильных вычислений».

Консорциум беспроводной электромагнитной энергии (WPEC) имеет хорошо слаженную и всеми признанную рабочую группу, специализирующуюся на создании эффективных и безопасных стандартов беспроводного питания для использования в ноутбуках, планшетах 2-в-1 и других устройствах, которым требуется мощность от 30 до 200 Вт. NXP, как член правления WPEC, стремится поддерживать разработанный рабочей группой отраслевой стандарт.

«Массовое внедрение беспроводного питания требует принятия отраслевого стандарта, поддерживаемого многими компаниями, производителями конечных изделий и поставщиками компонентов, — сказал Менно Трефферс (Menno Treffers), председатель WPEC. — NXP является одной из движущих сил стандартизации в области беспроводной передачи энергии 30-200 Вт, и эта демонстрация показывает, насколько мы близки к тому, чтобы эффективно и безопасно обеспечивать питанием компьютеры без использования разъемов и кабелей».

Предложенное NXP решение для беспроводного зарядного устройства большой мощности состоит из зарядной платформы (передатчика), используемой на столешнице стола или устанавливаемой под ее поверхностью, и приемника, интегрируемого в ноутбуки или планшеты 2-в-1. Решение полностью протестировано и документировано; схемы с полным перечнем компонентов и материалов, а также средства программной поддержки доступны непосредственно у NXP и готовы к быстрому внедрению в рыночный продукт.

Toshiba начинает продажи жестких дисков емкостью 8 ТБ для сетевых накопителей данных

Компания Toshiba приступила к серийному производству новой линейки жестких дисков серии MN, предназначенных для использования в сетевых накопителях. Продажи новых устройств уже начались.

Диски новой серии MN с интерфейсом SATA выпускаются в форм-факторе 3.5" и имеют емкость от 4 ТБ до 8 ТБ. Накопители рассчитаны на многолетнюю круглосуточную



работу с объемом годового трафика 180 ТБ. Устройства, в которых реализована технология компенсации крутильных колебаний, пригодны для использования в качестве накопителей информации домашних и малых офисных сетей. Жесткие диски имеют буфер емкостью 128 МиБ (мебибайт = 220 байт), а скорость передачи данных устройства емкостью 8 ТБ составляет 230 МиБ/с.

Новая линейка жестких дисков

- Емкость форматированного диска:
 - MN05ACA800: 8 ТБ
 - MN05ACA600: 6 ТБ
 - MN04ACA400: 4 ТБ
- Размеры (форм-фактор 3.5"):
 - Высота: 26.1 мм,
 - Ширина: 101.85 мм,
 - Длина: 147 мм.

Особенности

- 7200 об/мин;
- Интерфейс SATA 6.0 Гбит/с;
- Интенсивность обмена с хост системой до 180 ТБ в год;
- Работа 24 часа, 7 дней в неделю;
- Среднее время наработки на отказ 1,000,000 ч;
- Технология компенсации крутильных колебаний.

Применение

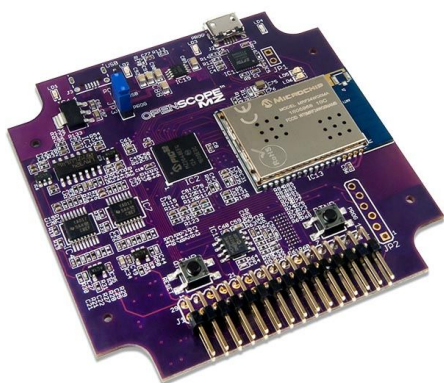
- Накопители информации домашних и малых офисных сетей
- Серверы и устройства хранения данных для малого бизнеса;
- Архивация и резервное копирование данных;
- Частные облачные хранилища данных.

Digilent представила на Kickstarter универсальный радиолюбительский измерительный инструмент с открытой документацией

Julien Happich

EETimes Europe

Американская компания Digilent, стопроцентное дочернее предприятие National Instruments и поставщик компьютерных средств обучения, представила на Kickstarter портативный многофункциональный программируемый измерительный модуль, получивший название OpenScope.



Подключенная к компьютеру (через Wi-Fi или кабелем USB), маленькая плата позволит пользователю получать, анализировать, визуализировать и проверять сигналы схем, датчиков и других электронных устройств.

Однако, в отличие от обычных USB приборов, OpenScope можно запрограммировать для автономной работы – подобно Arduino или Raspberry Pi, но с высокоскоростными точными аналоговыми и цифровыми входами/выходами.

«Вместо того чтобы тратить сотни, или даже тысячи долларов на обычные настольные приборы, мы создали инструмент, достаточно мощный для большинства радиолюбительских проектов и недорогой для большинства покупателей. Превратив популярные открытые платформы в доступные и мощные измерительные приборы, мы расширяем возможности любителей, инженеров и учащихся в создании и отладке их самых инновационных продуктов», – пишет Digilent на своей странице на Kickstarter.

Вместе с OpenScope также предлагается WaveForms Live – написанная на JavaScript и запускаемая в браузере бесплатная программа с открытым исходным кодом, ставшая развитием набора собственных инструментальных программных средств компании WaveForms 2015.

WaveForms Live позволяет сконфигурировать OpenScope осциллографом, функциональным генератором, логическим анализатором, источником питания и даже регистратором данных.

Основанная на процессоре Microchip PIC32 MZ плата разрабатывалась как средство оперативного выявления проблем в проектах, долгосрочного мониторинга оборудования и углубленного изучения электроники через визуализацию того, что происходит внутри ваших схем.

Поскольку OpenScope управляется программой, выполняемой внутри веб-браузера, обслуживать плату может любой ком-

пьютер с доступом к Интернету и браузером. Однако, если добавить к OpenScope исходное приложение на дополнительной карте SD, плата сможет работать как автономное устройство.

WaveForms Live предоставляет пользователям возможности моделирования исследуемых устройств, экспорта данных, обновления прошивок, управления оборудованием с помощью графического интерфейса и визуализации сигналов.

Руководство программиста, а также файлы с прошивками и исходными кодами Digilent намеревается разместить на веб-сервисе GitHub.

Diodes анонсирует силовой ключ, оптимизированный для приложений с разъемом USB Type-C

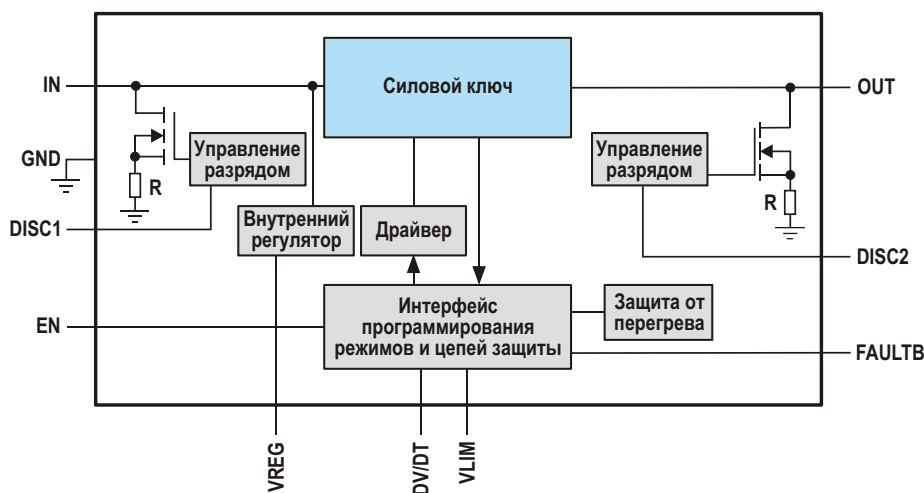
Компания Diodes сообщила о выпуске одноканального силового ключа DPS1035, созданного для работы в системах с напряжением питания до 24 В и оптимизированного для приложений USB Type-C и Power Delivery, быстро приобретающих универсальный статус во многих сегментах рынка.

В микросхему DPS1035 интегрированы два ключа на MOSFET с очень низкими сопротивлениями открытых каналов. Для предотвращения повреждений устройства или системы в целом внутренние MOSFET выключаются при наступлении следующих событий:

- Уровень напряжения на входе опускается ниже 3.7 В (типичное значение);



- Уровень напряжения на выходе становится на 40 мВ выше входного;
- Внутренняя температура перехода превышает 155 °C (типичное значение).



Блок-схема ключа DPS1035.

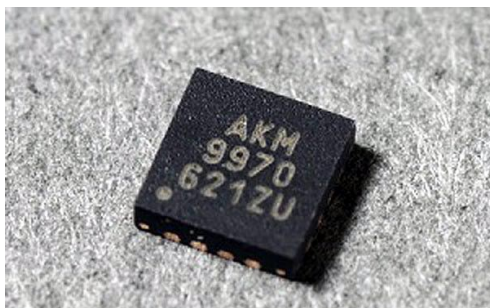
Емкости выходного и входного портов DPS1035 можно разряжать логическими сигналами высокого уровня на соответствующих управляющих входах DISCх. Разряд происходит через внутренний резистор 82 Ом.

DPS1035 выпускается в 18-выводном корпусе QFN, не содержащем свинца, галогенов

и сурьмы и полностью отвечающем требованиям директивы RoHS. Низкий профиль 0.8 мм и размеры 4 × 4 мм позволяют легко разместить микросхему в таких устройствах, как мобильные и настольные компьютеры, игровые консоли, портативные аккумуляторы, компьютерные мониторы и т. д.

AKM выпускает трехосевые магнитные датчики для устройств Интернета вещей

Как ожидается, рынок датчиков, предназначенных для контроля статуса удаленных объектов посредством Интернета вещей, будет постоянно расти.



Компания Asahi Kasei Microdevices (AKM) разработала трехосевой датчик магнитного поля AK09970, способный воспринимать магнитные сигналы, направленные по осям X, Y и Z. AK09970 с высоким разрешением в широком диапазоне измеряет поля в направлении трех осей и запоминает их значения. Это позволяет с успехом использовать новое устройство в системах контроля направления камер слежения и умных замках, а также для обнаружения открывания/закрывания окон и дверей. В настоящее время доступны единичные образцы датчиков; начало их массового производства запланировано на лето 2017 года.

• Высокая чувствительность и большой диапазон измерений

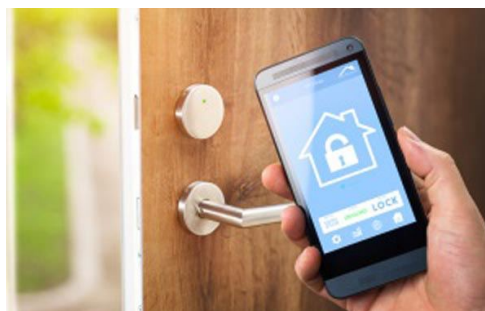
По всем осям AK09970 имеет высокую чувствительность, равную ± 36 мТл.

Устройство оцифровывает уровни магнитных полей в широком диапазоне значений от единиц микротесла до миллитесла, что позволяет в режиме высокой чувствительности 1.1 мкТл/LSB использовать его как для геомагнитных, так и для магнитных измерений.

Дополнительно по оси Z можно установить диапазон измерений, расширенный до 101 мТл.

• Низкая потребляемая мощность для систем с батарейным питанием

AK09970 может работать, потребляя лишь несколько микроампер, и, соответственно, пригоден для использования в очень критичных к расходу энергии продуктах Интернета вещей. Это увеличивает время жизни батарей в устройствах, где для мониторинга статуса объекта требуется постоянная выборка сигналов датчика.



• Выход уровня магнитного поля (цифровой)/ флаг готовности данных (бит DRDY)

AK09970 с заданной периодичностью измеряет магнитные поля по всем трем осям и выводит результаты в цифровой форме, используя интерфейс I²C/SPI. При обновлении измеряемых данных в специальном регистре устанавливается флаг Data Ready (Данные готовы). Интервал измерений выбирается из ряда 0.25, 0.5, 1, 10, 15, 20 и 100 Гц, или же устанавливается режим однократных измерений.

• Функция прерывания по наступлению магнитного события

AK09970 имеет выводы прерываний, активируемые при наступлении магнитного

события. Для каждой оси можно запрограммировать два порога. Когда величина магнитного поля превышает установленный порог, АК09970 формирует во внутреннем регистре или на выходе сигнал прерывания «Magnetic Event» («Магнитное событие»). Какое из магнитных событий будет отображаться на выходе прерываний, можно выбрать программированием соответствующих

разрядов управляющего регистра. (Упомянутый выше сигнал «Данные готовы» также может выводиться на выход прерывания). Для магнитных событий предусмотрены два вывода прерывания: двухтактный выход INT и выход OD-INT с открытым стоком. Это позволяет использовать формат выхода, соответствующий характеристикам продукта заказчика.

Технические характеристики

Параметр	Высокая чувствительность	Широкий диапазон измерений
Магнитная чувствительность	1.1 мкТл/LSB	3.1 мкТл/LSB
Диапазон измерений	X, Y, Z: ± 36 мТл	X, Y: ± 35 мТл, Z: ± 101 мТл
Мощность	Режим малого потребления	Режим малых шумов
Шумы	15.0 мкТл с.к.з.	5.0 мкТл с.к.з.
Средний ток потребления	0.6 мкА при частоте 1 Гц 2.7 мкА при частоте 10 Гц	1.5 мкА при частоте 1 Гц 11.9 мкА при частоте 10 Гц
Разрядность выхода	16 бит	
Выход	Вывод прерывания (КМОП/Открытый сток)	
Интерфейс	SPI/I ² C	
Напряжение питания	От 1.7 В до 3.6 В	
Корпус	QFN 14 выводов (3.0 × 3.0 × 0.75 мм)	

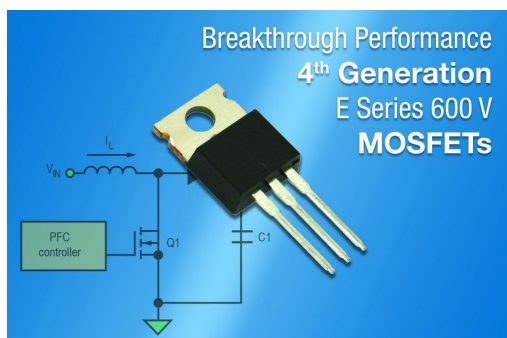
Мощные 600-вольтовые MOSFET серии E четвертого поколения снизят потери проводимости и переключения

MOSFET с суперпереходом с наименьшим в отрасли показателем $R_{DS(ON)}$ Q_G предназначены для телекоммуникационных, промышленных и корпоративных приложений

Компания Vishay представила первый прибор из серии E мощных 600-вольтовых MOSFET четвертого поколения. Разработанный подразделением Vishay Siliconix n-канальный транзистор SiHP065N60E отличается от аналогичных MOSFET предыдущего поколения, в первую очередь, сопротивлением открытого канала, уменьшенным на 30%, и сниженным на 44% зарядом затвора.

Новый прибор обеспечит высокий КПД источников питания телекоммуникационных, промышленных и корпоративных приложений. В результате удалось создать прибор с наименьшим в отрасли производением заряда затвора на сопротивление канала – ключевым показателем качества 600-вольтовых MOSFET, используемых в силовых преобразователях.

«Мы стремимся предоставить нашим клиентам широкую линейку MOSFET, которые могут использоваться во всех каскадах преобразователей энергии, требующихся новейшим электронным системам – от высоковольтных входов до низковольтных выходов, – сказал Дэвид Грей (David Grey), старший директор по развитию рынка компании Vishay. – SiHP065N60E и готовящиеся к выпуску другие 600-вольтовые приборы серии E четвертого поколения позволят повысить КПД и плот-



ность мощности в первых каскадах систем электропитания – корректорах коэффициента мощности и следующих за ними высоковольтных блоках DC/DC преобразователей».

Созданный на основе новейшей энергоэффективной технологии суперперехода транзистор SiHP065N60E при напряжении затвор-исток 10 В имеет максимальное сопротивление открытого канала всего 0.065 Ом, а заряд его затвора уменьшен до сверхнизкого значения 49 нКл. Производство заряда затвора на сопротивление у новых устройств на 25% ниже, чем у ближайших аналогов того же класса, выпускаемых конкурентами, и составляет 2.8 Ом нКл. Коммутационные характеристики устройств улучшены за счет низких эффективных значений выходной емкости $C_{O(ER)}$ и $C_{O(TR)}$, равных, соответственно, 93 пФ и 593 пФ. Эти значения, обеспечивая снижение потерь проводи-

мости и переключения, сокращают потери энергии в корректорах коэффициента мощности и DC/DC преобразователях с жесткими режимами коммутации, используемыми в телекоммуникационных, промышленных и корпоративных системах электропитания.

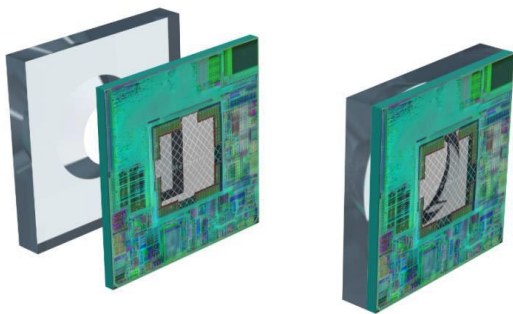
Выпускаемые в корпусе TO-220AB транзисторы отвечают требованиям директивы RoHS и не содержат галогенов. Конструкция приборов обеспечивает устойчивость к выбросам напряжения в лавинном режиме с фиксированными уровнями отсечки, гарантированными стопроцентной проверкой на отсутствие защелкивания при коммутации индуктивной нагрузки.

Потребители имеют возможность получить единичные образцы SiHP065N60E. Промышленные партии транзисторов поставляются в течение 10 недель с момента подтверждения заказа.

Melexis сообщила о новаторском использовании МЭМС в датчиках среднего давления

Компактное, надежное МЭМС решение, объединяющее точный датчик, интегрированную схему обработки сигнала и аналоговый или цифровой выходы SENT, преобразуют сектор измерений давления

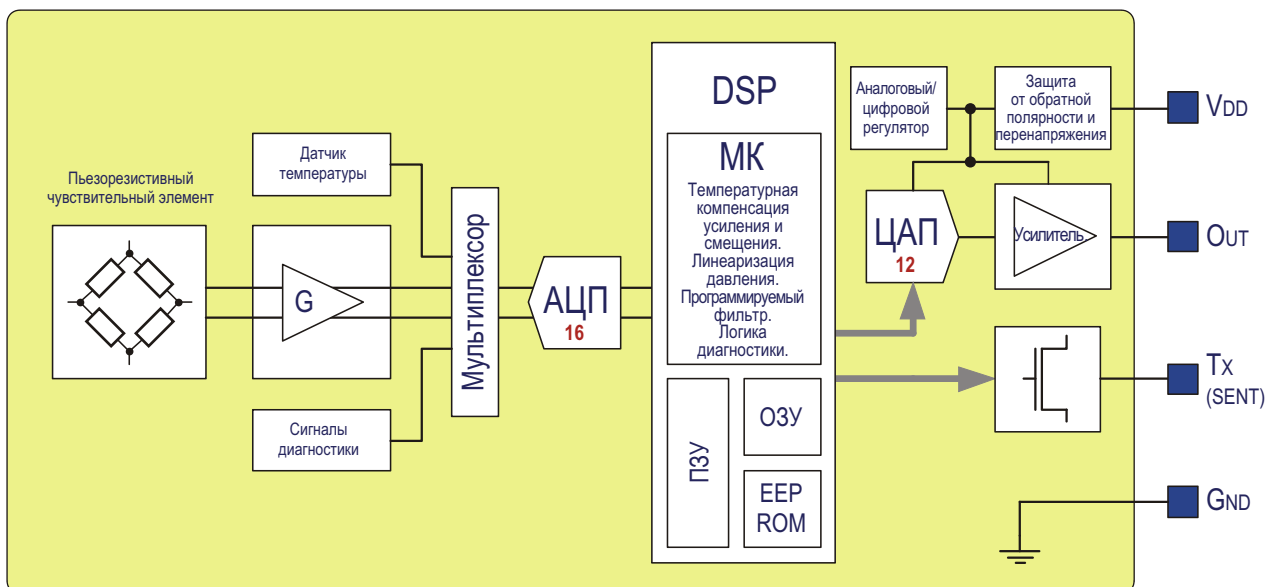
Продолжая развитие линейки высокочифференцированных продуктов, компания Melexis выпустила на рынок микросхему датчика MLX90819, предназначенную для измерения средних давлений (с уровнями 10...50 бар). Таким образом, Melexis перенесла свою запатентованную технологию изготовления микроэлектромеханических систем (МЭМС) в область, где решений, основанных на полностью интегральных датчиках, до сих пор не существовало.



Бескорпусная микросхема MLX90819 работает от источника питания со стандартным напряжением 5 В. Датчик может

использоваться для точного измерения уровней давления жидкостей в широком диапазоне автомобильных и промышленных приложений. Область применения прибора включает контроль давления масла в двигателе и коробке передач, жидкости в системе охлаждения и топлива в магистрали, хладагента в кондиционере и воздуха в пневматических тормозах грузовых автомобилей, – и это лишь небольшая часть из полного списка. Микросхема выполняет измерения относительных значений давления. Время отклика датчика равно 1 мс, нелинейность составляет 0.2% во всем диапазоне измеряемых давлений, а уход точности, обусловленный старением, не превышает 2.5%.

Изготовленная с использованием усовершенствованных технологических процессов микросхема MLX90819 уникальна еще и тем, что ее архитектура основана на микроконтроллере. Это позволяет намного усложнить функции, выполняемые полупроводниковым кристаллом, перейдя к полностью цифровой реализации обработки, преобразования и фильтрации данных, а также компенсации



Блок-схема датчика давления MLX90819.

температурного дрейфа смещения и усиления. 16-разрядный АЦП, 12-разрядный ЦАП и высокопроизводительное 16-разрядное процессорное ядро встроены непосредственно в каждую микросхему датчика. Таким образом, появилась возможность решить проблемы, связанные с высокой стоимостью и сложностью дискретных решений на МЭМС, или с занимаемым объемом и трудностями герметизации традиционных решений, не основанных на МЭМС. Результаты измерений микросхема представляет либо аналоговым сигналом, либо, если приложению требуется цифровой формат данных, передачей одиночного полубайта через выход SENT.

Эта надежная микросхема, работающая в диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, полностью соответствует требованиям стан-

дарта AECQ100 и идеально подходит для использования в тяжелых условиях как промышленных, так и автомобильных приложений. Для обеспечения долговременной надежности в автомобильном оборудовании в микросхеме реализованы механизмы защиты от повышенных напряжений. Дополнительное повышение эксплуатационной надежности поддерживается множеством диагностических функций. В их числе обнаружение обрыва проводов и ограничения сигналов на аналоговом выходе, а также многочисленные информативные диагностические сообщения, посылаемые по протоколу SENT (такие как ошибки внутренней температуры или давления, недопустимые уровни внешних напряжений и т. д.). Датчики MLX90819 будут поставляться в виде кристаллов, наклеенных на фольгу.

Срее анонсирует следующее поколение светодиодов сверхбольшой мощности

По плотности светового потока новые светодиоды XHP50.2 превосходят всех конкурентов в отрасли

Компания Cree представила светодиод XLamp XHP50.2, световой поток которого на 7%, а отношение лм/Вт на 10% больше, чем у выпускаемого в таком же корпусе размером $5.0\text{ мм} \times 5.0\text{ мм}$ светодиода XHP50 предыдущего поколения. Новый светодиод

XHP50.2 позволит производителям осветительных приборов быстро улучшить характеристики существующих конструкций, в которых используются светодиоды XHP50. Отдавая световой поток более 2500 лм со светоизлучающей поверхности 6 мм^2 ,

ХНР50.2 может снизить размеры и стоимость новых конструкций и заложить основу инновационных решений в широком диапазоне приложений от местной подсветки до уличного освещения.



Помимо повышенной светоотдачи и эффективности, светодиоды ХНР50.2 отличаются улучшенной оптической однородностью светового пучка, проходящего через вторичную оптику, позволяя создавать более совершенные приборы изготовителям точечных и переносных светильников. Светодиоды ХНР50.2 прошли процедуру долговременного тестирования LM-80 [1], что сократит время, необходимое для получения сертификата соответствия нормам международных стандартов ENERGY STAR и консорциума DesignLights.

«Представив первые в отрасли светодиоды сверхбольшой мощности, Cree переопределила критерии оценки характеристик сверхярких светодиодов, – сказал Дэйв Эмерсон (Dave Emerson), первый вице-президент и генеральный менеджер подразделения светодиодов компании Cree. – Обеспечивая лучшую в отрасли плотность светового потока и наивысшую надежность, семейство светодиодов ХНР позволяет нашим клиентам в самых разнообразных приложениях при минимальной общей стоимости системы достичь уровня характеристик, нереализуемого с другими светодиодами. Запуском в производство ХНР50.2 Cree продолжила расширять возможности высокоэффективных светодиодов».

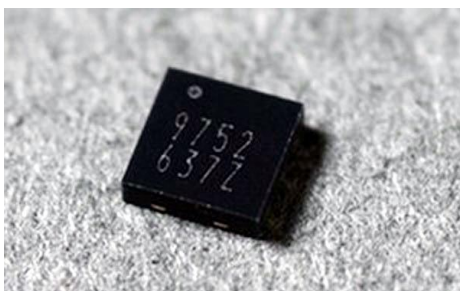
Благодаря использованию фирменной технологии EasyWhite, обеспечивающей лучшую в отрасли насыщенность цвета, Cree может предлагать светодиоды XLamp ХНР50.2 в широком диапазоне цветовых температур от 2700К до 6500К и с различными значениями индекса цветопередачи. Образцы светодиодов можно получить немедленно, а поставка промышленных партий осуществляется в стандартные сроки.

Ссылки

1. [Есть ли у светодиодов «темная сторона»?](#)

АКМ выпустила самый миниатюрный в своем классе инфракрасный датчик, способный обнаруживать присутствие человека через стекло

Число приложений, использующих датчики присутствия человека, в последнее время увеличивается, в частности, за счет устройств Интернета вещей. Однако датчики пироэлектрического типа не способны обнаруживать объекты через стекло, что существенно усложняло конструкцию конечных



изделий. Теперь же для приложений малой дальности (с дистанцией обнаружения порядка 1 м) компания Asahi Kasei Electronics (AKM) разработала датчик присутствия человека AK9752. Устройство воспринимает ИК-излучение через слой стекла, что позволяет использовать его в сконструированных соответствующим образом портативных компьютерах и домашних информационных продуктах. В прибор AK9752 интегрированы оригинальный квантовый датчик ИК-излучения на основе антимонида индия (InSb), схема обработки входного сигнала, преобразующая ток в напряжение, специальный термометр для измерения температуры чувствительного элемента, 16-битный АЦП, интерфейс I²C и триггер прерывания.

- **Способность воспринимать излучение через стекло:**

Датчики пирозлектрического типа не могут детектировать объекты через стекло. Выпущенный АКМ ранее прибор AK9750 не пропускает инфракрасные лучи с длиной волны до 5 мкм, способные проникать через стекло. Благодаря высокой чувствительности к инфракрасному излучению диапазона 5 мкм и ниже, новые датчики AK9752 могут на расстоянии одного метра обнаруживать объекты, отделенные стеклом толщиной до 0.7 мм. Это без каких-либо конструктивных компромиссов делает AK9752 идеальным датчиком для домашних информационных систем, в которых используются устройства с защитным стеклом.



- **Обнаружение предметов без использования линз:**

Для работы на расстояниях до 1 м AK9752 не нуждается в линзах. Прибор выпускается в очень компактном тонком корпусе, обеспечивающем большую гибкость конструирования оконечных устройств информационных систем.

- **Самая миниатюрная в мире микросхема инфракрасного датчика:**

Ультеракомпактный тонкий корпус SON с шестью выводами ($2.2 \times 2.2 \times 0.6$ мм).

- **Встроенный термометр:**

AK9752 способен измерять температуру светочувствительного элемента.

- **Низкое потребление мощности:**

При напряжении питания 1.8 В и частоте выходного сигнала 10 Гц потребляемый AK9752 ток не превышает 100 мкА. Низкому энергопотреблению также способствует функция прерывания внешнего микроконтроллера. Этим прибор обеспечивает продолжительную работу устройств с батарейным питанием.

Технические характеристики

- АЦП: 16 разрядов;
- Выход прерывания: открытый сток;
- Встроенный термометр: диапазон измерений от -30°C до 85°C , вывод информации через шину I²C;
- Интерфейс: I²C;
- Напряжение питания: 1.65 В ... 1.95 В;
- Потребляемый ток: 100 мкА макс. (при частоте выходного сигнала 10 Гц);
- Диапазон рабочих температур: -30°C ... 85°C ;
- Корпус: SON, 6 выводов;
- Размеры: $2.2 \times 2.2 \times 0.6$ мм;
- Статус: массовое производство с апреля 2017 г.

STMicroelectronics начала продажи миниатюрных LDO регуляторов для прецизионных измерительных схем

Новые LDO регуляторы напряжения LDLN025 компании STMicroelectronics имеют лучшие в своем классе шумовые характеристики среди всех приборов с аналогичными размерами и выходными токами. Напряжение шумов приборов в корпусах размером $0.63 \text{ мм} \times 0.63 \text{ мм}$ при полной нагрузке 250 мА составляет менее 6.5 мкВ с.к.з.

Обеспечивая сверхгладким и стабильным напряжением питания такие прецизионные микросхемы, как АЦП, ГУН или датчики, LDLN025 повышает их точность и чувствительность. Благодаря малым размерам, регу-

Tiny low-dropout regulator
ultra-low noise and high-precision sensing



лятор может использоваться в изделиях с жесткими ограничениями по объему, таких, например, как смартфоны, умные часы, медицинские датчики и беспроводные устройства Интернета вещей.

Низкие шумы LDLN025 сочетаются с высоким коэффициентом подавления пульсаций питания – 80 дБ на частоте 120 Гц. Микросхемы могут работать без выходного фильтра; для сохранения устойчивости им требуются лишь два небольших керамических конденсатора, что упрощает конструкцию схемы, снижает стоимость компонентов и экономит площадь печатной платы. Собственный ток потребления регуляторов, равный 12 мкА под нагрузкой, снижается до 0.2 мкА в режиме ожидания, включаемом внешним выводом Enable, минимизируя общее потребление энергии и увеличивая ресурс батарей портативных приложений.

LDLN025 работают при входных напряжениях от 1.5 В до 5.5 В с типовым падением напряжения на регулирующем элементе 120 мВ. Ряд доступных фиксированных выходных напряжений покрывает диапазон от 1.2 В до 5.0 В.

В дополнение к корпусу размером 0.63 мм × 0.63 мм с четырьмя шариковыми выводами предлагаются варианты LDLN025 в 4-контактных корпусах QFN с размерами 1 мм × 1 мм. Кроме того, в разработке находится версия в корпусе SOT23-5L размером 2.95 мм × 1.6 мм. При заказе 1000 микросхем цена одного прибора составляет \$0.15. Как единичные образцы, так и промышленные партии регуляторов со стандартными выходными напряжениями могут быть заказаны немедленно. В ближайшее время появятся варианты с дополнительными значениями выходных напряжений.

Intersil анонсировала самый миниатюрный в отрасли изолированный приемопередатчик RS-485

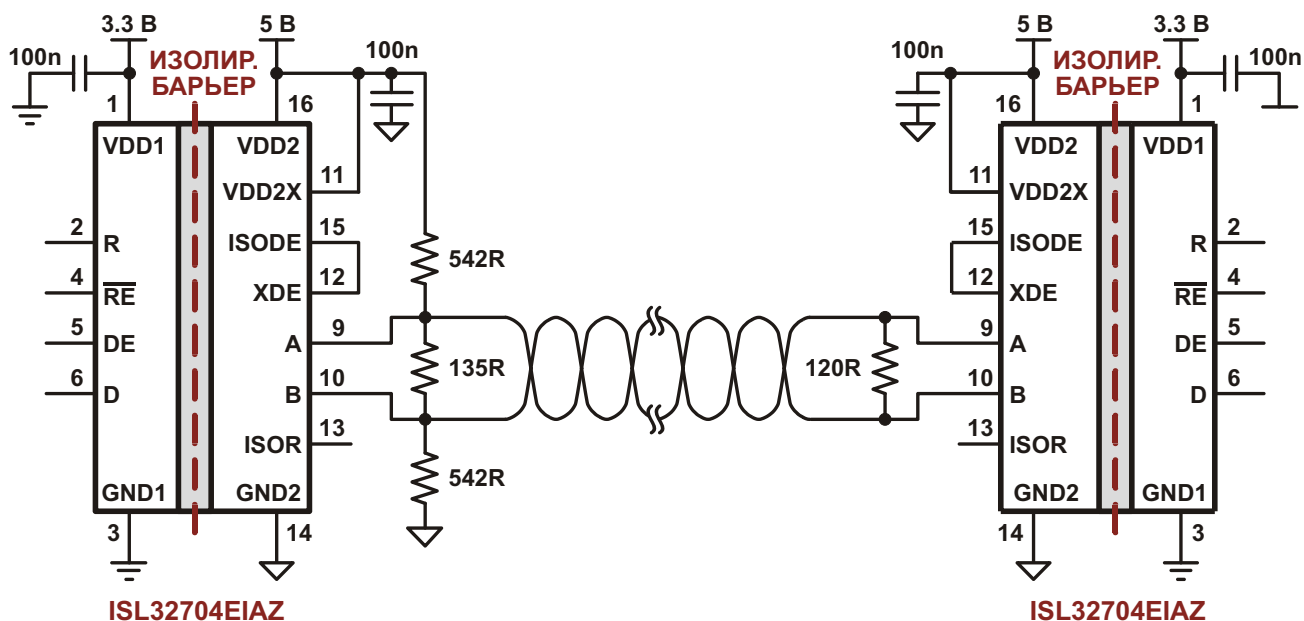
Надежная микросхема ISL32704E для сетей промышленного Интернета вещей с рекордными характеристиками, лучшей в отрасли помехоустойчивостью и самым высоким рабочим напряжением

Intersil анонсировала самую миниатюрную в отрасли микросхему изолированного приемопередатчика дифференциальной шины интерфейса RS-485, разработанную для двустороннего обмена данными со скоростью 4 Мбит/с в сетях промышленного Интернета вещей. Выпускаемая в корпусе QSOP размером 4 мм × 5 мм высокоскоростная микросхема ISL32704E на 70% меньше конкурирующих устройств и отличается лучшей в отрасли защищенностью от электромагнитных излучений и устойчивостью к синфазным помехам. Приемопередатчик рассчитан на рабочее напряжение 600 В с.к.з., что примерно на 50% выше, чем у ближайших аналогов.

Гальваническая изоляция приемопередатчика ISL32704E, основанная на эффекте гигантского магнетосопротивления (giant magnetoresistance – GMR), защищает каналы связи от синфазных помех, генерируемых оборудованием промышленной и строительной автоматизации. ISL32704E идеально подходит для подключения оборудования к сетям промышленного Интернета вещей, соединяющего программируемые логичес-

кие контроллеры с измерительными приборами, роботами, драйверами двигателей, регистраторами данных и модулями ввода/вывода. Преимущество изоляции GMR над другими технологиями изоляции заключается в низком уровне излучений и низкой чувствительности к электромагнитным помехам. Кроме того, изоляция GMR не требует сложных схем кодирования, чем в корне отличается от устройств с емкостной или трансформаторной развязкой, в которых для передачи постоянных напряжений и низкочастотных сигналов через изолирующий барьер используются несущие радиочастоты или широтно-импульсная модуляция.





Типовая схема изоляции высокоскоростного интерфейса RS-485.

В ISL32704E не используются потребляющие существенный ток силовые катушки и трансформаторы связи, благодаря чему мощность, потребляемая микросхемой, по сравнению с приборами конкурентов снижена на 80%. Ток потребления 20 мА позволяет микросхеме в крошечном корпусе QSOP даже на максимальной скорости работать без перегрева. Со стороны неизолированных линий управления ISL32704E поддерживает прямое подключение к микроконтроллерам с напряжением питания 3 В, в то время как изолированная шина подключается к более высокому напряжению 5 В, чтобы обеспечить передачу мощных сигналов на расстояние 100 м и более. ISL32704E полностью соответствует стандартам электромагнитной совместимости EN 50081 и EN 50082-2, а также стандарту

EN 61000, регламентирующему уровни защиты от сетевого напряжения для оборудования информационных технологий.

Ключевые особенности и технические характеристики ISL32704E

- Высокая скорость обмена до 4 Мбит/с;
- Напряжение изоляции 2.5 кВ с.к.з., соответствующее стандарту UL 1577, и рабочее напряжение 600 В с.к.з., отвечающее требованиям стандарта безопасности VDE 0884;
- Поддержка систем с напряжениями питания от 3 В до 5 В;
- Нагрузочная способность микросхемы позволяет подключать к шине до 32 устройств;
- Устойчивость к синфазным помехам со скоростью нарастания 50 кВ/мкс (тип.), 30 кВ/мкс (мин.) обеспечивает высокую надежность передачи данных в зашумленной среде;
- Срок службы изолирующего барьера 44,000 лет;
- Защита выводов шины от электростатических разрядов до 15 кВ;
- Минимальный уровень излучаемых помех;
- Защитное отключение при перегреве предохраняет схему от повреждений во время возникновения конфликтов на шине или коротких замыканий на линиях интерфейса;



Оценочная плата ISL32704EVAL1Z.

- Диапазон рабочих температур от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$;
- Соответствует требованиям стандарта ANSI RS-485 или превышает их;
- Ожидается получение сертификата соответствия требованиям стандарта VDE V0884-11 («Простая и усиленная изоляция на основе магнитной и емкостной связи»).

Цены и доступность

Изолированные приемопередатчики ISL32704E доступны в 16-выводных корпусах QSOP размером 4 мм × 5 мм, и при заказе 1000 приборов продаются по цене \$3.79 за штуку. Кроме того, за \$99 можно приобрести оценочную плату ISL32704EVAL1Z.

NIC Components ставит рекорд удельной емкости алюминиевых электролитических конденсаторов

PowerPulse

NIC Components объявила о выпуске новой серии гибридных алюминиевых конденсаторов. Как утверждает компания, по величине емкости в единице объема конденсаторы NSPE-TC не имеют себе равных в отрасли. Для поддержки низкопрофильных приложений с повышенной плотностью компоновки и снижения размеров печатных плат удельная емкость NSPE-TC была повышена за счет усовершенствования технологии изготовления алюминиевой фольги. Конденсаторы в корпусах V-Chip предназначены для поверхностного монтажа и имеют габариты от 8 мм × 10.5 мм до 10.5 мм × 12.5 мм. В серию вошли приборы емкостью от 33 мкФ до 560 мкФ с рабочими напряжениями 25 В и 35 В.



Конденсаторы серии NSPE-TC рассчитаны на работу в диапазоне температур от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ с гарантированным сроком службы при температуре $+125^{\circ}\text{C}$ равным 4000 часов. Новые конденсаторы допускают пайку оплавлением бессвинцовых припоев

при температуре 260°C , без каких-либо исключений отвечают всем предписаниям директивы RoHS, не содержат галогенов и соответствуют нормам регламента REACH Европейского химического агентства, регулирующего оборот химических веществ.

В гибридных конденсаторах сочетаются лучшие характеристики приборов с твердым полимерным и жидким электролитом [1], благодаря чему достигаются ультра низкие значения ESR, большие допустимые импульсные токи, малые токи утечки и очень слабая зависимость параметров от напряжения и температуры. Конденсаторы серии NSPE-TC удовлетворяют требованиям автомобильного стандарта AECQ200 и предназначены для использования в схемах автоэлектроники или в устройствах, где к надежности компонентов предъявляются повышенные требования.

Некоторые отличительные особенности NSPE-TC

- Большая емкость на единицу объема;
- Высокая температурная стабильность ESR и импеданса;
- Низкие значения ESR (от 22 мОм до 33 мОм) и большие допустимые импульсные токи (от 1.95 А до 3.0 А);
- Сокращают количество используемых компонентов;
- Ток утечки, намного более низкий, чем у приборов на основе твердых полимеров.

Ссылки

1. «[Полимерные и гибридные конденсаторы](#)». РадиоЛоцман, 2016, октябрь, стр. 28.

На автомагистралях Германии начинаются испытания грузового автотранспорта с питанием от воздушных линий электропередачи

Christoph Hammerschmidt

EEtimes Europe

Идея воздушных линий электропередачи для электрических транспортных средств не нова, – в конце концов, это давно распространено в железнодорожной отрасли. Некоторое время назад началось также обсуждение возможности практического использования электрического грузового автотранспорта. Теперь правительство Германии планирует протестировать технологию на дорогах общего пользования.



Проект, которым будет управлять агентство по научным исследованиям и инновациям VDI/VDE, будет испытан в условиях реального дорожного движения. Центральным здесь является вопрос о том, как решить проблему увеличивающихся потоков привязанного к дорогам грузового транспорта без чрезмерного воздействия на окружающую

среду. По оценкам Федерального правительства Германии, железнодорожный транспорт сможет принять на себя лишь 20% общего прироста объема грузоперевозок, ожидаемого к 2030 году. А это, в свою очередь, позволяет сделать вывод, что львиная доля этих товаров будет перевозиться по дорогам. Электрифицированный грузовой автотранспорт может стать решением, отвечающим одновременно как требованиям массовых перевозок, так и экологической безопасности, особенно, если он будет использовать энергию, получаемую из возобновляемых источников.

В отличие от аккумуляторов, воздушные линии электропередачи позволяют электротранспорту перемещаться намного дальше. Это потребует оснащения дорог подвесными линиями электропитания. Для передвижения по участкам, не имеющим подобной инфраструктуры, грузовики будут оборудованы обычными дизельными двигателями.

Система была разработана компанией Siemens, и в течение нескольких лет тестировалась в отдаленных районах северной Германии, Швеции и Калифорнии. Теперь испытания на дорогах общего пользования выводят технологию на новый уровень. На сегодня известно, что тестовые маршруты будут проложены в федеральных землях Гессен и Шлезвиг-Гольштейн, а их протяженность составит 12 километров.

Allegro MicroSystems выпускает новую программируемую микросхему линейного датчика Холла

Датчик, разработанный для приложений, требующих особой точности и высокой разрешающей способности

Allegro MicroSystems выпустила новый программируемый линейный датчик Холла, разработанный для приложений, требующих сочетания высокой точности и разрешающей способности с широкой полосой пропус-

ка. В микросхеме A1377 используется технология температурной компенсации, основанная на кусочно-линейной интерполяции передаточной функции. Это усовершенствование значительно уменьшило общую

погрешность прибора во всем температурном диапазоне. Новое устройство идеально подходит для измерений в различных автомобильных приложениях, таких, например, как датчики линейного или углового положения в сервоприводах и клапанах.



A1377 выпускается в малогабаритном корпусе для монтажа в отверстия с однорядным расположением выводов. Датчик имеет широкий диапазон перестройки чувствительности и смещения напряжения рабочей точки. Точность и гибкость прибора повышены благодаря возможности программирования пользователем через выводы питания и выхода, что позволяет оптимизировать датчик в составе готового устройства.

Выходное напряжение этой микросхемы логометрического датчика Холла пропорцио-

нально приложенному магнитному полю. Напряжение покоя выбирается пользователем из интервала от 5% до 95% напряжения питания. Чувствительность прибора регулируется в диапазоне от 1 до 14 мВ/Гс.

Такой набор характеристик этого линейного датчика делает его идеальным устройством для использования в высокоточных автомобильных и промышленных приложениях, работающих в расширенном диапазоне температур от -40°C до 150°C . В каждую монолитную BiCMOS микросхему интегрированы элемент Холла, схема компенсации, снижающая температурный дрейф чувствительности измерительного элемента, мало-сигнальный усилитель с большим коэффициентом усиления, низкоимпедансный выходной каскад с управляемым ограничителем напряжения, а также цепь динамической компенсации смещения, в основе которой лежит оригинальная технология компании Allegro.

Микросхема A1377 выпускается в трехвыводном корпусе (суффикс UC) с интегрированными развязывающими конденсаторами. Корпус прибора не содержит свинца, а его выводная рамка имеет 100% покрытие матовым оловом.

Diodes представляет силовой коммутатор питания с высоковольтным транзистором для сетевых зарядных устройств

Компания Diodes представила новую микросхему высокоэффективного силового коммутатора AP3984. Благодаря интеграции уникальной высоковольтной схемы запуска, AP3984 позволяет реализовывать самые современные решения в сетевых адаптерах и зарядных устройствах для рынков потребительской и промышленной электроники. Помимо более высокого КПД преобразования и лучшей точности стабилизации напряжения и тока, AP3984 отличается от своих предшественников сверхнизкими потерями мощности и усовершенствованными функциями защиты.

AP3984, разработанный для использования в качестве контроллера первичной стороны, в комбинации с контроллерами вторичной стороны, такими как AP4341/2, обеспечивает отличные переходные характеристики при выходных напряжениях от 4.3 В. При

этом погрешность регулирования напряжения и тока составляет всего $\pm 5\%$. Встроенная схема запуска с 700-вольтным биполярным транзистором позволяет, исключив из схемы внешние резисторы, упростить ее конструкцию и напрямую коммутировать входное сетевое напряжение. Кроме того, AP3984 содер-



жит программируемую схему компенсации падения напряжения на выходных проводах.

Комплексная защита от повышенного напряжения, перегрева, обрыва и короткого замыкания нагрузки предоставляют возможность создания высокоэффективных и мало-затратных решений, отвечающих критериям Energy Star 6.0 и потребляющих в режиме

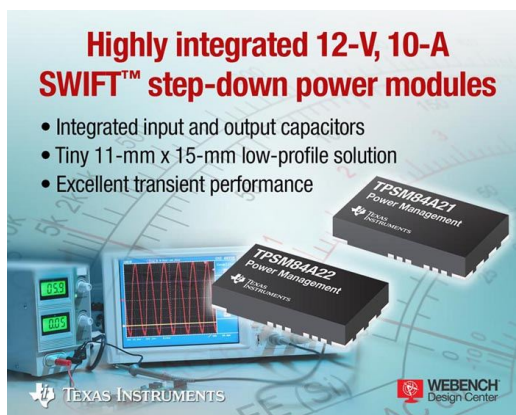
ожидания мощность менее 10 мВт. Несколько режимов ШИМ/ЧИМ в сочетании с функцией дизеринга повышают КПД, одновременно улучшая характеристики электромагнитной совместимости и снижая уровень слышимых шумов.

Переключатель питания AP3984MTR-G1 выпускается в компактном корпусе SO-7.

Texas Instruments выпускает самые миниатюрные в отрасли 12-вольтовые 10-амперные модули понижающих преобразователей

Высокоинтегрированные силовые модули семейства SWIFT не нуждаются во входных и выходных конденсаторах и обеспечивают наилучшие переходные характеристики в приложениях с ограниченным объемом

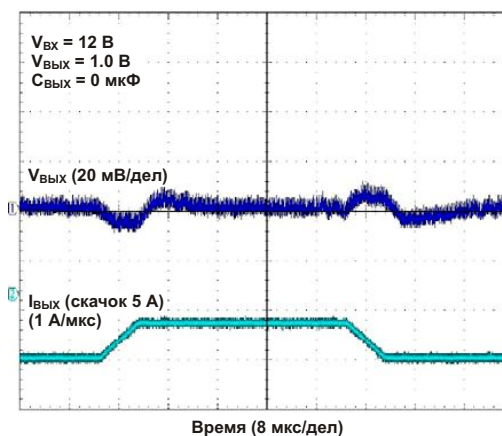
Texas Instruments (TI) начала продажи двух новых 12-вольтовых 10-амперных силовых модулей понижающих DC/DC преобразователей с частотой переключения 4 МГц, которые позволят на 20% сократить размеры схем управления питанием по сравнению с любыми другими решениями, основанными на 10-амперных силовых модулях. Миниатюрные низкопрофильные корпуса очень простых в использовании модулей TPSM84A21 и TPSM84A22 семейства SWIFT содержат в себе мощные MOSFET, экранированные катушки индуктивности, входные и выходные конденсаторы и пассивные компоненты. Кроме того, без использования специальных индуктивных компонентов или дополнительных конденсаторов модули обеспечивают лучшие в отрасли характеристики переходного режима с величиной выброса не превышающей 1%.



Используя модули совместно с онлайн инструментом проектирования WEBENCH

Power Designer, доступным на сайте TI, разработчики локализованных к нагрузке источников питания для телекоммуникационного, сетевого и контрольно-измерительного оборудования смогут быстрее представить рынку свои новые изделия.

В отличие от других предлагаемых сегодня 10-амперных понижающих модулей, высокоинтегрированные устройства TPSM84A21 и TPSM84A22 для создания законченного 12-вольтового решения нуждаются лишь в одном внешнем резисторе, устанавливающем выходное напряжение. В таких приложениях, как шины питания ПЛИС, требующие точной стабилизации, обычному 10-амперному модулю понадобилось бы до 16 внешних конденсаторов. В сравнении с этими модулями, TPSM84A21, благодаря частоте переключения 4 МГц и интегрированным конден-



Переходная характеристика модуля TPSM84A21.

саторам емкостью 185 мкФ, обеспечивает ультранизкий уровень выходных пульсаций без единого внешнего конденсатора.

Ключевые особенности и преимущества модулей TPSM84A21 и TPSM84A22

- **Крошечные размеры:**

При размерах модуля 9 мм × 15 мм и единственном внешнем резисторе установки напряжения законченное решение можно разместить на площади 11 мм × 15 мм.

- **Низкий профиль:**

Высота 2.3 мм, небольшие размеры и вес, а также минимальное количество требуемых компонентов, позволяют расположить все решение на обратной стороне печатной платы.

- **Наилучшие переходные характеристики:**

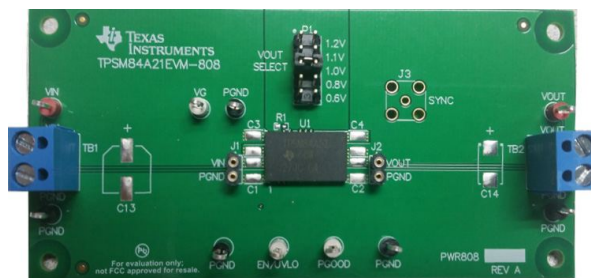
Частота переключения 4 МГц позволяет без использования каких-либо внешних конденсаторов уменьшить выбросы до $\pm 1\%$.

- **Простота конструирования:**

Интегрированные входные и выходные конденсаторы исключают из процесса разработки выбор элементов частотной коррекции и индуктивностей. С помощью WEBENCH Power Designer можно, используя лишь один внешний резистор для установки напряжения, быстро разработать законченный 12-вольтовый 10-амперный понижающий DC/DC преобразователь.

Доступность, корпуса и цены

TPSM84A21 с выходным напряжением от 0.55 В до 1.35 В и TPSM84A22 с выходным напряжением от 1.2 В до 2.0 В можно приобрести в онлайн магазине TI или у авторизованных дистрибьюторов компании. Модули предлагаются в 20-выводных корпусах QFM, и в лотах из 1000 приборов продаются по цене \$8.63 за штуку. На сайте TI можно заказать оценочные платы TPS84A21EVM и TPS84A22EVM, а также загрузить динамические PSpice модели.



Плата оценочного модуля TPSM84A21EVM-808.

TPSM84A21 и TPSM84A22 стали новейшими дополнениями к большому семейству силовых DC/DC модулей компании TI, которые, благодаря интеграции в одном корпусе индуктивностей, полевых транзисторов, цепей компенсации и других пассивных компонентов, помогают сберечь место на печатной плате, а также существенно упрощают процессы макетирования, разработки и производства.

Nano Dimension получает грант для разработки технологии струйной 3D печати керамических материалов

Nano Dimension

По сообщению Nano Dimension, ее дочерняя компания Nano Dimension Technologies получила грант комитета MEIMAD Израильского управления инноваций, который будет использован для финансирования проекта разработки технологии струйной 3D печати современных керамических материалов. Общий утвержденный бюджет этого проекта составляет 1.4 млн. новых израильских шекелей (около \$372,000), из которых 50% выделяет Израильское управление инноваций. Условия предоставления гранта предусматривают, что компания будет выплачивать отчисления

от продаж любой финансируемой технологии, вплоть до полной выплаты гранта.

Механическая прочность и тепловое сопротивление керамических материалов делают их незаменимым элементом, используемым для различных нужд в аэрокосмической и авиационной промышленности. Существующие в настоящее время технологии производства керамических элементов дороги, затратны по времени, необходимому, чтобы пройти путь от этапа проектирования до окончательной сборки, и не годятся для создания сложных структур.



Многослойная плата, напечатанная на 3D принтере DragonFly 2020.

Новаторская технология 3D печати компании Nano Dimension дает возможность в едином производственном цикле создавать высокоточные элементы из множества различных материалов. Сочетание высокой скорости производства с большим разрешением печати и широкой номенклатурой материалов позволяет изготавливать продукты с новыми свойствами. Технология Nano Dimension имеет потенциал создания нового поколения керамических изделий для аэрокосмического и авиационного секторов промышленности.

Примером одного из многих применений печатных керамических материалов может служить их использование в качестве диэлектрика печатных плат. Такое использование является потенциально революционным, поскольку изолирующие и механические свойства керамики несоизмеримо лучше свойств тех материалов, на которых основан процесс производства печатных плат в настоящее время.

Механические свойства керамики имеют решающее значение для конструкционных, строительных, а также текстильных материалов. В перечень этих свойств входят упругость, пластичность, прочность на разрыв, прочность на сжатие, прочность на сдвиг и многое другое.

MEIMAD является совместным предприятием Израильского управления инноваций, Министерства финансов и Управления по разработке вооружений и технологической инфраструктуры Министерства обороны. Цель программы заключается в содействии разработкам военных, оборонных и коммерческих технологий двойного назначения, которые будут способствовать национальной безопасности и, в то же время, обладают финансовым потенциалом.



Быстрое прототипирование печатных плат с помощью 3D принтера DragonFly 2020.

О компании Nano Dimension



Основанная в 2012 году компания Nano Dimension сосредоточила свои усилия на разработке перспективных 3D печатных электронных систем и усовершенствовании аддитивных производственных процессов. В уникальной продукции Nano Dimension соединились три передовые технологии: 3D струйная печать, 3D программирование и наноматериалы. Основными продуктами компании являются первый 3D-принтер, предназначенный для создания многослойных печатных плат, и основанные на нанотехнологиях проводящие и диэлектрические чернила нового поколения.

Простые электронные ограничители тока



В. И. Иволгин, г. Тамбов

Любое электронное устройство имеет источник питания, за счет энергии которого оно выполняет свои функции. И неудивительно, что в печати значительное место отводится их описаниям, рекомендациям по конструированию, рассмотрению работы отдельных узлов, предложениям по их улучшению.

Следует отметить, что современные источники питания, как правило, обладают довольно низким выходным сопротивлением. И по этой причине в нештатных ситуациях, даже при низких напряжениях на их выходе, не исключены значительные токовые перегрузки, приводящие к повреждению источника или самого устройства. В связи с этим источники питания, как правило, снабжаются системами защиты. Они достаточно разнообразны, обладают большей или меньшей автономностью относительно конструкции самого источника.

Один из вариантов такого устройства, которое можно использовать в виде самостоятельного узла, предлагается в [1]. Его принцип действия основан на ограничении

потребляемого тока, в качестве датчика которого применяется низкоомный резистор, включенный последовательно в один из проводов между источником питания и нагрузкой. Напряжение с датчика, пропорциональное потребляемому току, после усиления используется для управления проходным транзистором. Изменением в нужный момент режима его работы и выполняется непосредственная защита от перегрузки.

В указанной статье в качестве прототипа приводится хорошо известная структура на двух биполярных транзисторах (Рисунок 1). Основной недостаток устройства – значительное падение напряжения на нем, которое достигает максимального значения при предельном рабочем токе. По данным автора, оно составляет примерно 1.6 В, причем на проходном транзисторе VT1 падает около 1 В, а на токовом датчике R_s – остальные 0.6 В. В связи с чем автором предлагается другая схема, которая позволяет снизить падение напряжения на нем до 0.235 В при токе ограничения в 1.3 А. Это значение достаточно мало, правда достигается оно использованием более сложной схемы, содержащей около 20 элементов [1].

С другой стороны, эта конструкция, по сравнению с предложенной автором, привлекает своей простотой. И в связи с этим возникает вопрос: а можно ли, оставаясь в рамках такой простой структуры, добиться снижения падения напряжения на подобном предохранителе без ее заметного усложнения? И каким образом?

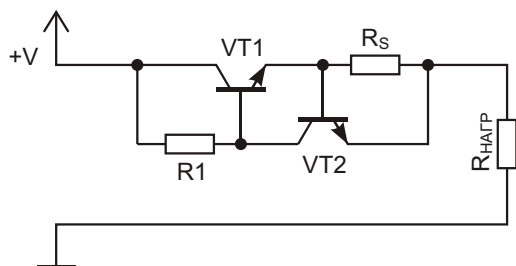


Рисунок 1. Принципиальная схема прототипа ограничителя тока.

Как следует из приведенных числовых данных по прототипу, наибольшее падение напряжения приходится на проходной биполярный транзистор VT1. Анализ показывает, что при подобном включении добиться его насыщения, и тем самым достичь малых значений падения напряжения, невозможно без дополнительного источника питания. Но его введение только для этой цели было бы накладным. И хотя можно было бы, наверное, предложить и какие-то другие способы уменьшения этих потерь на VT1, будет рациональнее сразу произвести замену биполярного транзистора на полевой с низким значением сопротивления канала. Это позволит уменьшить как падение напряжения на регулирующем транзисторе, так и собственное потребление ограничителя за счет снижения токов управления. Кроме того, целесообразно изменить связи между транзисторами так, чтобы преобразовать ограничитель в систему двух усилительных каскадов, вместо лишь одного в исходной структуре. В конечном итоге принципиальная схема исследуемого ограничителя будет выглядеть уже так (Рисунок 2), которую можно рассматривать и как упрощенный вариант устройства, приведенного в [2].

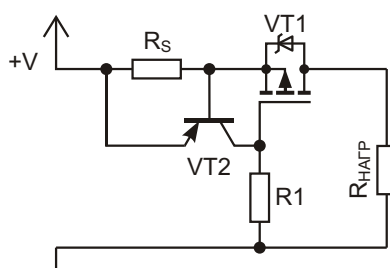


Рисунок 2. Принципиальная схема преобразованного ограничителя тока.

Проверка работоспособности предлагаемого ограничителя, а также выполнение измерений, проводились на макете, в котором использовались в качестве VT1 полевой транзистор IRF9540, установленный на радиаторе, VT2 – транзистор SS8550 с $\beta = 300$, R_s – резистор 1.2 Ом, R_1 – 4.2 кОм, а нагрузкой являлся набор переменных проволочных резисторов необходимой мощности. Напряжение на входе ограничителя составляло 12 В. Результаты измерений приведены на Рисунке 3.

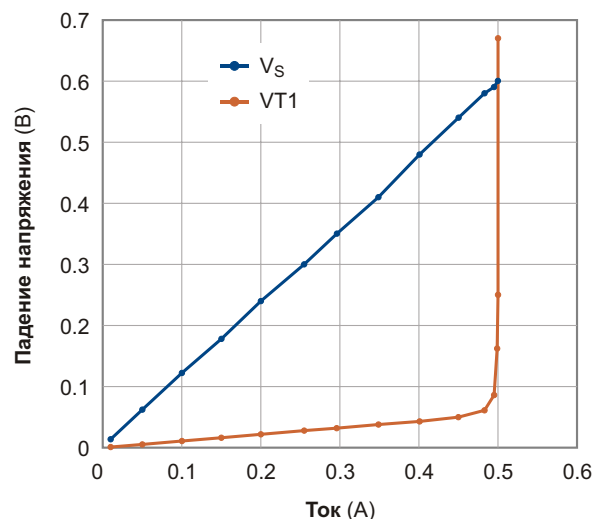


Рисунок 3. Зависимость падений напряжения на датчике тока R_s и проходном транзисторе VT1 на начальной стадии ограничения.

Испытание ограничителя коротким замыканием показало, что при выполнении этой манипуляции ток через проходной транзистор устанавливается на уровне 0.5 А при напряжении на токовом датчике 0.60 В. И, таким образом, подобный ограничитель тока вполне работоспособен. Можно также отметить его довольно высокое выходное сопротивление в режиме ограничения тока – при изменении напряжения на его выходе в интервале 0...11.3 В ток через нагрузку практически остается равным 0.5 А. Кроме того, в связи с известной зависимостью параметров транзисторов от температуры, была проконтролирована зависимость значения ограничения тока от нагрева VT2. Как оказалось, ее величина составила всего около –0.2% относительной погрешности на градус.

Из анализа графиков следует, что падение напряжения на проходном транзисторе этой конструкции уже достаточно мало и даже на краю токового диапазона не превышает 0.1 В. Можно так же отметить, что на графике зависимости падения напряжения на VT1 визуально можно выделить два интервала. На первом из них, при токах от 0 до 0.45 А, рост падения напряжения является его линейной функцией, что указывает на насыщение транзистора в этой части диапазона. И действительно, вычисленное по этим данным сопротивление канала транзистора составляет приблизительно 0.125 Ом, что практически совпадает с паспортными данными используемого транзистора VT1. При больших же

тока, в интервале 0.45 – 0.5 А, происходит сначала медленный, а затем резкий нелинейный рост этой величины, связанный уже с включением механизма ограничения тока.

Таким образом, из приведенных выше данных следует, что общее падение напряжения на ограничителе заметно снизилось, и уже определяется в основном не падением напряжения на VT1, а напряжением датчика R_S . Каким же образом можно уменьшить последнюю величину?

Ответ напрашивается сам собой – нужно уменьшить значение R_S , как это и сделано в [1], а для компенсации снижения уровня сигнала датчика использовать дополнительный усилитель. Но с другой стороны, и в рассмотренной выше схеме (Рисунок 2) такой усилитель, выполненный на транзисторе VT2, уже есть. Тем не менее, его параметры не позволяют снизить падение напряжения R_S до меньших значений, хотя он и обладает достаточно высоким коэффициентом усиления. В связи с этой проблемой рассмотрим подробнее особенности работы VT2 в роли предварительного усилителя сигнала с датчика тока.

Как следует из принципиальной схемы (Рисунок 2), ограничение тока через VT1 происходит за счет изменения напряжения на его затворе, возникающего при изменении коллекторного тока транзистора VT2. Управление же его режимом осуществляется напряжением с резистора датчика тока R_S . И, как следует из данных последних измерений (Рисунок 3), выход устройства на полное ограничение тока происходит только при напряжениях около 0.6 В на его базе относительно эмиттера. Этим обстоятельством и определяется величина сопротивления резистора R_S .

Но характерно, что часть напряжения на датчике в диапазоне от 0 до 0.55 В можно считать «лишней», поскольку в этом интервале VT2 практически не «чувствует» его, а по настоящему «рабочим» для него будет только интервал 0.55 - 0.6 В. Сдвинув же нижнюю границу чувствительности усилителя, визуально составляющую 0.55 В, к нулю, можно будет решить проблему снижения значения R_S .

Технически этого результата можно достичь, например, вводом в цепь между базой

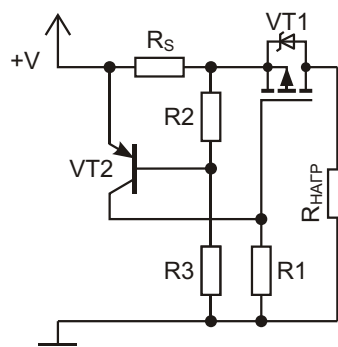


Рисунок 4. Принципиальная схема ограничителя тока со сниженным падением напряжения на резистивном датчике.

VT2 и правым выводом R_S отдельного вспомогательного источника напряжением 0.55 В. Но удобнее сформировать его применением делителя из двух резисторов, включенных между общим проводом и эмиттером транзистора VT1 (резисторы R_2 , R_3 , Рисунок 4). И его параметры должны обеспечивать падение напряжения на R_2 , равное 0.55 В. Для меньшей зависимости этой величины от входного тока транзистора ток этого делителя желательно выдерживать в пределах 0.5 - 1 мА. При этих условиях уже незначительное напряжение на R_S переведет транзистор VT2 в активный режим начала ограничения, а полное ограничение тока произойдет при падении напряжения на R_S всего лишь небольшим более 0.05 В. Понятно, что изменением этих резисторов можно будет изменять порог ограничения тока. И это будет удобнее, чем подбирать величину R_S .

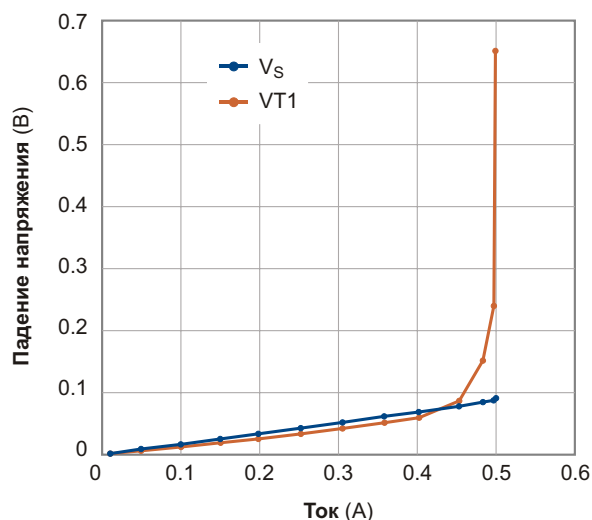


Рисунок 5. Зависимость падения напряжения на R_S и проходном транзисторе VT1.

Новая редакция принципиальной схемы ограничителя, уже с учетом изложенных соображений, представлена на Рисунке 4. Его макет для испытаний был выполнен с сохранением деталей устройства предыдущей версии с изменением сопротивления R_S на 0.2 Ом, а установленные дополнительные резисторы R2 и R3 имеют значения, соответственно, 680 Ом и 15 кОм. Условия проведения испытаний и измерений сохранены теми же, что и ранее.

Основные результаты испытаний, как следует из представленных графиков (Рисунок 5), сводятся к следующему. Как и ранее, ток короткого замыкания устройства составляет 0.5 А. Точнее, реально при указанных значениях резисторов R2, R3, он составил 0.48 А, но это значение было скорректировано включением последовательно с R3 дополнительного переменного резистора. Что касается максимального значения падения напряжения на датчике R_S , то оно упало пропорционально уменьшению величины установленного R_S и составило всего около 0.1 В. График падения напряжения на регулирующем транзисторе, по сравнению с аналогичным параметром предыдущей схемы, в общем, сохранил свои черты, хотя и несколько изменился. Так, например, следует обратить внимание на то, что в этот раз область резко нелинейного роста падения напряжения на проходном транзисторе сместилась в диапазон 0.4 - 0.5 А, а в остальной – растет практически линейно. Из этого следует, что определенный резерв по снижению падения напряжения на датчике тока R_S еще есть.

Как уже отмечалось, незначительная коррекция тока ограничения в этой конструкции была проведена изменением сопротивления R3, но когда требуется его значительное изменение, удобнее пользоваться R2. При расчете его величины целесообразно предварительно задаться величиной максимального падения напряжения V_{SM} на датчике тока R_S в режиме ограничения. В принципе, это значение может быть любым из интервала от 0 до 0.6 В. Но нужно иметь в виду, что с его уменьшением ухудшается температурная стабильность предложенного решения. Так при $V_{SM} = 0.6$ В температурный коэффициент зависимости изменения предела ограничения тока в области комнатных температур не превы-

шает значения 0.2% на градус, а при $V_{SM} = 0.1$ В этот показатель возрастает уже до 1.5%. Эта величина в ряде случаев может оказаться еще приемлемой, и ее условно можно принять за нижнюю границу интервала допустимых значений V_{SM} , верхняя же будет обусловлена максимальным падением напряжения на базе транзистора VT2 в режиме ограничения тока. Если для расчета выбрать V_{SM} равным 0.15 В, то из этого условия при заданном токе ограничения I_M , например, 1.5 А, определится величина

$$R_S = \frac{V_{SM}}{I_M} = 0.1 \text{ Ом.}$$

Далее, допустив, что в режиме ограничения сумма падений напряжения на R_S и R2 будет равняться 0.6 В, как это следует из результатов предшествующих измерений (Рисунок 3), получим уравнение:

$$V_{SM} + \frac{V_{BX}}{\frac{R_3}{R_2} + 1} = 0.6 \quad (1),$$

из которого следует, что

$$R_2 = \frac{R_3}{\frac{V_{BX}}{0.6 - V_{SM}} - 1} \quad (2).$$

При $V_{BX} = 12$ В и $R_3 = 15$ кОм получаем, что $R_2 = 0.58$ кОм.

При необходимости этим резистором, если его заменить на переменный, можно будет оперативно менять ток ограничения в значительных пределах, что, правда, будет сопровождаться изменением величины максимального падения напряжения V_{SM} и соответствующего ему изменения температурного коэффициента нестабильности.

Подводя итог обсуждению вопроса о конструкции простого ограничителя тока (Рисунок 4), можно сделать вывод о том, что изменения, внесенные в структуру прототипа (Рисунок 1), в конечном итоге, позволили снизить потери напряжения на нем до десятых долей вольта. Следует также добавить, что его работа выборочно была проверена и в других режимах, не отраженных в статье. В частности, при токах ограничения в диапазо-

не от 10 мА до 5 А и входных напряжениях 7, 12 и 20 В. Для адаптации к этим условиям изменялись лишь значения R_S (0.05, 0.2 и 1.2 Ом), а для задания тока ограничения в качестве R_2 использовался переменный резистор на 1 кОм, сопротивление которого устанавливалось в соответствии с расчетом по (2). Все остальные элементы, включая и транзисторы, оставались прежними. 

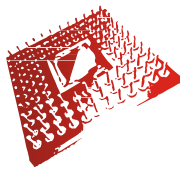
Ссылки:

1. [Ограничитель тока нагрузки с низким падением напряжения](#)
2. [Adjustable Low Drop Current Limiter](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Infineon IRF9540N](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor SS8550](#)

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



20-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих



**25–27
апреля
2017**

Москва,
Крокус Экспо

Самая крупная
в России выставка
электронных
компонентов,
модулей
и комплектующих



Получите электронный билет: **expoelectronica.ru**

Совместно
с выставкой



Организаторы:



primexpo



+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru

0+

Реализация конечных автоматов во встраиваемых системах

Deepti Mani

embedded.com

Конечный автомат (или машина состояний) является одним из наиболее популярных методов проектирования встраиваемых систем. Множество приложений, от простых бытовых приборов до сложных систем связи, основано на событийных конечных автоматах.

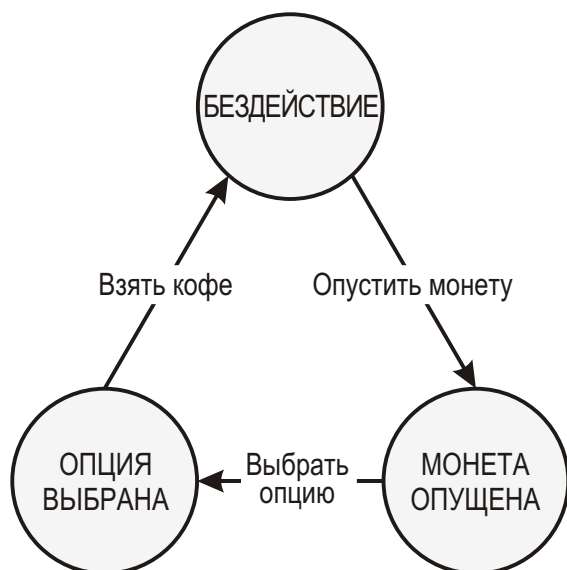


Рисунок 1. Пример машины состояний для кофейного автомата.

Конечный автомат состоит из множества состояний. В любой момент времени система находится в одном состоянии, и событие вызывает определенные действия в этом состоянии, равно как имеет возможность

изменения состояния. Событие может наступить вследствие прерывания в системе, сигнала операционной системы реального времени, срабатывания таймера, либо по входному сигналу другого модуля системы.

В этой статье мы рассмотрим различные подходы к реализации конечных автоматов с использованием языка C.

На Рисунке 1 показан пример машины состояний для кофейного автомата. Он имеет три состояния:

- Бездействие,
- Монета опущена и
- Опция выбрана.

Система ожидает действий пользователя и сигналов от дозатора. Также могут быть добавлены дополнительные события, такие как сигнал срабатывания отладочного таймера.

Существуют два общих подхода к реализации событийного конечного автомата подобного тому, о котором говорилось выше:

1. Использование условных операторов
2. Использование таблицы поиска

Использование условных операторов

Это очень простой подход. Для проверки каждого состояния здесь используются операторы `switch-case` или `if-else`. В каждое состояние для проверки управляющего события добавляется еще один условный

оператор. Затем добавляется обработчик для этой комбинации состояние/событие. Этот порядок можно поменять и сначала проверить событие, а затем состояние. Если

происходит изменение состояния, то обработчик возвращает новое состояние.

Пример реализации конечного автомата показан в Листинге 1.

Листинг 1.

```
typedef enum {
    IDLE_STATE,
    COIN_INSERTED_STATE,
    OPTION_SELECTED_STATE,
    MAX_STATES
} state_e;

typedef enum {
    INSERT_COIN_EVENT,
    SELECT_OPTION_EVENT,
    COFFEE_READY_EVENT,
    MAX_EVENTS
} event_e;

state_e state = IDLE_STATE;
state_e next_state;
event_e event;

while (1)
{
    event = readevent();
    if (state == IDLE_STATE)
    {
        if(event == INSERT_COIN_EVENT)
        {
            next_state == insert_coin_event_handler();
        }
    }
    else if(state == COIN_INSERTED_STATE)
    {
        if(event == SELECT_OPTION_EVENT)
        {
            next_state = select_option_event_handler();
        }
    }
    else if(state == OPTION_SELECTED_STATE)
    {
        if(event == COFFEE_READY_EVENT)
        {
            next_state = coffee_ready_event_handler();
        }
    }
    state = next_state;
}
```

Использование условных операторов является простейшим способом начала реализации. Когда количество состояний и событий невели-

ко, этот метод интуитивно понятен, и разработчики могут быстро составить представление о том, что делает конечный автомат. Однако по

мере роста числа состояний или событий код очень легко может стать громоздким. Его отладка и поддержка становятся сложными, поскольку конечный автомат начинает занимать несколько экранных страниц. Он становится еще более неконтролируемым, когда обработчики охватывают несколько файлов.

Помимо проблем с читаемостью и сопровождением, разработчики также должны принимать во внимание издержки, порождаемые использованием условных операторов, и учитывать их на этапе разработки, особенно для систем со строгими ограничениями по времени выполнения.

Листинг 2.

```
state_e (*state_table[MAX_STATES][MAX_EVENTS])(void) = {
    {insert_coin_event_handler, error_handler, error_handler},
    {select_option_event_handler, error_handler},
    {error_handler, error_handler, coffee_ready_event_handler},
};

while (1)
{
    event = read_event();
    if((event >= 0) && (event < MAX_EVENTS))
    {
        next_state = state_table[state][event]();
        state = next_state;
    }
}
```

Это элегантный способ трансляции диаграммы состояний в практический процесс обработки для каждой комбинации состояния и события, инкапсулированной в таблице. Такой конечный автомат быстро станет понятен разработчикам, и, кроме того, сопровождение программного обеспечения станет лучше контролируемым.

Однако когда таблица разрежена, то есть содержит много недействительных комбинаций состояние/событие, этот подход приводит к нерациональному использованию памяти. Расход памяти увеличивается также с ростом количества состояний и событий. Программистам необходимо четко представлять это и учитывать на начальных этапах разработки.

Подход, основанный на таблице

При этом подходе конечный автомат закодирован в виде таблицы, в которой одно измерение представляет состояния, а другое – события. Каждый элемент таблицы имеет обработчик для комбинации состояние/событие. Таблица может быть реализована на языке C с использованием двумерного массива указателей функций.

Пример реализации для кофейного автомата приведен в Листинге 2.

Другие соображения

В дополнение к обработчикам для каждого текущего состояния и обновления следующего, многие реализации также содержат логику очистки конечного автомата для текущего состояния и инициализации для следующего во время изменения состояния. Это можно осуществить путем определения функций входа и выхода для каждого состояния и их вызова во время изменения состояния.

Таблицы переходов также могут быть определены как набор специальных обработчиков, необходимых для перехода от одного состояния к другому.

В целом, не существует стандартных подходов к выбору способов реализации конеч-

ных автоматов подобных тому, который был описан выше. При определении способа реализации разработчику нужно правильно учи-

тывать соответствующие издержки, а также принимать во внимание такие факторы, как масштабируемость и читаемость. **РЛ**

Использование ESD-диодов для ограничения уровней напряжения

Paul Blanchard и Brian Pelletier, Analog Devices

Analog Dialogue

Когда усилитель может подвергаться внешним перенапряжениям, последней линией обороны, отделяющей его от электростатических разрядов, остаются ESD-диоды. Правильно понимая, как работает ESD-ячейка в устройстве, конструктор с помощью соответствующей схемы может значительно повысить уровень защищенности усилителя. Эта статья написана для того, чтобы познакомить читателей с различными типами цепей, используемых для защиты от электростатических разрядов, обсудить характеристики каждого варианта, и дать некоторые рекомендации, касающиеся использования этих ячеек для повышения надежности разрабатываемого устройства.

Введение

Во многих приложениях, где вход не управляется системой, а подключается к устройствам внешнего мира, например, к контрольно-измерительному оборудованию, приборам и некоторым датчикам, имеется вероятность того, что входные сигналы превысят максимально допустимое напряжение входного усилителя. В таких приложениях должны быть предусмотрены схемы защиты, чтобы сохранить диапазон выживаемости и надежность конструкции.

Иногда для ограничения уровня напряжения используются внутренние диоды защиты от электростатических разрядов (ESD-диоды) входных усилителей, но при этом необходимо учитывать множество факторов, чтобы быть уверенными, что эти диоды обеспечат достаточную и надежную защиту. Понимание различия архитектур цепей с ESD-диодами во входных усилителях, наряду с пониманием тепловых процессов и процессов электромиграции в конкретной схеме защиты, может помочь разработчику избе-

жать проблем со схемами защиты и повысить срок службы приложений в реальных условиях эксплуатации.

Конфигурации схем с ESD-диодами

Важно понимать, что не все ESD-диоды являются просто диодными фиксаторами, подключенными к линиям питания и земле. Существует большое количество практически полезных схем, таких как цепочки из нескольких диодов, соединенных последовательно, из диодов и резисторов или из встречно включенных диодов. Некоторые наиболее распространенные схемы подробно описаны ниже.

Диод, подключенный к шине питания

На Рисунке 1 показан пример усилителя с диодами, подключенными между входами и шинами питания. В нормальном режиме работы диоды смещены в обратном направлении, но открываются, когда входное напряжение становится выше положительного напряже-

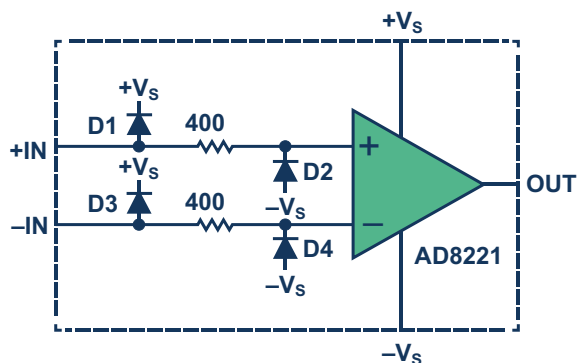


Рисунок 1. Топология входной цепи ESD-защиты усилителя AD8221.

ния питания или ниже отрицательного напряжения питания. Когда же диод смещается в прямом направлении, ток течет через входы усилителя в соответствующие шины питания.

Если напряжение превышает $+V_S$, то в случае схемы на Рисунке 1 входной ток не ограничивается самим усилителем, и нуждается во внешнем ограничителе в виде последовательного резистора. Когда напряжение опускается ниже $-V_S$, резистор 400 Ом обеспечивает некоторое ограничение тока, которое должно быть учтено в любых разработках.

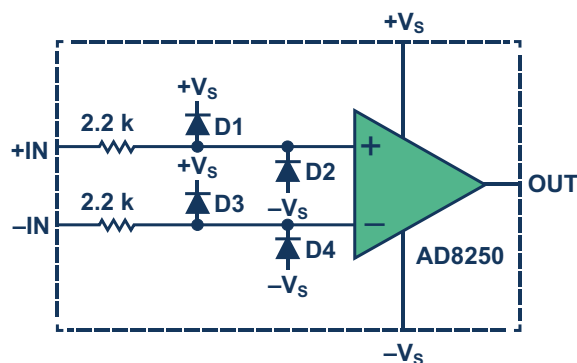


Рисунок 2. Топология входной цепи ESD-защиты усилителя AD8250.

На Рисунке 2 показан усилитель с аналогичной конфигурацией диодов, но в данном случае ток ограничивается внутренним последовательным резистором 2.2 кОм. От варианта на Рисунке 1 схема отличается не только величиной сопротивлений ограничивающих резисторов, но и тем, что резисторы 2.2 кОм способны обеспечить защиту от напряжений выше $+V_S$. Это один из примеров тонкостей, в которых надо хорошо разобраться, чтобы оптимизировать защиту при использовании ESD-диодов.

Токоограничивающие полевые транзисторы

В отличие от схем на Рисунках 1 и 2, токоограничивающие полевые транзисторы с управляющим P-N переходом (JFET) могут использоваться в составе микросхем в качестве альтернативы диодным фиксаторам. JFET, используемый в примере, показанном на Рисунке 3, защищает устройство, когда входное напряжение превышает допустимый диапазон. Благодаря входным JFET, обеспечивается защита от напряжений до 40 В. Поскольку JFET будут ограничивать ток, идущий во входные выводы, в качестве дополнительной защиты от повышенного напряжения ESD-ячейки использоваться не могут.

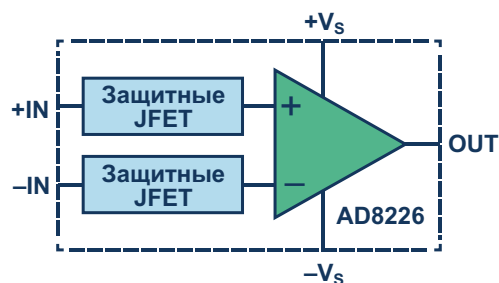


Рисунок 3. Схема защиты входов усилителя AD8226.

Для защиты от напряжений до 40 В схема с JFET является хорошо управляемым, надежным и полностью документированным вариантом. В отличие от этого, при использовании защитных ESD-диодов информация о диодном ограничении тока часто приводится как типовая или, возможно, вовсе отсутствует.

Диодные цепочки

В приложениях, где входное напряжение может превышать напряжение источника питания или быть ниже потенциала земли, для защиты от электростатических разрядов используются диодные цепочки. На Рисунке 4 показан усилитель со схемой защиты, состоящей из цепочки последовательно соединенных диодов. В такой конфигурации диодная цепочка служит для защиты от отрицательных бросков напряжения. Эта цепочка диодов, прежде всего, предназначена для ограничения тока утечки в рабочем входном диапазоне, однако дополнительно она обеспечивает защиту от превышения отрицательного уровня синфазного напряжения. Имейте в виду, что ограничивающее действие диод-

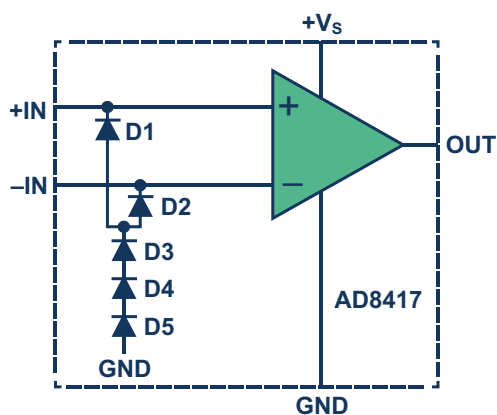
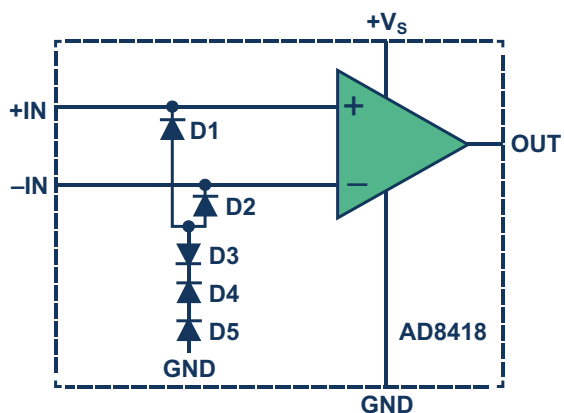


Рисунок 4. Схема защиты входов усилителя AD8417.

ной цепи определяется только последовательным сопротивлением диодов. Для уменьшения входного тока при заданном уровне напряжения может быть использовано внешнее последовательное сопротивление.

Встречно включенные диоды

Встречное включение диодов также используется тогда, когда диапазон допустимых входных напряжений может превышать напряжение источника питания. На Рисунке 5 показан усилитель, в котором защиту устройства от ESD обеспечивают включенные встречно диоды, что позволяет ему выдерживать напряжение до 70 В при питании от источника 3.3 В. D4 и D5 – высоковольтные диоды, защищающие от высоких напряжений, которые могут присутствовать на входных линиях, а D1 и D2 используются для предотвращения появления токов утечки, когда входные напряжения еще находятся в пределах нормального рабочего диапазона. В подо-



Примечание:
Диоды D4 и D5 – высоковольтные

Рисунок 5. Схема защиты входов усилителя AD8418.

бной конфигурации использование этих ESD-ячеек для защиты от перенапряжений не рекомендуется, поскольку превышение максимального обратного смещения высоковольтного диода может легко привести к ситуации, которая станет причиной необратимого повреждения схемы.

Устройства без ограничителей напряжения ESD

В некоторых устройствах элементов ESD на входах нет. Хотя очевидно, что при отсутствии встроенных ESD-диодов описанные выше подходы неприменимы, все же, как вариант защиты от перенапряжений, эта архитектура иногда рассматривается. На Рисунке 6 показано устройство, в котором для защиты усилителя используются только резисторы с большим сопротивлением.

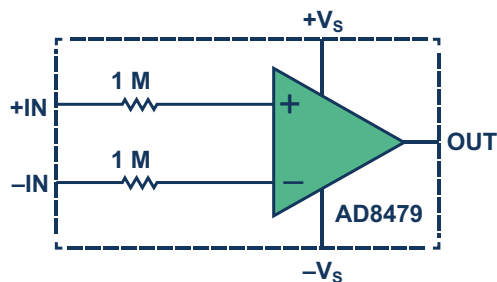


Рисунок 6. Схема защиты входов усилителя AD8479.

ESD-ячейки в качестве ограничителей уровня напряжения

Необходимо понимать не только то, как реализуются ESD-ячейки, но и как использовать эти структуры для защиты. В типичном приложении напряжения, выходящие за пределы допустимого диапазона, ограничивают последовательным резистором.

Когда усилители сконфигурированы так, как показано на Рисунке 7, или когда их входы защищены диодом, подключенным к питанию, входной ток ограничивается согласно следующей формуле:

$$I_D = \frac{V_{STR} (V_{SUP} - 0.7B)}{R_{PROT}} \quad (1)$$

где:

I_D – ток диода,

V_{STR} – напряжение помехи,

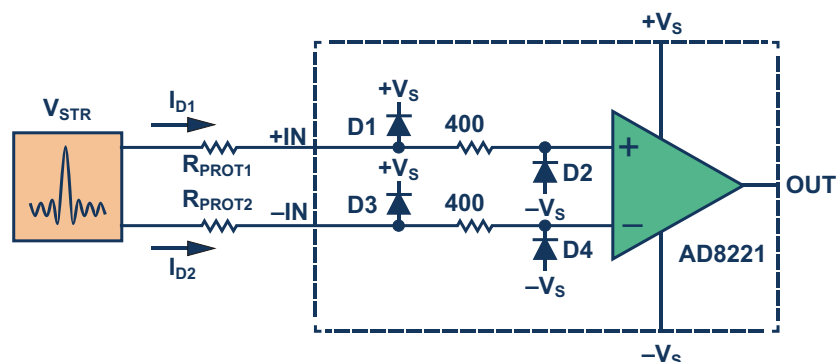


Рисунок 7. Использование ESD-ячеек для ограничения уровней напряжения.

V_{SUP} — напряжение источника питания,

R_{PROT} — сопротивление последовательно-го резистора защиты.

Формула 1 написана в предположении, что $V_{STR} > V_{SUP}$. Если это не так, следует более точно измерить напряжение на диоде и использовать результат в вычислениях вместо приближенного значения 0.7 В.

Рассмотрим пример расчета элемента защиты усилителя с источником питания ± 15 В от бросков входного напряжения до ± 120 В при заданном уровне ограничения входного тока 1 мА. Подставив эти параметры в Формулу 1, мы можем найти следующее:

$$1 \text{ мА} = \frac{120 \text{ В} (15 \text{ В} \quad 0.7 \text{ В})}{R_{PROT}} \quad (2)$$

$$R_{PROT} = 104.300 \text{ Ом} \quad (3)$$

С учетом этих требований сопротивление R_{PROT} , превышающее 105 кОм, будет ограничивать ток диода на уровне ниже 1 мА.

Понимание технологии ограничения тока

Максимальные значения I_D отличаются для разных компонентов, а также зависят от конкретных ситуаций, в которых возникают перегрузки. Максимально допустимый ток для продолжающегося миллисекунды единичного события будет совершенно не таким, как для случая, когда ток прикладывается постоянно в течение 20 и более лет эксплуатации устройства. Сведения по конкретным значениям токов можно найти в документации на усилители в разделе «Абсолютные предельные значения» или в указаниях по применению. Как правило, они находятся в диапазоне от 1 мА до 10 мА.

Виды отказов

Максимальный ток для конкретной схемы защиты, в конечном счете, будет ограничен двумя факторами: влиянием нагрева из-за рассеиваемой в диоде мощности и допустимым значением тока на пути его прохождения. Рассеиваемая мощность не должна превышать порога, ниже которого рабочая температура еще остается в пределах допустимого диапазона, а ток должен выбраться не выше разрешенного максимума, чтобы не допустить снижения надежности из-за электромиграции.

Последствия нагрева

При протекании тока через ESD-диоды их температура будет повышаться из-за рассеиваемой на них мощности. В большинстве справочных материалов на усилители указывается тепловое сопротивление (обычно обозначаемое θ_{JA}), которое показывает, как будет увеличиваться температура перехода в зависимости от рассеиваемой мощности. Учет наихудшей температуры приложения и наибольшего повышения температуры кристалла, обусловленного рассеиванием мощности, даст оценку жизнеспособности схемы защиты.

Электромиграция

Даже тогда, когда ток диода не вызывает тепловых проблем, он все равно может быть причиной снижения надежности. Для любого пути электрического сигнала определена допустимая величина тока, превышение которой запускает механизмы электромиграции, сокращающей срок службы прибора. Электромиграционный порог для пути прохождения диодного тока, как правило, опре-

деляется шириной внутренних дорожек, с которыми соединяются диоды. Эта информация не всегда публикуется для усилителей, но ее необходимо учитывать, если диоды активны в течение длительного времени, а не только в моменты переходных процессов.

Примером проблем, создаваемых электромиграцией, может служить схема, в которой усилитель контролирует параметры внешнего источника, и, соответственно, соединен с шиной питания, независимой от питания усилителя. При этом возможны ситуации, когда некорректная последовательность включения источников питания приводит к появлению напряжений, временно превышающих максимально допустимые значения. Учитывая наихудший путь прохождения тока, время, в течение которого этот ток может быть активен, и понимая физическую природу ограничения максимально допустимого тока, можно избежать проблем с надежностью, обусловленных электромиграцией.

Заключение

Понимание того, как функционируют внутренние ESD-диоды во время электрических перенапряжений, может позволить сделать простые улучшения, чтобы повысить надежность конструкции. Исследование тепловых и электромиграционных процессов в схеме защиты может выявить потенциальные проблемы и показать, где может быть оправдано наличие дополнительной защиты. Учет описанных здесь условий позволит разработчикам сделать правильный выбор и избежать потенциальных проблем, связанных с надежностью в процессе реальной эксплуатации. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD8221](#)
2. [Datasheet Analog Devices AD8226](#)
3. [Datasheet Analog Devices AD8250](#)
4. [Datasheet Analog Devices AD8417](#)
5. [Datasheet Analog Devices AD8418](#)
6. [Datasheet Analog Devices AD8479](#)

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование



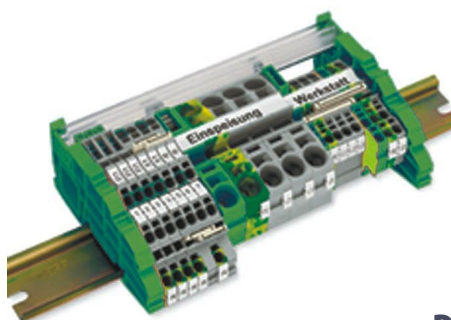
»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



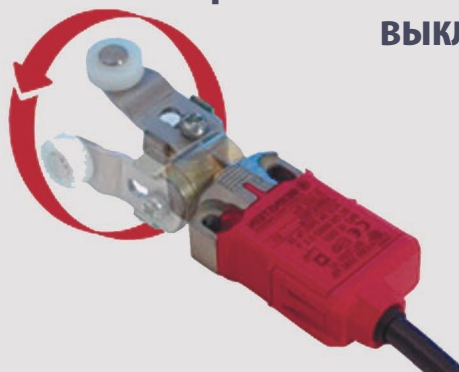
WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS

клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат



BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Эволюция домашнего аудио компании Sony

Часть 2

Окончание. Начало в номере 01-2017

Юрий Петропавловский

Sony CDP-101 (1982 г., Рисунок 16) – первый в мире серийный проигрыватель компакт-дисков, завершивший проект создания компакт-дисков и проигрывателей для их воспроизведения. С этого времени место источников качественного звукового контента в домашнем аудио стали уверенно занимать CD-диски, оттесняя виниловые пластинки. Коротко остановимся на предыстории этого события, случившегося в немалой степени благодаря сочетанию в одном человеке качеств музыканта, ценителя качественного звука и талантливого организатора. Этим человеком был один из руководителей Sony – Норио Ога.



Рисунок 16. Проигрыватель компакт-дисков CDP-101.

Напомним читателю, что известная всем магнитофонная кассета была разработана совместно компаниями Sony и Philips, компакт-диск также разрабатывался ими совмес-

тно. В 1978 году Норио Ога получил приглашение посетить Европу от технического директора Филипс – Лоу Оттенса (L. F. Ottens), с которым он был знаком еще с 1960-х годов по проекту совместной разработки компакт-кассеты. Во время посещения штаб-квартиры Philips в Эйндховене Ога и Оттенс договорились о начале работ над проектом компакт-диска.

Совместная работа компаний началась в 1979 году. Со стороны Sony в проекте приняли участие сотрудники исследовательского аудиоцентра компании Тоситада Дои, Хейтаро Накадзима, Хироси Огава, Синсукэ Фурукава, Кентаро Когака и другие инженеры. После обсуждения различных вариантов был выбран диаметр диска 12 см и 16-разрядная импульсно-кодовая модуляция (ИКМ/PCM), предложенная Дои.

На выставке Audio Fair 1981 в Токио Sony представила набор из трех БИС для CD-проигрывателя, заменяющих порядка 500 микросхем малой степени интеграции, использованных в прототипе проигрывателя. В свою очередь компании CBS, Philips и Polygram объявили о первой в мире совместной разработке системы цифровой записи звука на компакт-диск. Некоторые подробности разработки CD-дисков и проигрывателей приведены в статьях автора [3, 4].

Sony DTC-1000ES (1987 г., Рисунок 17) – цифровой магнитофон DAT с наклонно строч-



Рисунок 17. Цифровой магнитофон DTC-1000ES.

ной записью вращающимися головками; на Рисунке 18 показан внешний вид механизма магнитофона. Аппарат обеспечивает запись на кассеты DAT с качеством звука как у CD-диска.

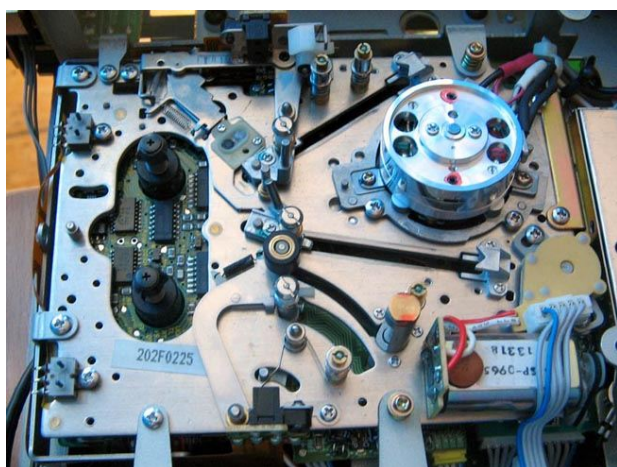


Рисунок 18. Механизм магнитофона DTC-1000ES.

Sony SCD-1 (1999 г., Рисунок 19) – первый серийный проигрыватель компании нового стандарта Super Audio CD (SACD). В настоящее время диски SACD являются практически одними из немногих источников звукового контента особо высокого качества, значительно превосходящего по качеству CD.



Рисунок 19. Проигрыватель SCD-1.

Как известно, цифровые данные на дисках SACD представлены в одноканальном звуковом потоке DSD (Direct Stream Digital), соответствующий стандарт также разработан совместно компаниями Sony и Philips. Цифровой поток DSD характеризуется высокой частотой дискретизации (2.8224 МГц). Диски SACD могут хранить объем данных многоканального и двухканального звука до 8.5 Гб. Поскольку проигрыватели DVD/CD дисков не могут воспроизводить SACD, ряд релизов на SACD выпускается в гибридном исполнении – с дополнительным CD слоем со звуком соответствующего качества (Рисунок 20).

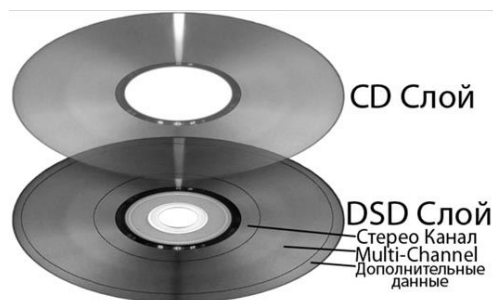


Рисунок 20. Диск стандарта Super Audio CD.

В спецификациях проигрывателя SCD-1 заявлены следующие основные характеристики и параметры:

- Полоса воспроизводимых частот 2 Гц ... 50 кГц (2 Гц ... 20 кГц при воспроизведении CD слоя);
- Общий уровень гармонических искажений (THD) – не более 0.0012% (0.0017% для CD), уровень шумов и пульсаций менее порога чувствительности измерительных приборов (менее 0.001%);
- Динамический диапазон 105 дБ (100 дБ для CD);
- Габариты/вес – 430 × 149 × 436 мм/26.5 кг.

В конструкции и схемотехнике проигрывателя применен ряд мер для обеспечения бескомпромиссно высокого качества звука, особенно на аналоговых выходах. В системе питания проигрывателя применены два многообмоточных силовых трансформатора, 8 различных мостовых выпрямителей и более десятка различных линейных стабилизаторов напряжения.

В первичных цепях питания установлены отдельные для цифровых и аналоговых узлов П-образные ФНЧ, предназначенные для эффективного подавления сетевых

помех. Указанные схмотехнические особенности системы питания, а также наличие симметричных профессиональных выходов XLR аналоговых сигналов, направленных на минимизацию шумов и помех на выходе, и позволили снизить THD + шум до столь малых значений.

Sony NAS-A1 NetJuke PC (2004 г., Рисунок 21) – сетевая музыкальная стереосистема на базе ПК для доступа к музыкальному контенту японского сервиса «Any Music».



Рисунок 21. Музыкальная стереосистема NAS-A1 NetJuke PC.

Особенности и параметры системы:

- ПК – Поддержка форматов ATTRAC3 и ИКМ, жесткий диск объемом 40 ГБ, внешняя карта памяти Memory Stick PRO, поддержка 200 папок, 2000 альбомов, 20000 музыкальных файлов;
- CD проигрыватель – воспроизведение CD-DA, MP3;
- Тюнер – СВ (AM 531 ... 1602 кГц), УКВ (ЧМ 76 ... 90 МГц);
- УЗЧ – выходная мощность 2×35 Вт.

Sony NSA-PF1 (2006 г., Рисунок 22а) – уникальная акустическая система «Sountina». Система представляет собой колонну в человеческий рост из подсвечиваемого различными цветами органического стекла (габариты 0.325 × 1.845 × 0.325 м) и излучающую звук в диапазоне 50 Гц...20 кГц во все стороны (диаграмма направленности 360° в горизонтальной плоскости).

Низкочастотные составляющие излучает сабвуфер с фазоинвертором (диаметр головки 13 см) в нижней части колонны (Рисунок 22б). Воспроизведение средних частот обеспечивает динамическая головка диаметром 7 см в средней части системы, а высокочастотным излучателем служит органическое стекло, возбуждаемое струной в верхней



а)



б)

Рисунок 22. Акустическая система NSA-PF1 «Sountina».

части колонны. Система оснащена цифровыми оптическим и коаксиальным входами, а также аналоговыми входами RCA. Потребляемая мощность до 85 Вт, в дежурном режиме 0.3 Вт, управление системой осуществляется с пульта ДУ.

Sony TA-DA5500ES (2009 г., Рисунок 23) – первый в мире интегральный AV усилитель с технологией автоматической установки синфазной работы громкоговорителей APM, подключенных к выходам всех каналов усилителя (APM – Automatic Phase Matching). Функция APM дополнила ранее известную технологию автоматической калибровки настроек каналов DCAC в конкретной акустической обстановке системы домашнего кинотеатра (DCAC – Digital Cinema Auto Calibration).



Рисунок 23. Интегральный AV усилитель TA-DA5500ES.

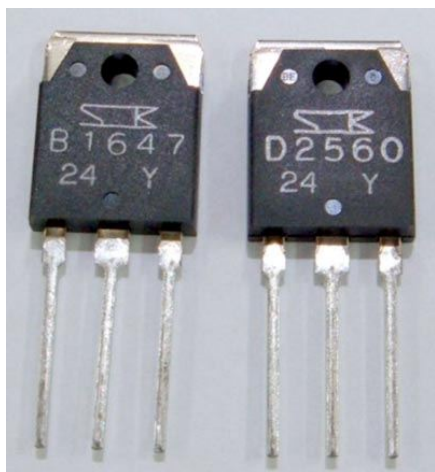


Рисунок 24. Биполярные транзисторы 2SD2560 и 2SB1647 фирмы Sonken.

Для активирования системы необходимо подключить к усилителю прилагаемый измерительный микрофон-оптимизатор. В AV ресивере STR-DA5500ES, в том числе и в исполнениях для России, имеется функция DCAC, встроенный УКВ/СВ тюнер, однако функции APM в ресивере нет.

Рассматриваемые аппараты конфигурации 7 каналов + 1 с восемью разъемами HDMI обеспечивают высокое качество звука – THD не более 0.09% при выходной мощности 120 Вт + 120 Вт (стереорежим) в полосе частот 20 Гц ... 20 кГц на нагрузке 8 Ом.

УМЗЧ аппаратов выполнен практически полностью на дискретных компонентах, причем предусилители работают в линейном режиме класса А. В выходных каскадах УМЗЧ применены комплементарные составные биполярные транзисторы 2SD2560 (N_P-N) и 2SB1647 (P-N-P) фирмы Sonken (Рисунок 24). Кроме Sanken транзисторы выпускают и другие фирмы, например, Savantic Semiconductor.

Sony STR-DH710 (2010 г., Рисунок 25) – этот AV ресивер конфигурации 7 каналов + 1, который отличается расширенной поддер-



Рисунок 25. AV ресивер STR-DH710.

жкой видеоконтента высокой четкости, включая 3D и ARC (Audio Return Channel) для прослушивания звука от подключенного через интерфейс HDMI телевизора. Выходная мощность ресивера в режиме стерео равна 95 Вт + 95 Вт при THD = 0.09 % на нагрузке 8 Ом в полосе частот 20 Гц ... 20 кГц.

В оконечных каскадах УМЗЧ ресивера применены комплементарные составные транзисторы MN2488-QPY-MK (N-P-N) и MP1620-QPY-MK (P-N-P) фирмы Sanken – аналоги рассмотренных выше транзисторов 2SD2560/2SB1647.

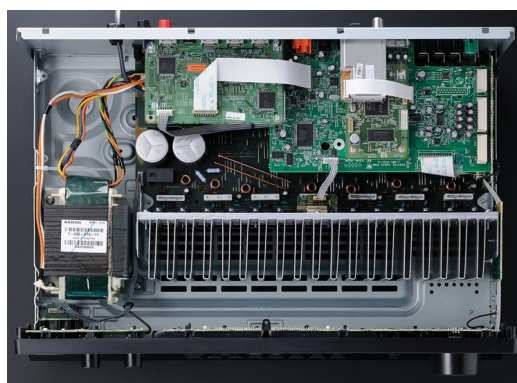


Рисунок 26. Конструкция AV ресивера STR-DH710.

В качестве предусилителей в ресивере использованы гибридные микросхемы STK350-630T-F фирмы Sanyo. Эта микросхема, а также ее функциональный аналог μ PC2581S фирмы NEC, широко применяются во многих моделях AV ресиверов Sony разработки 2000-годов. Микросхемы представляют собой сдвоенные УМЗЧ средней мощности. Конструктивно компоненты УМЗЧ установлены на едином теплоотводе в передней части аппарата (Рисунок 26)

Sony TA-DA5700ES (2011 г., Рисунок 27) – первый в мире интегральный усилитель конфигурации 9 каналов + 1, совместимый с сис-



Рисунок 27. Интегральный усилитель TA-DA5700ES.

темами 7-канального домашнего кинотеатра. Расположение громкоговорителей в 9-канальной системе домашнего кинотеатра показано на Рисунке 28.

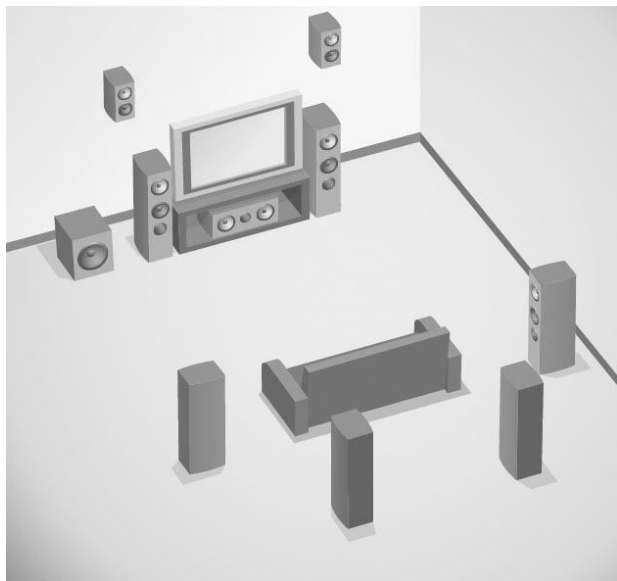


Рисунок 28. Расположение громкоговорителей в 9-канальной системе домашнего кинотеатра.

Сигналы дополнительных каналов формирует цифровой сигнальный процессор аппаратов из сигналов систем 7.1 (Dolby Digital Plus, Dolby True HD, DTS-HD High Resolution, DTS-HD Master Audio), 6.1 (Dolby Digital EX, DTS-ES) и 5.1 (Dolby Digital, DTS, DTS 96/24, DSD).

В аппаратах применена упомянутая выше система фазировки громкоговорителей APM и целый ряд других схем по обработке сигналов и настройке параметров звукового поля. Параметры УМЗЧ ресивера в основном аналогичны параметрам аппаратов TA/STR-DA5500ES.

Более поздних объектов в разделе «домашнее аудио» у компании нет, поэтому в заключение коротко рассмотрим особенности некоторых AV ресиверов Sony разработки последних лет.

Sony STR-DN1020/1030 (2012 г., Рисунок 29) – AV ресиверы с сетевыми функциями, а модель 1030 оснащена и беспроводным интерфейсом. Ресивер DN1030 является первым в мире аппаратом конфигурации 7.2 с интерфейсами Wi-Fi, Bluetooth и функцией AirPlay. Беспроводной доступ к сети Интернет возможен непосредственно через iPhone, iPad, iPod (с помощью приложения AirPlay), а



Рисунок 29. AV ресиверы STR-DN1020/1030.

также через ПК, планшеты и другие устройства с Wi-Fi. Также обеспечивается доступ к portalу развлечений Sony Entertainment Network.

Аналоговые звуковые части аппаратов в основном одинаковы. УМЗЧ обеспечивают выходную мощность в стереорежиме 100 Вт + 100 Вт при THD = 0.09% на нагрузке 8 Ом в полосе частот 20 Гц...20 кГц. Выходные каскады УМЗЧ и предусилители выполнены на упомянутых выше транзисторах MN2488-QPY-MK, MP1620-QPY-MK и микросхемах STK350-630TS-E.

Sony STR-DN840 (2013 г., Рисунок 30) – в этом ресивере конфигурации 7.2 также имеются модули Wi-Fi и Bluetooth. По сравнению с предыдущими моделями, заявленная выходная мощность в стереорежиме составляет 95 Вт + 95 Вт при THD = 0.09% на нагрузке 6 Ом в полосе частот 20 Гц ... 20 кГц. В выходных каскадах УМЗЧ используются такие же транзисторы, однако предусилители выполнены на дискретных транзисторах.



Рисунок 30. Ресивер STR-DN840.

Sony STR-DH540 (2014 г.) – по внешнему виду этот ресивер не отличается от предыдущей модели, но отличается конфигурацией – 5 каналов + 1. Функциональность и оснащение интерфейсами также проще, нет и беспроводных интерфейсов, а вот УМЗЧ выполнен практически по той же схеме и на тех же компонентах, что и в модели DN840.

Sony STR-DH550/DH750 (2015 г.) – внешний вид аппаратов такой же, как у модели DN840, ресивер DH550 мало чем отличается от DH540, а DH750 отличается от DN840 отсутствием беспроводных интерфейсов.

Sony STR-DN860/DN1060 (2015 г., Рисунок 31) – в этих аппаратах конфигурации 7.2 реализовано несколько новых технологических решений и функций. Ресиверы обеспечивают обработку сигналов звука высокого разрешения, в том числе DSD с частотой дискретизации 5.6 МГц от интерфейса USB и от сети через проводные и беспроводные интерфейсы.



Рисунок 31. Ресиверы STR-DN860/DN1060.

Ресиверы STR-DN1060 поддерживают новую версию стандарта MHL 3.0 (Mobil High-Definition), предназначенного для подключения мобильных устройств через разъем Micro USB и передачи медиаконтента высокого разрешения. Стандарт MHL разработан совместно компаниями Sony и Nokia в 2010 году. Рассматриваемые аппараты обеспечивают подачу на разъемы Micro USB суммарного тока до 900 мА (DN1060), а через разъемы для подключения iPhone/iPad/iPod – до 1 А.

Приложение AirPlay поддерживает iPhone/iPad/iPod Touch с iOS 4.3 или более поздних версий, ПК с iTunes 10.2.2 и более поздних версий. Приложение «SonyPal» поддержива-

ется через беспроводной интерфейс Bluetooth 3.0 или через сетевой разъем LAN. Беспроводные интерфейсы работают в двух диапазонах частот – 2.4 ГГц и 5 ГГц; максимальный радиус действия для Bluetooth – 30 м (модуляция FHSS). В аппаратах реализованы и беспроводные интерфейсы LAN с двумя антеннами (Wireless LAN), обеспечивающие работу с устройствами, имеющими такой интерфейс.

Наиболее сложные конфигурации громкоговорителей обеспечивает модель DN1060, к которой могут быть подключены 9 колонок и телевизор в основной комнате, две колонки и телевизор в другой и две колонки в третьей.

УЗЧ ресиверов обеспечивают выходную мощность в стереорежиме 100 Вт + 100 Вт при THD = 0.09% на нагрузке 6 Ом в полосе частот 20 Гц ... 20 кГц (95 Вт + 95 Вт для DN860). Нормирован и коэффициент гармоник при малых уровнях мощности на выходе – от 250 мВт. Выходные каскады УМЗЧ ресиверов выполнены на упомянутых выше комбинированных транзисторах MN2488/MP1620, предусилители выполнены на дискретных транзисторах и дифференциальных парах P-N-P транзисторов в одном корпусе HN4A06J-GRBL (TE85R) фирмы Toshiba.

Sony STR-DN1070 (2016 г.) – по внешнему виду и характеристикам этот аппарат практически не отличается от модели DN1060, основное отличие – интерфейс HDMI с поддержкой телевизионных сигналов 4K и новой версии протокола HDCP2.2. **РЛ**

Литература

3. Юрий Петропавловский, «Эволюция систем цифровой записи на оптические диски», Радио, 2007, №2
4. Юрий Петропавловский, «Особенности выбора и применения микросхем ЦАП для звуковых приложений», РадиоЛоцман, 2011, июнь, стр. 16

6 февраля 1900 года впервые в России переданный на судно радиосигнал помог спасти людей

Жукинский В. Ф.

Первый в истории России сеанс радиосвязи, который помог спасти терпящих бедствие на море людей, состоялся 6 февраля 1900 года. Известие о том, что в районе острова Лавансари в открытое море движется оторвавшаяся от берега льдина с рыбаками, передал в эфир российский первооткрыватель практической радиосвязи Александр Степанович Попов. Сигнал был принят радиотелеграфистом находившегося в море ледокола «Ермак», который успел подойти и благополучно снять с дрейфующей льдины всех находившихся на ней людей.

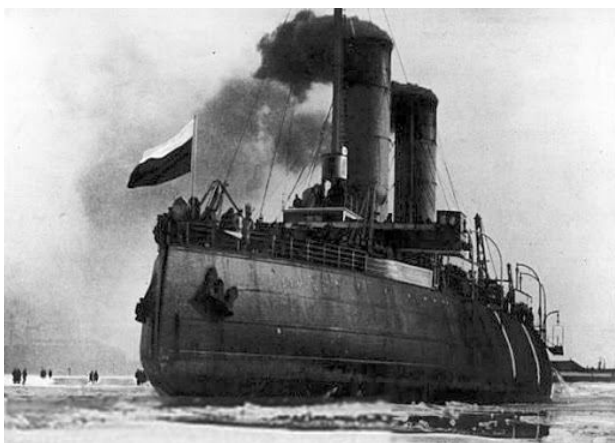


Александр Степанович Попов.
(Фото Википедия).

«Беспроволочный телеграф» доставили вовремя

Трагедии удалось избежать благодаря длинной цепи событий и просто удачному стечению обстоятельств. Впрочем, первое из них удачным назвать трудно. В конце 1899 года у берегов острова Гогланд столкнулся с подводной скалой и сел на мель броненосный крейсер «Генерал-адмирал Апраксин». Из-за сложной ледовой обстановки операцию по освобождению судна пришлось отложить до весны. А.С.Попову, который в то время только начал работы по оснащению кораблей российского флота радиотелеграфными устройствами, было поручено установить с лагерем спасателей надежную связь.

Все необходимое оборудование к российскому острову Гогланд переправили на ледоколе «Ермак». Расположенный неподалеку остров Лавансари относился к Финляндии. Именно с него 6 февраля на оторвавшейся от берега льдине в море унесло почти пять десятков рыбаков. «Ермак» к тому времени от Гогланда уже отошел. И если бы не радиотелеграфный аппарат, установленный на судне буквально несколько недель назад, люди на льдине наверняка бы погибли. Этот случай убедительно продемонстрировал возможности беспроводного телеграфа, которым в скором времени были оснащены все крупные корабли Российского флота.



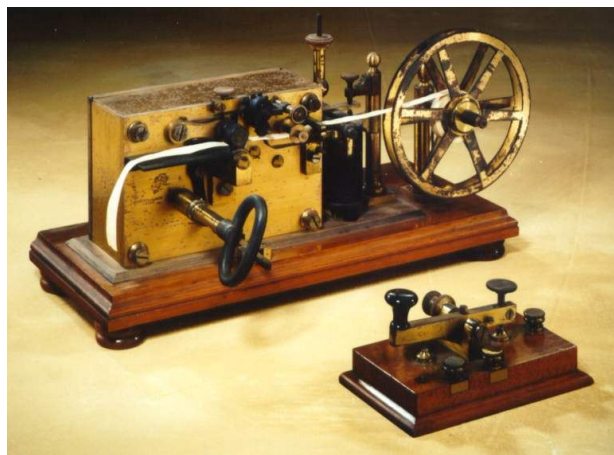
Ледокол «Ермак». (Фото Википедия).

Событие в проливе Ла-Манш

Стоит упомянуть, что примерно за 11 месяцев до спасения финских рыбаков экипажем ледокола «Ермак», радиосигнал помог выволить из беды тонущую баржу в проливе Ла-Манш. Это судно 3 марта 1899 года в густом тумане врезалось в плавучий маяк «East Godwin», закрепленный на якорях возле печально известной Мели Гудвина. Благодаря тому, что за три месяца до этого происшествия на маяке был установлен опытный экземпляр радиотелеграфа «Marconi», удалось вызвать помощь с берега и отбуксировать в порт баржу, быстро набравшую воду. Жизни моряков ничто не угрожало – они еще раньше оставили судно и добрались до берега на шлюпках.

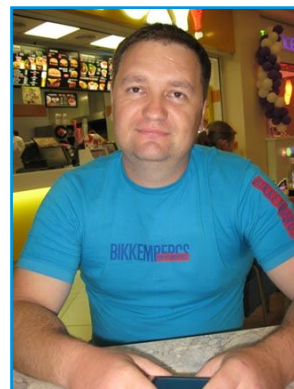
Каким радиотелеграфом был оборудован «Ермак»

Первые устройства для телеграфирования по радиоканалу, которые применялись во время экспериментальных сеансов связи с кораблями в Балтийском море, посылали и принимали высокочастотный сигнал с амплитудной модуляцией. Сообщения расшифровывали, глядя на мигающую лампу. А.С.Попову удалось выделить сигнал низкой частоты, и оснастить аппарат зуммером только в 1899 году. В этом же году выпуск радиотелеграфа новой конструкции освоила французская компания «Ducretet». На ледоколе «Ермак» был установлен именно такой аппарат. **РЛ**



Радиотелеграф «Ducretet». (Фото Telegraph Instruments of Europe).

Контроллер управления подсветкой рабочей зоны на кухне



Часть 1. Вариант на Arduino

Вадим Колесник, г. Тирасполь

Общие сведения

В статье пойдет речь о простом устройстве, которое я сконструировал для автоматического управления дополнительной светодиодной подсветкой на кухне. Поводом для разработки послужил ремонт помещения и полная замена кухонной мебели. До этого на старой кухне у меня была подсветка рабочей зоны (рабочий стол и мойка) на светодиодной ленте (светодиоды типоразмера 5050) с отдельным выключателем. После полного обновления интерьера кухни (и демонтажа светодиодной подсветки) стала резко ощущаться нехватка этого локального освещения. С креплением и размещением светодиодной ленты на новой кухне вопросов не возникло, а вот именно из-за отсутствия места для незаметной установки выключателя я и решил собрать устройство автоматического управления, не требующего каких-либо действий от пользователя (Рисунок 1).



Рисунок 1. Подсветка рабочей зоны на кухне с автоматическим управлением.

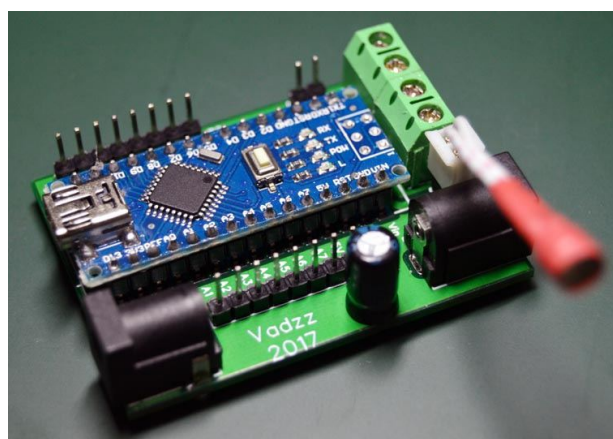


Рисунок 2. Контроллер управления подсветкой рабочей зоны на кухне (версия на Arduino Nano).

Мы рассмотрим два варианта устройства, выполняющих автоматическое управление локальным освещением рабочего стола (рабочей зоны) на кухне, но отличающихся элементной базой и дополнительным функционалом. Автоматическое управление освещением подразумевает плавное поэтапное включение и выключение подсветки на основе данных о текущей освещенности в помещении (и ее изменении) и наличии движения человека. Первый вариант устройства выполнен на Arduino Nano и после простой настройки работает полностью в автоматическом режиме (Рисунок 2). Второй вариант выполнен на Wi-Fi модуле типа NodeMCU (СМК ESP8266, ESP-12E) и, помимо выполнения основной функции, имеет дополнительные возможности онлайн контроля и управления. В последнем случае пользователь может со смартфона или из браузера вклю-

чить/выключить подсветку, а также получать данные о текущем уровне освещенности и режиме работы контроллера.

В текущих версиях программного обеспечения контроллеров реализованы два основных режима работы: ночной и дневной. Основные режимы состоят из нескольких фиксированных по времени этапов, последовательно выполняющихся в зависимости от активности, которую фиксирует датчик движения, и резкого увеличения уровня освещенности помещения. Более подробно режимы работы рассмотрим в разделе «Скетч Arduino».

В общем случае оба варианта устройства имеют одинаковую структурную схему: микроконтроллер, датчик освещенности (фоторезистор), датчик движения, схема питания, силовой транзистор для управления светодиодами или, как в моем случае, светодиодной

лентой. Отличия в схемотехнике двух устройств обусловлены спецификацией чипа ESP8266 (напряжение питания 3.3 В), а также расширенным функционалом устройства на NodeMCU. Идея создания второго варианта контроллера пришла после того, как я узнал об облачном сервисе [myDevices Cayenne](#) и оценил его работу на платформе Arduino, принимая во внимание поддержку чипа ESP8266 в интегрированной среде разработки Arduino IDE.

Принципиальная схема контроллера на Arduino

Изображенная на Рисунке 3 принципиальная схема контроллера подсветки очень проста. [Оригинал схемы](#) (и проект в целом) доступен пользователям в онлайн сервисе для проектирования электроники [EasyEDA](#), при

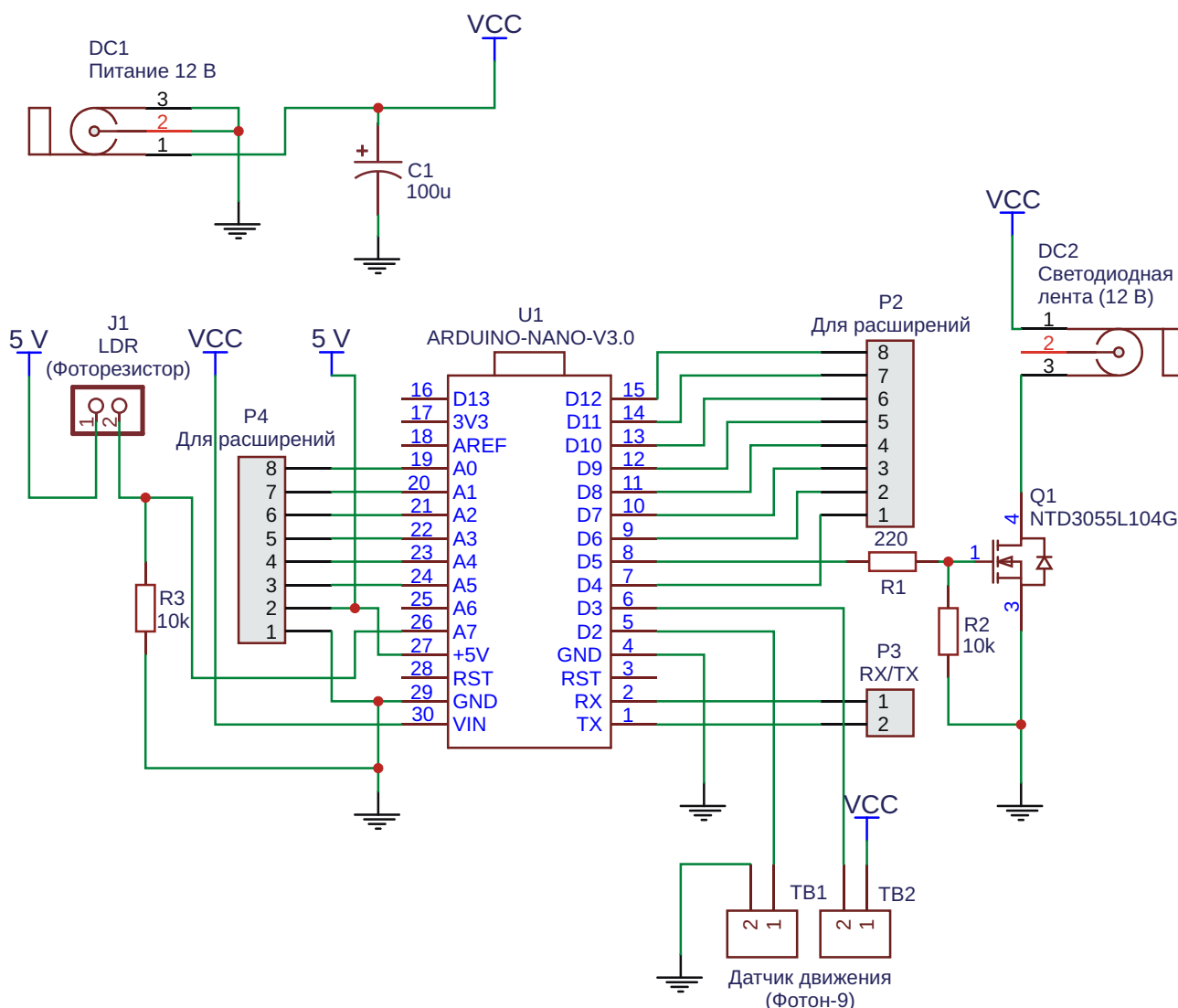


Рисунок 3. Принципиальная схема контроллера подсветки на Arduino.

этом вы можете перенести ее в свой проект, например с целью усовершенствования или модернизации, или экспортировать в графический формат. Интерфейс EasyEDA русифицирован, интуитивно понятен и обеспечивает все необходимые разработчику инструменты, поэтому рисование схемы не вызвало каких-либо затруднений (Рисунок 4). Замечу, что в схеме использованы элементы из основной базы EasyEDA, а также из доступных пользовательских библиотек.

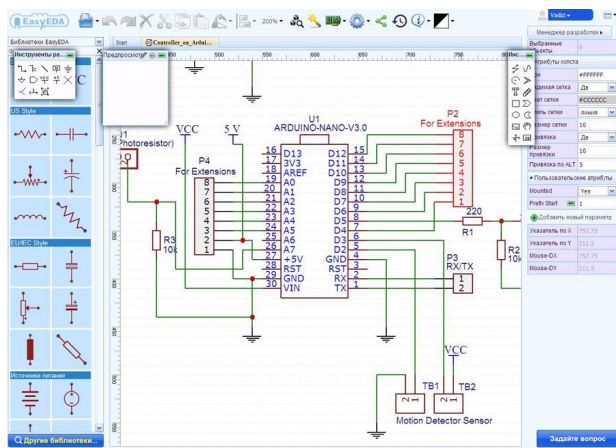


Рисунок 4. Разработка принципиальной схемы в онлайн редакторе EasyEDA.

В качестве датчика освещенности используется миниатюрный фоторезистор VT93N1 номиналом 12 кОм. Резистор R3 с фоторезистором образуют делитель напряжения, который подключается к аналоговому входу A7. Это самый простой способ подключения фоторезистора к Arduino.

Для обнаружения присутствия человека в помещении я использовал ИК датчик движения Фотон-9 от охранной сигнализации. (Важный момент, не путайте с датчиками движения для управления осветительными приборами). Без изменения схемы и прошивки возможно применение любого аналогичного датчика движения с нормально замкнутыми контактами реле и напряжением питания 12 В. Датчик подключается к контроллеру посредством совмещенного разъема TB1-TB2 (клеммники с винтовым зажимом). Сигнальная линия датчика движения (клемма С, см. описание датчика [1]) подключается к порту D2, который настроен как вход с внутренним подтягивающим резистором. К клемме NC датчика подключена «земля». В нормальном состоянии контакты реле датчика движения (NC и С) замкнуты, следовательно,

на входе D2 присутствует низкий логический уровень. При обнаружении движения контакты реле датчика размыкаются и, благодаря подтягивающему резистору, на входе D2 появляется высокий логический уровень.

Отмечу, что ИК датчики движения различных производителей имеют разную чувствительность (которая в большинстве случаев регулируется) и разные диаграммы направленности, поэтому на выбор места установки датчика придется потратить определенное время. В моем случае датчик расположен в верхнем углу напротив входной двери кухни (Рисунок 5) и, благодаря хорошей чувствительности, срабатывает уже при приближении человека к входу в помещение, отчего подсветка включается заблаговременно.



Рисунок 5. Расположение контроллера подсветки, ИК датчика движения и источников основного освещения в помещении.

Контакт 2 разъема TB2 подключен к свободному порту D3 Arduino и может использоваться для расширения функционала контроллера. Это же относится и к разъемам P2-P4.

Светодиоды или светодиодная лента с напряжением питания 12 В подключаются в разъем DC2. Микроконтроллер реализует ШИМ управление яркостью свечения светодиодов с помощью силового MOSFET NTD3055L (или аналогичного с логическим уровнем управления), затвор которого подключен к цифровому выходу Arduino D5.

Плата Arduino Nano содержит регулятор напряжения 5 В для питания микроконтроллера, поэтому необходимости в использовании дополнительной схемы питания нет, и напряжение 12 В с разъема DC1 поступает непосредственно на вход Vin платы Arduino. Напряжение 5 В с регулятора Arduino поступает на фоторезистор и на контакт 2 разъема P4.

Таблица 1. Список использованных компонентов

№ п/п	Обозначение в схеме	Количество	Корпус в EasyEDA	Примечание
1	DC1, DC2	2	DC-5020	Разъем питания DC
2	U1	1	ARDUINO NANO	
3	R1, R2, R3	3	1206	Резисторы SMD 1206
4	Q1	1	DPAK-3	MOSFET
5	C1	1	CAP-D5.0XF2.0	
6	P2,P4	2	HDR-8X1/2.54	Штыревые разъемы
7	P3	1	HDR-8X1/2.54	Штыревой разъем
8	TB1, TB2	2	DG126-02P	Клеммник винтовой
9	J1	1	M1X2	Штыревой разъем или отверстия для установки фоторезистора

Список использованных библиотечных компонентов, сформированный в редакторе EasyEDA, приведен в Таблице 1.

Скетч Arduino

Исходный код программы микроконтроллера (скетч) прост в понимании и снабжен комментариями. Скетч предоставляется «как есть»; не исключена возможность его дальнейшей оптимизации или внедрения дополнительных функций и режимов работы контроллера. Здесь все зависит от вашей фантазии и желания.

Данные о текущей освещенности и ее изменении микроконтроллер получает с фоторезистора. Интегрированный АЦП преобразует значение напряжения на входе A7 в цифровой код, который без каких-либо преобразований в неизменном виде используется в программе. В последующем описании цифровой код АЦП для простоты будем считать некими условными единицами.

Как отмечалось в начале статьи, контроллер работает в ночном и дневном режимах. Это основные режимы работы, которые выполняются поэтапно:

- Дневной режим работы активен при недостаточной освещенности помещения (15 – 110 единиц):

◦ Этап 1:

При обнаружении движения на 3 минуты плавно включается подсветка с яркостью 20%. Если по завершении этого этапа фиксируется движение, то происходит переход на этап 2. Если движение отсутствует, подсветка плавно выключается;

◦ Этап 2:

Яркость подсветки плавно увеличивается до 100%, начинается отсчет 7-минутного интервала. При каждой фиксации движения отсчет сбрасывается и вновь начинается с нуля;

◦ Этап 3:

По истечении 7-минутного интервала яркость плавно снижается до 20% и происходит переход на этап 1;

- Ночной режим работы активен при низкой освещенности (менее 15 единиц):

◦ Этап 1:

При обнаружении движения на 3 минуты плавно включается подсветка с яркостью 10%. Если по завершении этого этапа фиксируется движение, то происходит переход на этап 2. Если движение отсутствует, подсветка плавно выключается;

◦ Этап 2:

Яркость подсветки плавно увеличивается до 50%, начинается отсчет 7-минутного интервала. При каждой фиксации движения отсчет сбрасывается и вновь начинается с нуля;

◦ Этап 3:

По истечении 7-минутного интервала яркость плавно снижается до нуля.

Описание и выбор соответствующих режимов работы в программе микроконтроллера я пояснил комментариями.

Резкое изменение уровня освещенности (включили основной свет) контроллер определяет по разности двух последовательных измерений освещенности, выполняемых каждую секунду. Для этого используется функция

LightingChange_Det(). Если выявлено резкое увеличение освещенности (разность более 40 в коде АЦП), то контроллер, в соответствии

с текущим основным режимом работы, перейдет на следующий этап, включив подсветку или увеличив ее яркость (Листинг 1).

Листинг 1. Функция контроля освещенности.

```
void LightingChange_Det () {
    current_luminosity = analogRead(Light_Sensor);
    if ((current_luminosity - previus_luminosity > 40) && (Light_On == false)) {
        mode = 1;    //включили основной свет, подсветка была выключена;
        Mode_Set();  //включаем подсветку (дневной режим, этап 1)
    }
    if ((current_luminosity - previus_luminosity > 40) && (Light_On == true) && (mode == 1)) {
        mode = 2;    //включили основной свет, подсветка активна (дневной режим);
        Mode_Set();  //увеличиваем яркость (дневной режим, этап 2)
    }
    else if ((current_luminosity - previus_luminosity > 40) && (Light_On == true) && (mode == 4)) {
        mode = 5;    //включили основной свет, подсветка активна (ночной режим);
        Mode_Set();  //увеличиваем яркость (ночной режим, этап 2)
    }
    previus_luminosity = current_luminosity;
    if ((current_luminosity > 110) && (Light_On == true)) {
        mode = 0;    //уровень освещения стал достаточным
        Mode_Set();  //выключаем подсветку
    }
}
```

Этой же функцией контролируется уровень освещения в помещении, и, если он стал достаточным (более 110 единиц), подсветка не включается, или уровень яркости плавно снижается до нуля. Обратите внимание, что в моем случае контроллер расположен на верхних шкафах кухонной мебели, а основное освещение выполнено точечными светодиодными светильниками. Поэтому фоторезистор не засвечивается ни искусственным освещением, ни естественным из

окна, ни самой подсветкой рабочей зоны. Замечу, что при таком размещении фоторезистор более выражено реагирует на естественное освещение, нежели на искусственное (светодиодные лампы).

В программе микроконтроллера все временные задержки формируются без использования функции **delay()**. Используется конструкция на основе функции **millis()** (Листинг 2).

Листинг 2. Формирование временных интервалов с помощью функции **millis()**.

```
if (millis() - timeout_1 >= interval_1) { // формируем интервал 1 с
    timeout_1 = millis();                // каждую секунду проверяем уровень освещенности
    LightingChange_Det();                // и его изменение
}
```

Проверка всех условий и установка необходимого режима работы выполняется с помощью операторов «**if...else**», непосредственное управление ШИМ выходом с учетом установленного режима работы выполняется в отдельной функции **Mode_Set()**, в

которой используется конструкция «**switch...case**».

Настроить режимы работы контроллера не составит труда – потребуется определить уровни освещенности для ночного и дневного режима работы, время работы этапов, а

также определить изменение уровня светового фона при включении основного освещения. Для упрощения настройки можно в исходный код включить функции вывода отладочной информации.

Исходный код (скетч) доступен для скачивания в разделе загрузок.

Печатная плата

Печатная плата контроллера также проектировалась в онлайн редакторе EasyEDA по принципиальной схеме. Размещение корпусов элементов, указанных в схеме, и их группировка в пределах контура будущей платы осуществляются автоматически по нажатию одной кнопки в редакторе. Корпуса элементов размещаются последовательно и компактно, но не накладываются друг на друга. Также как и создание принципиальных схем, проектирование печатной платы в EasyEDA не вызвало затруднений (Рисунок 6).

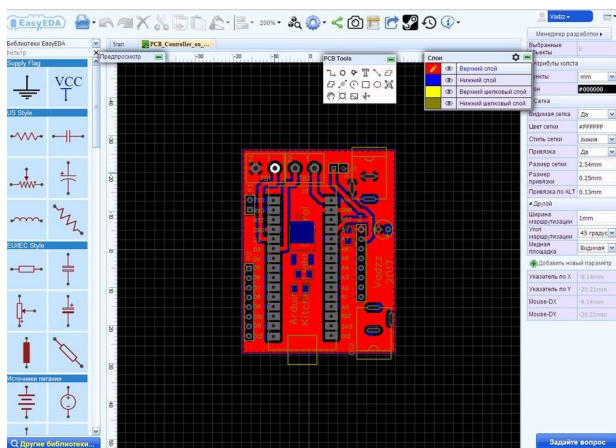


Рисунок 6. Проектирование печатной платы в EasyEDA.

После ручного размещения элементов на плате можно выполнить автоматическую трассировку, либо рисовать печатные проводники в ручном режиме. Автотрассировщик очень прост в настройке, работает достаточно быстро и эффективно. Все инструменты, необходимые для ручного рисования и редактирования элементов печатной платы, переключения режимов отображения слоев, доступны в панели управления.

Печатная плата двухсторонняя, без межслойных переходов, с заливкой на верхнем и нижнем слое (GND, земля) и шелкографией на верхнем слое (Рисунок 7). [Заказ](#) на производство плат оформил непосредственно из

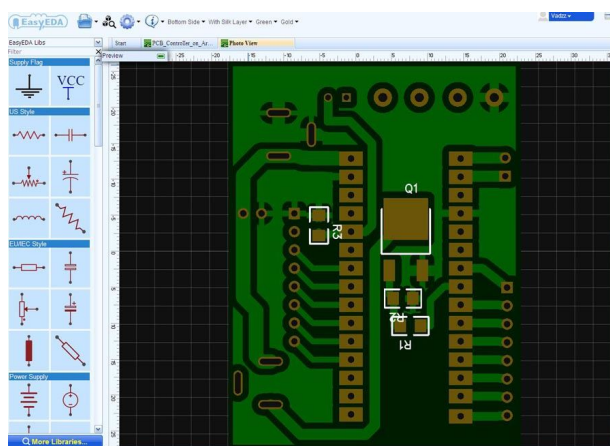


Рисунок 7. Фото-вид печатной платы в редакторе EasyEDA.

редактора, при этом автоматически были сгенерированы [Gerber-файлы моего проекта](#) (архив доступен для скачивания в секции загрузок). Кроме того, в EasyEDA встроен очень полезный инструмент для просмотра Gerber-файлов – [GerberViewer](#). Минимальный заказ (5 штук) был выполнен в течение трех рабочих дней и отправлен почтой.

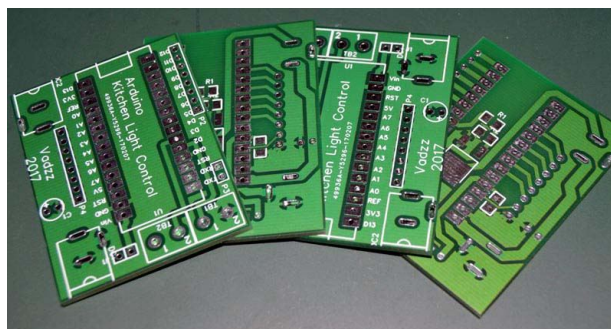


Рисунок 8. Комплект печатных плат, изготовленных в EasyEDA.

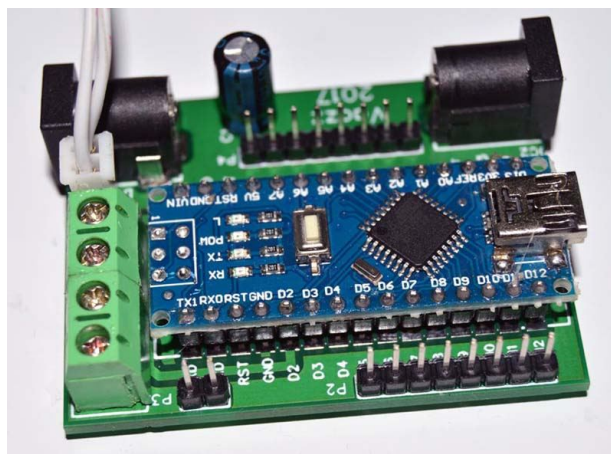


Рисунок 9. Плата контроллера подсветки с установленными компонентами.

Качество изготовления плат очень порадовало (Рисунок 8). Возможно, это не тот случай, чтобы судить о возможностях оборудования и производства ввиду достаточно широких печатных проводников и больших зазоров, но выглядят платы достойно. К качеству печатных проводников, шелкографии и металлизации отверстий претензий нет. Все размеры, в том числе диаметры отверстий, соответствуют проекту, выводы всех элементов устанавливались в отверстия без усилия.

Вид платы с установленными компонентами показан на Рисунке 9. **РЛ**

Ссылки

1. [Извещатель охранный объемный оптоэлектронный ИО409-8 «ФОТОН-9»](#). Инструкция по установке и эксплуатации

Дополнительные материалы

1. [Онлайн система проектирования электроники EasyEDA](#)
2. [Все проектные файлы для контроллера подсветки на Arduino](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet ON Semiconductor NTD3055L](#)
2. [Datasheet PerkinElmer VT93N1](#)

Окончание в следующем номере

Загрузки

Принципиальная схема (версия на Arduino, pdf)	
Печатная плата (Gerber)	
Исходный код (скетч Arduino)	

Двухнаправленный DC/DC преобразователь управляет инвертором

Victor Khasiev, Linear Technology

Design Note 558

Введение

Двухнаправленный повышающе-понижающий DC/DC преобразователь LTC3110 заряжает и балансирует ионистор при наличии напряжения на шине питания (например, 3.3 В), и разряжает ионистор на нагрузку, когда напряжение исчезает. LTC3110 поддерживает на шине номинальный уровень напряжения (3.3 В в примере на Рисунке 1) даже в тех случаях, когда напряжение на ионисторе выше или ниже номинального напряжения шины. Такая поддержка нагрузки позволяет

производить резервное копирование и сохранение данных во время отключения питания, что крайне важно для многих промышленных и автомобильных приложений.

Низкопрофильный источник питания для питания системы резервирования данных

Для промышленных и автомобильных приложений характерны низкое качество и нестабильность напряжения источников питания. В автомобильном оборудовании номинальное

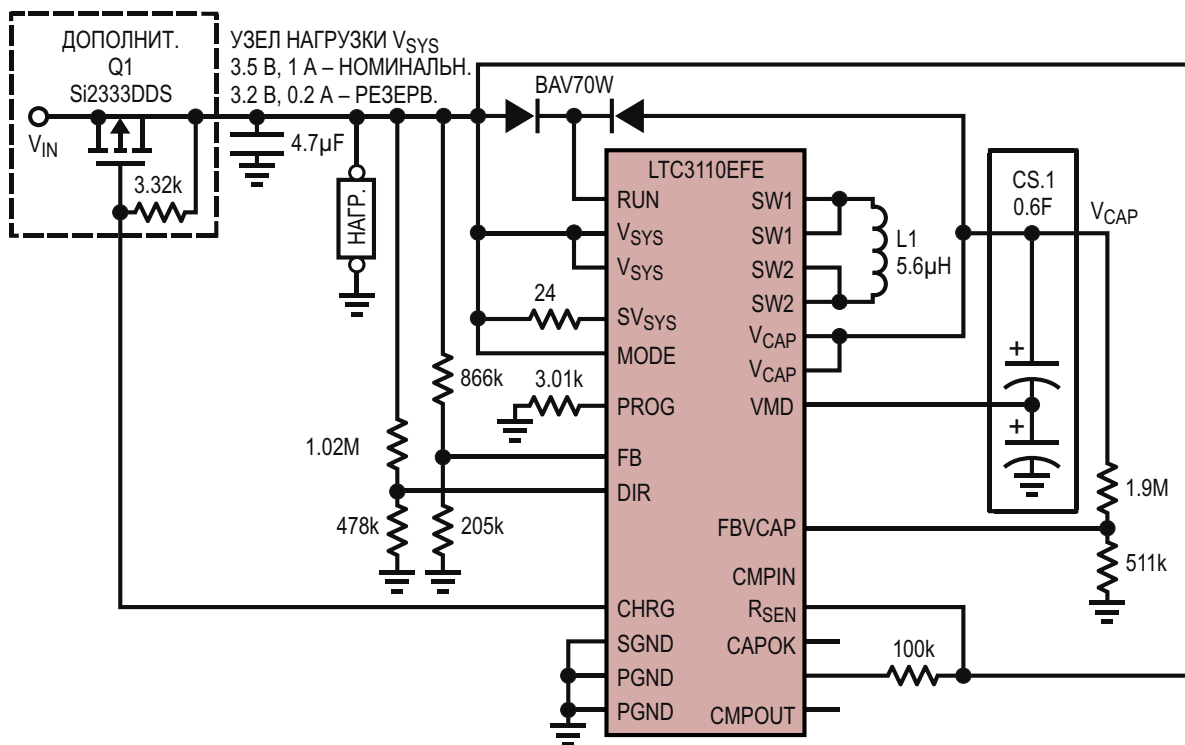


Рисунок 1. Типовая схема включения LTC3110. $V_{SYS} = 3.3\text{ В}$, $V_{CAP} = 5.0\text{ В}$.

напряжение 12 В может изменяться от 4 В при запусках холодного двигателя до 40 В при сбросах нагрузки. 24-вольтовое оборудование, используемое на заводах и фабриках, подвержено влиянию скачков и провалов напряжения, возникающих при работе электрических двигателей и соленоидов.

Однако есть нечто, объединяющее промышленные устройства с потребительской электроникой, – это тенденция к большей компактности и мобильности. Свободного

места для электроники в современном промышленном оборудовании становится все меньше. Для промышленных блоков и модулей первостепенное значение имеет объем, и в частности, толщина устройств хранения данных. В связи с этим понятно стремление разработчиков минимизировать профили выбираемых компонентов. В Таблице 1 представлены две группы пассивных компонентов, дифференцированные по толщине: 1 мм и 2.5 мм. Необходимые полупроводниковые

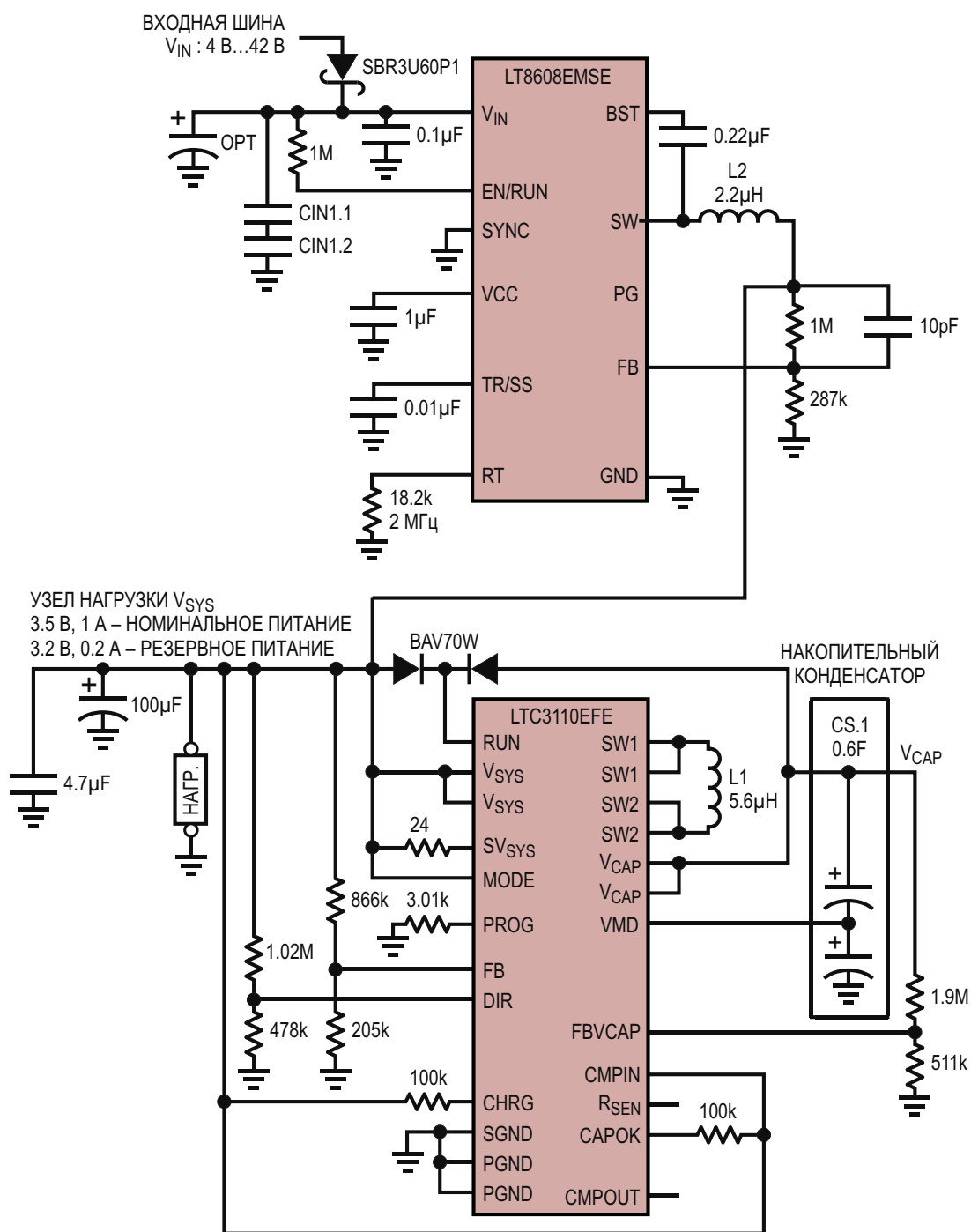


Рисунок 2. Высоковольтное приложение на основе LTC3110. $V_{IN} = 4 \text{ В} \dots 40 \text{ В}$, $V_{SYS} = 3.3 \text{ В}$, $V_{CAP} = 5.0 \text{ В}$.

Таблица 1. Компоненты преобразователя для решений толщиной 1 мм и 2.5 мм

Высота	L1	L2	CS1	CIN1
Поставщик	Würth Elektronik	Würth Elektronik	CAP-XX	TDK
1 мм	74437321022	74437321056	2 × HS103F	2 × C3216JB1H475K085AB
2.5 мм	74437334022	74437334056	HS206F	C3225X7R2A225K230AB

компоненты в эту таблицу не включены, поскольку толщина контроллеров, MOSFET и резисторов не превышает 1 мм.

На Рисунке 2 изображена схема низкопрофильного накопителя энергии для системы резервирования или беспроводной передачи данных, где входное напряжение не только меняется в очень широком диапазоне от 4 В до 40 В, но и может полностью прерываться.

В этом законченном решении для промышленных или автомобильных приложений использованы два преобразователя. Преобразователь, основанный на микросхеме контроллера заряда ионисторов LTC3110, заряжает накопительный конденсатор при наличии входного напряжения, а в периоды отсутствия напряжения обеспечивает систему стабилизированным питанием. В нормальном режиме работы, когда на входе присутствует напряжение источника 4...40 В, питание чувствительных электронных нагрузок и LTC3110 поддерживается понижающим преобразователем на основе LT8608.

Высокоэффективный синхронный понижающий преобразователь LT8608 отличается большим диапазоном входных напряжений, расширенным до интервала 3 В ... 42 В. Высокая верхняя граница 42 В позволяет уменьшить объем схем, необходимых для защиты системы, практически устраняя необходимость в диодных ограничителях напряжения (TVS). Понижающий преобразователь поддерживает напряжение системной шины в пределах 3.3 В.

Когда входное напряжение отключается, на смену приходит контроллер заряда ионисторов, и стабилизированное напряжение на шину питания 3.3 В начинает поступать уже с его выхода. Таким образом, в нормальных условиях питание системы обеспечивается напряжением 3.5 В, регулируемым микросхемой LT8608, а при обнаружении аварийных режимов питание системы принимает на

себя контроллер LTC3110, выходное напряжение которого равно 3.2 В. Эти напряжения не выходят за границы отклонений, рекомендованных для логических схем с номинальным напряжением питания 3.3 В. Флаг $\overline{\text{CHRG}}$ может использоваться для информирования цифровых систем о необходимости отключения неосновных нагрузок и служить сигналом к началу резервного копирования или беспроводной передачи данных.

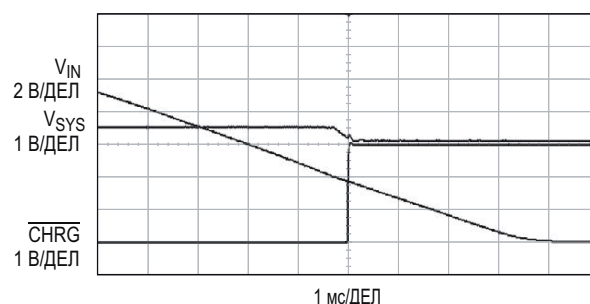


Рисунок 3. Переключение источников питания системы. (V_{SYS} – напряжение нагрузки, V_{IN} – входное напряжение, $\overline{\text{CHRG}}$ – флаг статуса).

Рисунок 3 иллюстрирует начало процесса смены источников питания системы: понижающий преобразователь LT8608 выключается, и одновременно включается контроллер заряда ионисторов LTC3110.

Заключение

Высокоинтегрированное устройство заряда и балансировки ионисторов LTC3110 может использоваться в низкопрофильных решениях, предназначенных для резервного копирования и сохранения данных в автомобильных и промышленных приложениях. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC3110](#)
2. [Datasheet Linear Technology LT8608](#)

Простая схема отключения нагрузки

Larry Suppan, Maxim Integrated

Application Note 657

Поместив схему отключения нагрузки на выходе индуктивного повышающего DC/DC преобразователя, можно обеспечить запуск регулятора при намного бóльших токах нагрузках, чем это было бы возможно без дополнительной схемы (Рисунок 1). В режиме отключения преобразователя эта схема полностью изолирует аккумулятор от нагрузки. Схема повышает напряжение одноэлементного NiMH аккумулятора до 3.3 В и обеспечивает выходные токи до 600 мА. Благодаря высокому КПД, низкому току потребления (например, 120 мкА в рабочем режиме,

20 мкА в спящем режиме) и достаточному току, отдаваемому после запуска, повышающие регуляторы являются отличными приборами для портативных приложений. Однако многие из них не могут запускаться при максимальных токах нагрузки, если входное напряжение низкое, что типично для схем с питанием от одноэлементных аккумуляторов. Эта проблема возникает в связи с тем, что низковольтные повышающие КМОП регуляторы получают питание от собственных выходов, напряжение на которых в момент запуска равно входному напряжению V_{IN} за

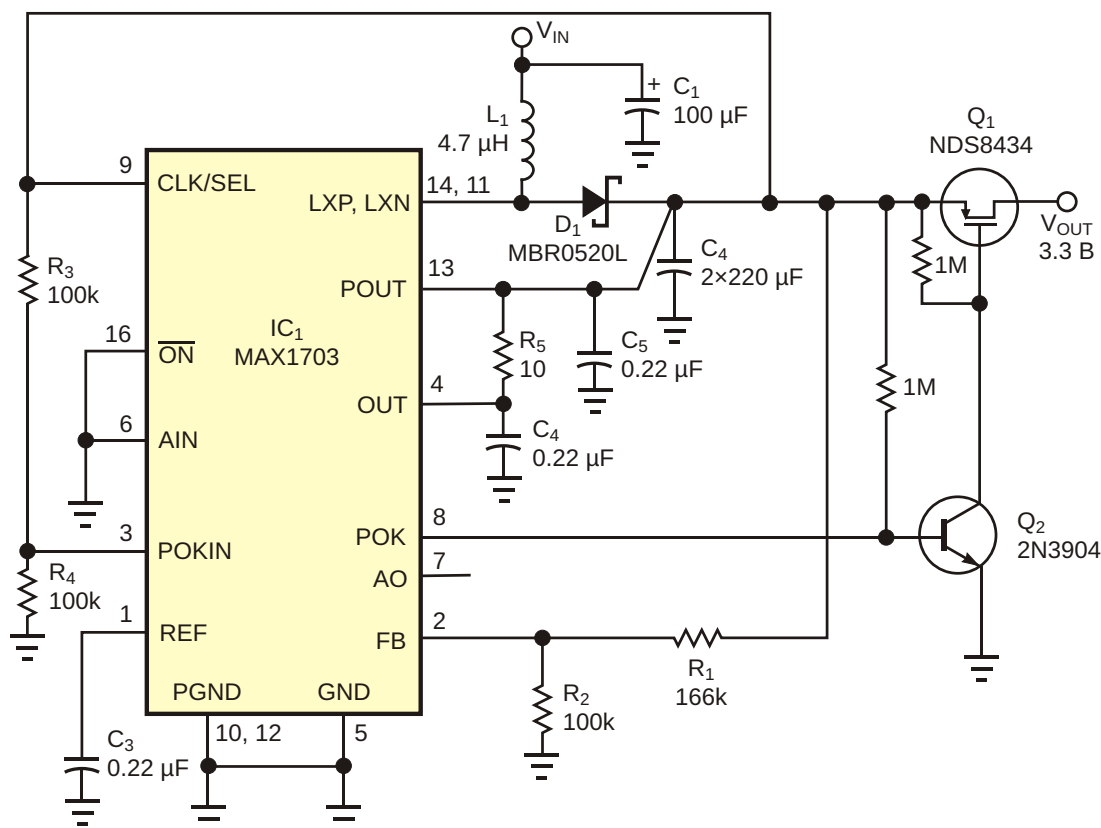
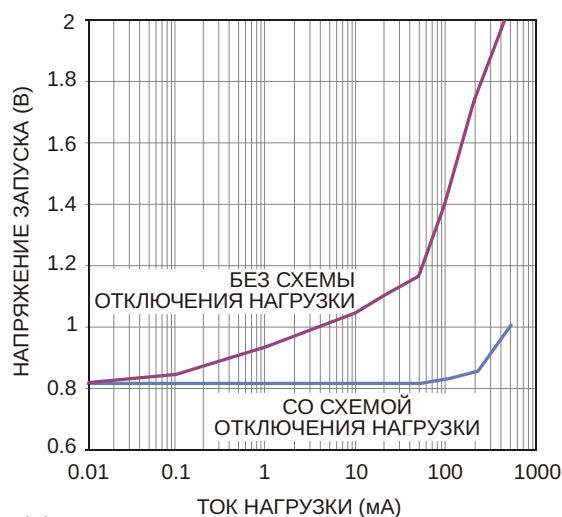
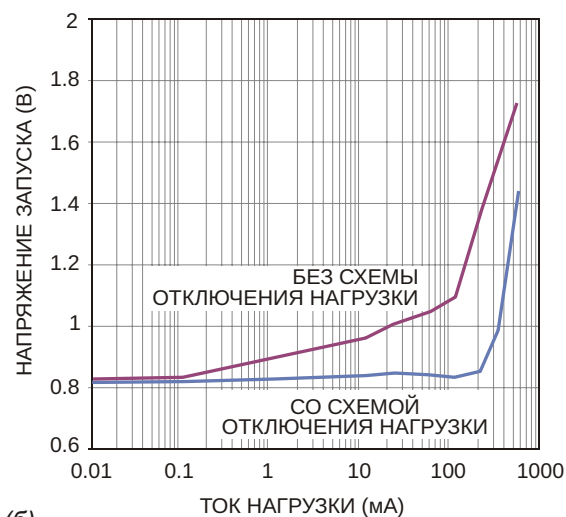


Рисунок 1. Добавление пары транзисторов позволяет импульсному регулятору запускаться при полной нагрузке и низких входных напряжениях.



(а)



(б)

Рисунок 2. Схема отключения нагрузки на Рисунке 1 позволяет регулятору запускаться при полной нагрузке и низких входных напряжениях (а). Небольшая модификация схемы на Рисунке 1 обеспечивает работу при выходном напряжении 5 В (б).

вычетом падения напряжения на диоде. Низкие уровни входного напряжения не позволяют ключевому транзистору открыться полностью, поэтому, представляя большое сопротивление, транзистор ограничивает пиковый ток индуктивности. В результате схема не может отдать ток, достаточный для одновременного питания нагрузки и заряда выходного конденсатора.

Чтобы обойти эту проблему и обеспечить надежный запуск схемы, в большинство микросхем регуляторов добавляются цепи блокировки питания при пониженном напряжении (undervoltage lockout – UVLO). Так, например, микросхема IC₁ представляет собой синхронный повышающий преобразователь, работа которого не может начаться до тех пор, пока его выходное напряжение не превысит внутренний порог UVLO, равный 2.3 В.

Вы можете обойти это ограничение с помощью внешнего MOSFET Q₁, работающего как прерыватель нагрузки, и компаратора «питание в норме» (power-OK – POK), имеющегося во многих низковольтных импульсных регуляторах. Резисторы R₃ и R₄ устанавливают порог этого компаратора равным 2.5 В,

позволяя входному напряжению V_{IN} подниматься выше порога UVLO. Выходной сигнал POK, управляющий транзистором Q₁, сначала инвертируется MOSFET Q₂. Q₁ отключает нагрузку, давая возможность напряжению V_{OUT} увеличиться до уровня (выше UVLO), при котором транзистор Q₁ будет гарантированно полностью открыт. В результате даже при максимальной нагрузке схема может запускаться при входных напряжениях всего 0.8 В (Рисунок 2а). Поскольку напряжение обратной связи для регулятора берется до этого ключа, на выбор MOSFET для конкретного приложения влияют ток нагрузки и требуемое качество стабилизации выходного напряжения. Используемый в схеме MOSFET имеет низкое пороговое напряжение. Соединением входа FB (вывод 2) с землей и удалением из схемы резисторов R₁ и R₂ схема превращается в стабилизатор напряжения 5 В с примерно такими же характеристиками, как у варианта 3.3 В (Рисунок 2б). **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX1703](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor NDS8434](#)

Один вывод микроконтроллера измеряет уровень освещенности и управляет яркостью светодиода

Loren Passmore

EDN

Как и в предыдущей статье [1], ниже описывается схема, в которой светодиод используется одновременно как преобразователь для измерения уровня окружающей освещенности и как источник света. Здесь используется тот же принцип, но теперь схема состоит всего из одного светодиода, двух резисторов, одной микросхемы и одного блокировочного конденсатора емкостью 0.1 мкФ. Дополнительные компоненты для цепи обратной связи по освещенности в этой схеме не требуются. Несмотря на небольшое количество компонентов, схема на Рисунке 1 является достаточно гибкой и универсальной, благодаря программе микропроцессора,

управляющей яркостью свечения светодиода и ее зависимостью от уровней внешней освещенности. В одном из режимов работы схемы, рассчитанном на приложения ночного освещения, светодиод включается при снижении уровня внешней освещенности. Второй режим, ориентированный на экономию энергии, расходуемой светодиодной подсветкой портативных устройств, наоборот, включает светодиод, когда уровень внешней освещенности увеличивается.

В разделе «Загрузки» можно скачать пример программного кода для этой схемы, с помощью которого в любом режиме реализуется 64-уровневое ШИМ управление яркос-

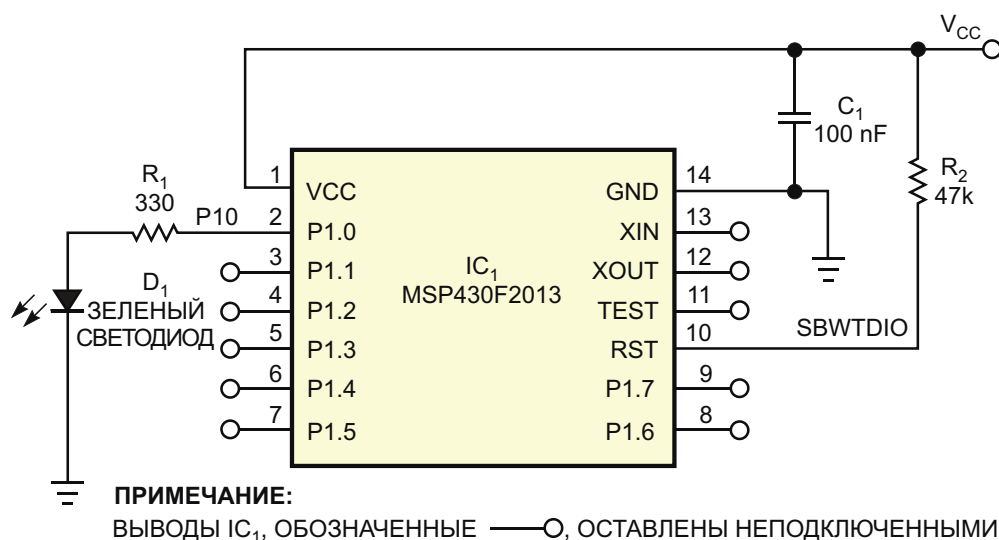


Рисунок 1. Вся схема состоит из светодиода, микроконтроллера, двух резисторов и одного конденсатора.

тью свечения светодиода. В процессе работы один из многофункциональных выводов микропроцессора в течение нескольких сотен миллисекунд регулирует ток светодиода с помощью сигнала ШИМ. Завершив генерацию ШИМ, программа переключает вывод микроконтроллера в режим ввода и подключает светодиод к входу внутреннего 16-битного сигма-дельта АЦП. Теперь под действием внешнего света светодиод начинает вырабатывать напряжение, величина которого измеряется АЦП и используется микропроцессором для вычисления параметров ШИМ для следующих циклов подсветки. Высокая частота чередования циклов измерения и подсветки исключает любое видимое глазом мерцание яркости.

Как видно из листинга, когда программа, основываясь на уровне внешней освещенности, принимает решение о выключении светодиода, центральный процессор на 250 мс переходит в режим пониженного энергопотребления. Во время спящего режима и в течение нескольких сотен микросекунд, пока выполняется преобразование в АЦП, схема потребляет незначительный ток порядка 20 мкА, что позволяет использовать ее в приложениях с батарейным питанием.

При запуске микропроцессор запоминает начальное значение напряжения на светодиоде и использует его для масштабирования уровней ШИМ. При затенении светодиода или при перемещении схемы в более темную область яркость светодиода немедленно начинает увеличиваться небольшими последовательными приращениями уровней 64-разрядной ШИМ. Входное сопротивление АЦП микроконтроллера MSP430F2013

равно примерно 200 кОм. При работе на такой импеданс напряжение, генерируемое светодиодом в небольшом корпусе SMD типа-размера 0805, составляет всего несколько десятков милливольт. Однако разрешения, с которым 16-битный АЦП микроконтроллера MSP430F2013 измеряет напряжение светодиода, достаточно для того, чтобы при нормальном освещении комнаты обеспечить хорошие характеристики схемы.

Кроме того, для увеличения уровня очень маленького выходного напряжения светодиода можно использовать интегрированный в MSP430F2013 усилитель с программируемым коэффициентом усиления, значение которого можно установить равным 1, 2, 4, 8, 16 или 32. Схема потребляет небольшую мощность, поскольку тактируется встроенным низкочастотным генератором микропроцессора без использования внешнего кварцевого резонатора. Полная схема состоит всего из шести компонентов, включая батарею. **РЛ**

Примечание:

Программный код может выполняться на демонстрационной плате eZ430 компании Texas Instruments без каких-либо аппаратных доработок, поскольку на плате имеется светодиод, подключенный к порту P1.0.

Ссылки

1. Myers, Howard, "[Stealth-mode LED controls itself](#)," EDN, May 25, 2006, pg 98.

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments MSP430F2013](#)

Загрузки

[Пример программного кода, иллюстрирующий работу схемы](#)



Индукционный приемник

Charles Wenzel

Techlib.com

Изображенная на Рисунке 1 схема индукционного приемника имеет очень высокую чувствительность и может использоваться для самых различных целей. Она отлично подойдет для поиска скрытой проводки, приема аудио от индукционного передатчика, прослушивания молний и других электростатических разрядов, а также для «перехвата» сообщений с телефонов и других устройств, создающих магнитное поле звуковой частоты («телефонный звукозаписывающий»).

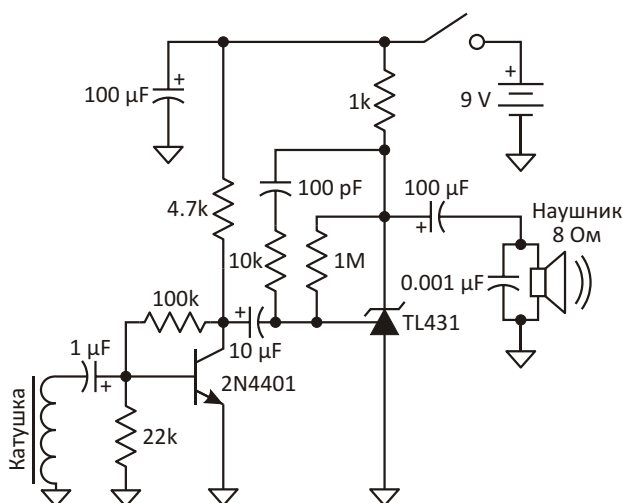


Рисунок 1.

В качестве приемной катушки можно использовать «телефонный звукопередатчик», если вы сможете его достать, или подходящую катушку от другого устройства. В макете описываемой в статье схемы применялась катушка, извлеченная из 24-вольтового реле. На самом деле потребовалось два реле, так как первое было разломано при попытке удалить окружающие металличе-

кие детали, чтобы остался только один соленоид. Для того чтобы обезопасить тонкие провода от обрыва, использовалась эпоксидная шпатлевка. В целом, эта операция оказалась немного сложной. Катушка от герконового реле даст меньшую чувствительность зато будет намного проще в обращении. Экспериментируя, можно попробовать увеличить индуктивность геркона, заменив колбу с контактом на сердечник из мягкого железа. Избегайте экранированных катушек и катушек с железными полюсными наконечниками, сконструированными для концентрации магнитного поля в небольшой области (таких как реле или трансформаторы), если не уверены, что сможете удалить железо. В конце концов, должен получиться очень простой соленоид – что-то вроде провода, намотанного на гвоздь. Не пытайтесь наматывать катушку самостоятельно – в ней слишком много витков. Оцените несколько разных катушек на слух. Катушки со слишком маленькой индуктивностью будут создавать звук с «жестяным» оттенком и слабым уровнем на низких частотах, а другие катушки будут звучать приглушенно, особенно большие катушки с железными сердечниками. Прототип приемника испытывался с катушкой без сердечника, имевшей индуктивность 100 мГн, и показал отличные результаты, однако диаметр 5 сантиметров для этого устройства был слишком велик.

Остальные компоненты не особенно критичны. 2N4401 – это обычный малосигнальный NPN транзистор общего назначения. Шунтовой регулятор напряжения TL431 в этой схеме выполняет функцию аудио усилителя. Фактически, все устройство – не более чем маломощный аудио усилитель с боль-

шим коэффициентом усиления, к входу которого подключена приемная катушка, поэтому одинаково хорошо здесь будут работать и другие усилители.

Схема собрана в коробке из-под 8-миллиметровой видео кассеты, на боковой стороне которой установлены выключатель питания и разъем наушников (Рисунок 2). Платой служит прямоугольник из розового ламината для столешниц, цвет которого хорошо сочетается с фиолетовым оттенком корпуса. Батарея прекрасно помещается в коробке, а место, оставшееся свободным, заполняется кусочком вспененного пластика. Из этих футляров от видеокассет получают прекрасные корпуса для любительских проектов, в отличие от слишком хлипких коробок из-под аудио кассет.

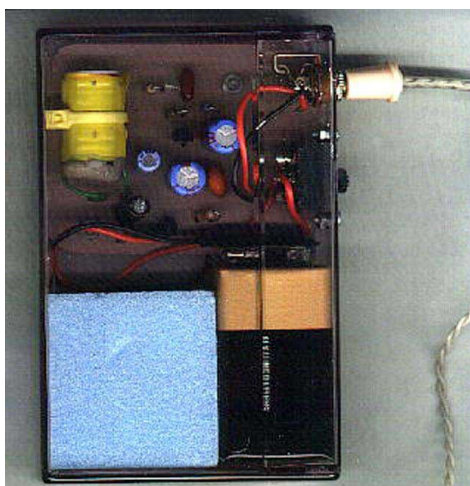


Рисунок 2.

Весьма вероятно, что, включив устройство в первый раз, вы услышите сильное гудение от проводки в помещении. Чтобы найти «ноль», где фон минимален, вращайте приемник в горизонтальной плоскости. Если удастся получить приемлемый «ноль», вы сможете услышать далекие потрескивания молний или магнитные шумы от других источников. Если избавиться от шумов не удастся,

выйдите на улицу подальше от здания. Попробуйте подносить приемник к таким электронным устройствам, как компьютерный монитор, телефон (когда он работает), сотовый телефон и т. д. Наличие скрытой силовой электропроводки вы можете определить, услышав резкое увеличение сетевого фона во время прохождения прибора мимо провода. Удостоверьтесь, что по проводам, которые вы собираетесь искать, течет ток, для чего включите лампу или другой бытовой прибор.

Попробуйте провести такой эксперимент: соберите схему, которая мигала бы лампой, включенной в ту цепь, которую вы хотите проверять. Требуемый провод теперь будет издавать легко различимый прерывистый гул.

Проследить расположение других проводов можно, если по ним протекает переменный ток звукового диапазона частот или, если вы можете подключить к ним звуковой генератор. Подключите генератор к интересующему вас проводу, а «землю» генератора соедините с шиной заземления домашней проводки. Заземлите также дальний конец провода, который вы собираетесь искать, чтобы через него протекал ток. Этой связью с землей может быть положенный на пол временный провод, идущий от земли генератора к дальнему концу проверяемого провода.

Для самых пытливых: попробуйте обернуть один или два витка провода вокруг всего дома и подключить петлю к выходу аудио усилителя мощности. (Усилитель должен работать в одноканальном режиме). Для защиты усилителя последовательно с выходом включите мощный 4-омный резистор. Вы должны быть в состоянии довольно легко принять магнитное поле в любом месте в пределах петли при выходной мощности усилителя всего несколько ватт. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments TL431](#)

Для подключения линейных датчиков к АЦП достаточно начальной математики

Robert F. Coughlin

Electronic Design

Добавление «интеллекта» к измерительным системам стало общепринятой практикой благодаря широкой доступности и дешевизне 8-разрядных микроконтроллеров, которые можно программировать на многих популярных современных языках высокого уровня (например, С или Basic). При этом основная проблема зачастую бывает связана с формированием нормализованного несимметричного выходного сигнала датчика, обеспечивающего использование полного размаха входного напряжения аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера.

С помощью начальной математики и системного подхода можно легко определить параметры необходимого оборудования и спроектировать его. Эта технология доста-

точно универсальна и может применяться ко всем линейным датчикам.

Рассмотрим устройство, которое должно преобразовывать температуру от 0 °С до 50 °С в сигнал 0...5 В – распространенный диапазон входных напряжений 8-битных АЦП. Эта линейная система описывается следующим уравнением:

$$V_o = 100 \frac{\text{мВ}}{^{\circ}\text{C}} T. \quad (1)$$

Если в качестве датчика температуры выбрать недорогой кремниевый диод 1N914A, мы сможем описать его поведение линейным выражением, типичным для подо-

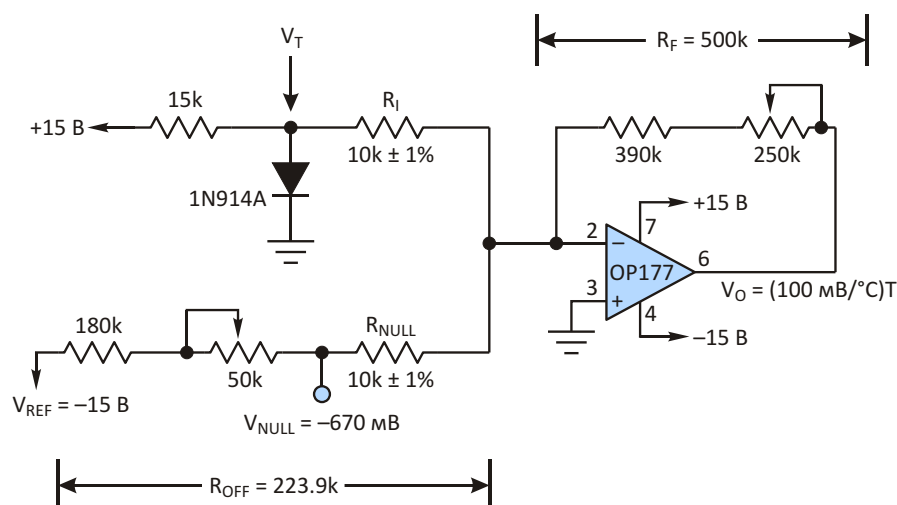


Рисунок 1. Несколько простых уравнений позволяют легко сконструировать схему преобразования сигнала для подключения датчика температуры к микроконтроллеру.

бных полупроводниковых датчиков температуры:

$$V_T = 2.0 \frac{\text{мВ}}{^\circ\text{C}} T - 670 \text{ мВ}, \quad (2)$$

где V_T – падение напряжения на диоде, зависящее от температуры. Решая Уравнение 2 относительно температуры T , и подставляя это значение в Уравнение 1, мы получим расчетную формулу, описывающую электронную схему, необходимую для правильного подключения датчика к входу АЦП микроконтроллера:

$$V_O = 50V_T - 33.5 \text{ В}. \quad (3)$$

Уравнение 3 показывает, что схема преобразования сигнала должна усилить V_T на -50 и сдвинуть это напряжение на 33.5 В . Реализовать такую расчетную формулу может схема, изображенная на Рисунке 1, поскольку ее характеристическое уравнение выглядит следующим образом:

$$V_O = \frac{R_F}{R_I} V_T - \frac{R_F}{R_{\text{OFF}}} V_{\text{REF}}. \quad (4)$$

Сопоставляя члены расчетного Уравнения 3 и характеристического Уравнения 4, выбор компонентов схемы можно упростить.

Преобразование сигнала датчика при его прохождении через инвертирующий сумматор описывается двумя членами выражения, первый из которых

$$\frac{R_F}{R_I} = 50$$

определяет коэффициент усиления, а второй – смещение, которое должно быть сделано равным требуемому значению 33.5 В .

$$\frac{R_F}{R_{\text{OFF}}} V_{\text{REF}}$$

Выбрав $R_{\text{NULL}} = R_I$, вы сможете калибровать нулевую точку схемы при любой температуре. Прежде всего, измерьте напряжение V_{NULL} и 50-килоомным подстроечным резистором R_{OFF} установите его равным -670 мВ , что будет соответствовать отклику датчика при 0°C . Затем при установившейся и известной температуре датчика (например, при 24°C) 50-килоомным потенциометром R_F приведите выходное напряжение операционного усилителя в соответствие системному выражению:

$$V_O(24^\circ\text{C}) = (100 \text{ мВ}/^\circ\text{C}) (24^\circ\text{C}) = 2.40 \text{ В.} \quad \text{РЛ}$$

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices OP177](#)

Схема сбора энергии на основе пьезоизлучателя

Carlos Cossio

EDN

Системы сбора энергии извлекают энергию из окружающей среды. К сожалению, мощность этих источников намного меньше, чем у стандартных батарей. Однако, благодаря уменьшению размеров современных носимых устройств и снижению потребляемой ими мощности, в некоторых малопотребляющих системах становится целесообразным заменять батареи генераторами энергии, получаемой из окружения пользователя, такой например, как энергия вибрации, вырабатываемая при ходьбе или беге. В этой статье описана схема преобразователя механических вибраций в электрическую энергию, в которой использован пьезоэлектрический эффект стандартного и легкодоступного пьезоизлучателя. Хотя пьезоизлучатели

предназначены для генерации звуковых волн под действием приложенного к ним переменного напряжения, вы можете использовать их противоположным образом. Максимальное значение пикового переменного напряжения, которое способен генерировать пьезоизлучатель, вы получите, когда частота вибрации совпадает с резонансной частотой излучателя.

Схема источника питания весьма проста (Рисунок 1). Поскольку пьезоизлучатель вырабатывает переменное напряжение, перед тем, как заряжать конденсатор, вы должны напряжение выпрямить. Эта задача решается с помощью включенных мостом четырех диодов Шоттки. Для надежной и эффективной работы схемы выберите диоды

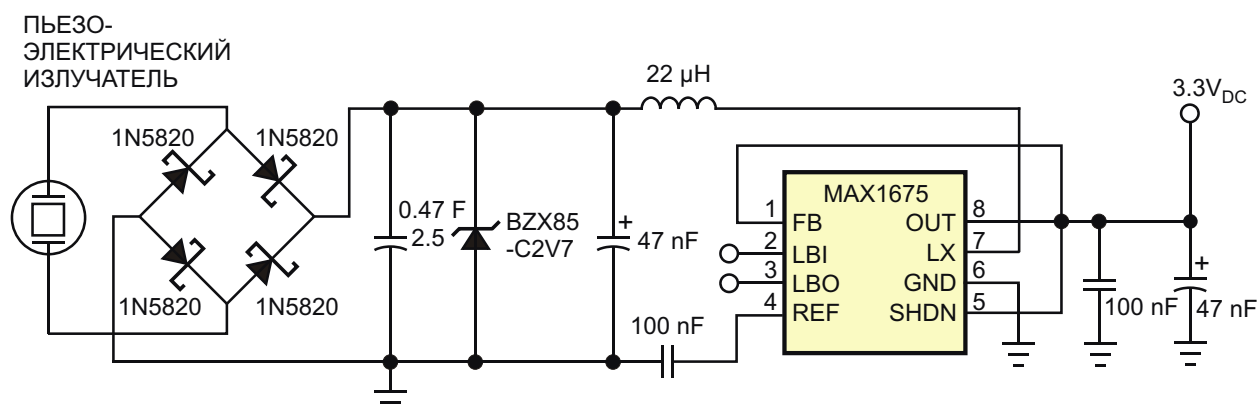


Рисунок 1. В простой схеме сбора энергии вибраций в качестве преобразователя, превращающего механическую энергию в электрическую, используется обычный пьезоэлектрический излучатель звука.

Шоттки с низким прямым напряжением и малыми токами утечки, такие, например, как выпрямительные диоды 1N5820, выпускаемые ON Semiconductor.

Как правило, сборщики вырабатывают небольшое количество энергии в течение продолжительного времени, поэтому обычно они дополняются подсистемой накопления энергии на ионисторе, примером которого может служить прибор PowerStor с емкостью 0.47 Ф и рабочим напряжением 2.5 В, выпускаемый компанией Cooper Busmann. Чем выше емкость ионистора, тем больше времени требуется для его заряда. С другой стороны, чем больше емкость конденсатора, тем дольше он обеспечивает питанием ту же нагрузку. Поскольку рабочее напряжение ионистора, чаще всего, намного меньше, чем у стандартных электролитических конденсаторов, параллельно ему необходимо подключить стабилитрон, такой, скажем, как BZX85-

C2V7, который защитит ионистор от чрезмерного напряжения. После подключения нагрузки ионистор немедленно начинает разряжаться, а напряжение на нем – падать. Для стабилизации выходного напряжения можно воспользоваться повышающим DC/DC преобразователем, таким как MAX1675 фирмы Maxim Integrated с предустановленным напряжением 3.3 В.

Если напряжение на ионисторе упадет ниже уровня, требуемого для работы схемы, микросхема продолжит питать систему стабилизированным напряжением до тех пор, пока напряжения ионистора не опустится до нижнего предела входного напряжения DC/DC преобразователя. Для MAX1675 этот предел равен 0.7 В. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated MAX1675](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor 1N5820](#)

Ключ на MOSFET эффективно выполняет AC/DC преобразование

Spehro Pefhany

EDN

Иногда бывают ситуации, когда трансформатор для питания схемы постоянным током у вас есть, но его выходное напряжение намного превышает величину требуемого постоянного напряжения.

После двухполупериодного выпрямления и фильтрации входного переменного напряжения V_X выходное напряжение равно

$$V_{DC} = 1.414V_X - 2V_F,$$

где V_F – прямое падение напряжения на выпрямителе (приблизительно 0.7 В). Нап-

ример, если для питания небольшого вентилятора охлаждения с током потребления 100 мА требуется постоянное напряжение 12 В, а в вашем распоряжении есть переменное напряжение 18 В, то на выходе выпрямителя после фильтра вы получите постоянное напряжение 24 В. Хотя понизить напряжение до 12 В можно с помощью простого трехвыводного стабилизатора (такого как $\mu A7812$), потерянная мощность составит примерно 1.3 Вт. Эти потери означают, что вам придется обеспечивать отвод тепла, что

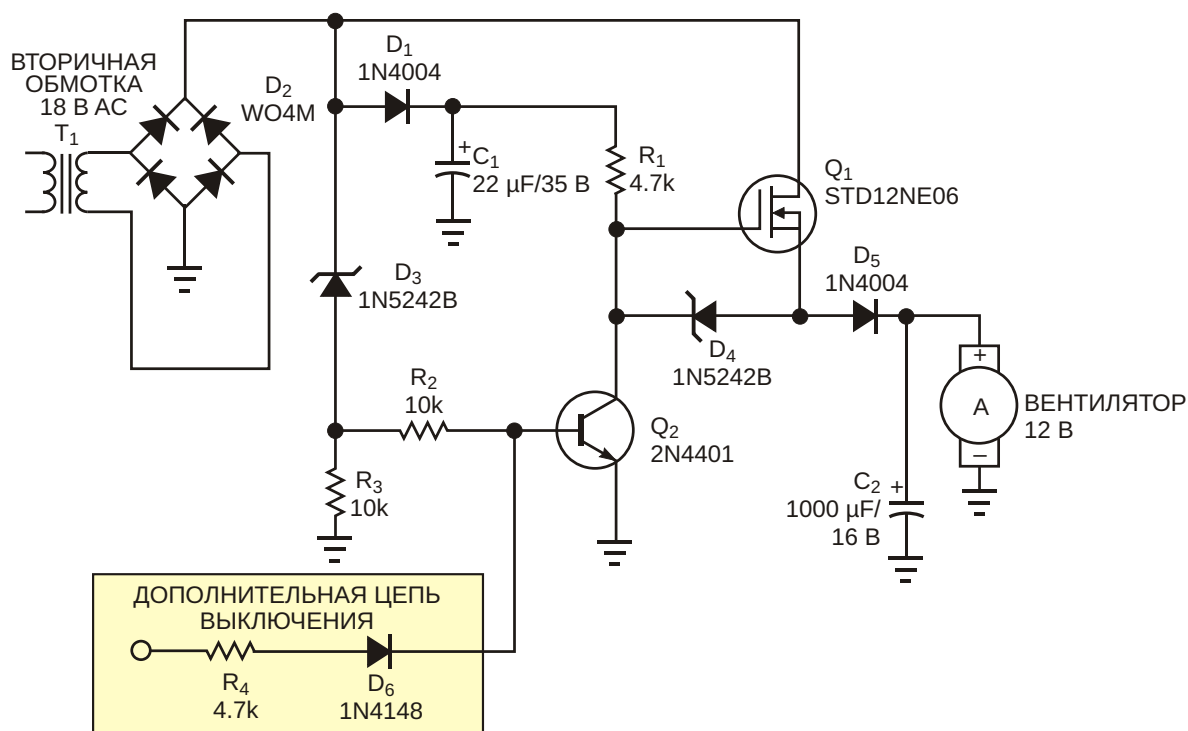


Рисунок 1. Используя схему с MOSFET, вы можете эффективно понизить слишком высокое напряжение трансформатора до требуемого постоянного уровня.

в определенной степени противоречит цели включения в состав схемы вентилятора охлаждения. Если вы захотите включить стандартный 12-вольтный вентилятор размером 100 × 100 мм с типичным током потребления 0.45 А, средние потери мощности составят 2.5 Вт, а при полной нагрузке будут увеличиваться до 5 Вт. Для многих приложений такой уровень потерь недопустим, и вам придется воспользоваться либо дополнительным трансформатором, либо импульсным преобразователем.

В схеме, показанной на Рисунке 1, ключ на MOSFET и диод эффективно используют ток трансформатора, поддерживая постоянное напряжение на уровне, близком к требуемому значению 12 В.

Двухполупериодный мост D2 выпрямляет переменное напряжение 18 В. Диод D₁ и конденсатор C₁ формируют постоянное напряжение смещения затвора, равное примерно 24 В. Через резистор R₁ это напряжение управляет затвором транзистора Q₁, шунтированным диодом D₄, который поддерживает напряжение затвора на уровне не выше 12 В относительно истока, даже в переходных режимах. Во время нарастания выходного напряжения мостового выпрямителя от 0 В

до приблизительно 24 В в каждом полупериоде напряжение смещения удерживает MOSFET в открытом состоянии до тех пор, пока входное напряжение не достигнет суммы напряжения пробоя стабилитрона D₃ (12 В) и напряжения база-эмиттер транзистора Q₂, равной примерно 12.7 В. В этот момент включается транзистор Q₂ и закрывает Q₁, а конденсатор выходного фильтра C₂ начинает заряжаться через диод D₅. На отрезках времени, когда выходное напряжение опускается от 24 В до 0 В, при напряжении около 12.7 В Q₂ выключается вновь, позволяя открыться MOSFET Q₁, чтобы сформировать следующий импульс тока для заряда конденсатора C₂. C₂ обеспечивает нагрузку питанием в промежутках между импульсами, которые при частоте входного напряжения 60 Гц следуют с частотой 240 Гц. Если вы хотите иметь возможность выключать вентилятор логическим сигналом, добавьте в схему элементы R₄ и D₆. При подаче на вход сигнала высокого логического уровня транзистор Q₂ откроется и выключит MOSFET. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet STMicroelectronics STD12NE06](#)
2. [Datasheet ON Semiconductor 1N5242B](#)

Драйвер светодиодов с датчиком тока в верхнем плече

Brad Albing

EDN

Промышленностью выпускается множество схем, пригодных для питания светодиодов стабилизированным током от низковольтных источников напряжения. Примеры таких схем, основанных на микросхемах импульсных преобразователей, работающих при низких входных напряжениях, приведены в [1] и [2]. Чтобы сделать источник тока на основе импульсной схемы [1], необходимо для измерения тока нагрузки, идущего через светодиоды, использовать резистор, включенный с нижней стороны цепочки, то есть, со стороны отрицательного вывода питания. Падающее на измерительном резисторе напряжение, пропорциональное току светодиодов, подается на вход обратной связи SENSE микросхе-

мы LT1300 (вывод 4). Появление на этом входе напряжения 3.3 В указывает на то, что преобразователь находится в режиме стабилизации выходного напряжения.

Если в приложении требуется, чтобы нижняя сторона цепочки светодиодов была подключена к земле, токоизмерительный резистор должен подключаться к верхней стороне цепочки. Для того чтобы измерить падение напряжения на этом резисторе, вы должны использовать либо rail-to-rail операционный усилитель с небольшим количеством пассивных компонентов, либо специализированную микросхему, такую, например, как MAX4073T компании Maxim. Однако добавление токоизмерительной микросхемы

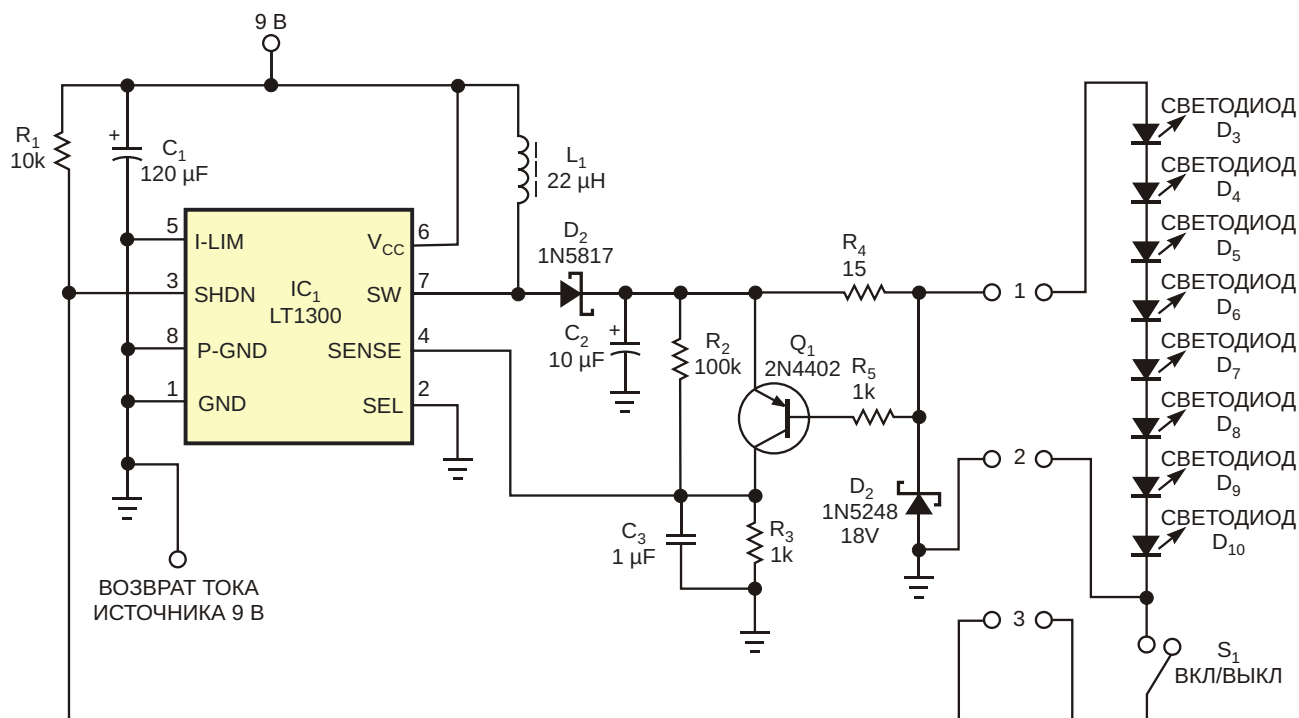


Рисунок 1. Одна микросхема импульсного регулятора напряжения управляет цепочкой светодиодов в режиме стабилизации тока.

увеличивает стоимость схемы. Для усложнения задачи предположим, что в данном приложении для подключения удаленной цепочки светодиодов $D_3 \dots D_{10}$ и выключателя питания схемы регулятора S_1 нам доступны лишь три провода.

В предлагаемой схеме DC/DC преобразователь LT1300 (IC_1) повышает входное напряжение 9 В до уровня, требуемого для управления цепочкой светодиодов, суммарное падение напряжения на которых составляет примерно 12 В (Рисунок 1). Датчиком тока служит резистор R_4 . При токе порядка 40 мА транзистор Q_1 открывается, и падение напряжения на резисторе R_3 от идущего через него тока, приложенное к входу обратной связи SENSE (вывод 4) микросхемы IC_1 ,

достигает 3.3 В, то есть, значения, достаточного для замыкания контура стабилизации. Стабилитрон D_2 ограничивает выходное напряжение регулятора в случае обрыва светодиодной цепочки или отсоединения разъема. Ключ S_1 выключает схему, заземляя вывод 3 микросхемы IC_1 . **РЛ**

Ссылки

1. [Application Note 59](#), Linear Technology Corp.
2. Caldwell, Steve, "[1.5V battery powers white-LED driver](#)," EDN, Sept 30, 2004, pg 96.

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LT1300](#)
2. [Datasheet Maxim Integrated MAX4073T](#)

Компенсация дрейфа измерительного усилителя с помощью внешнего резистора

Kenneth Gustafsson

EDN

Для установки коэффициента усиления некоторых измерительных усилителей используются внешние резисторы. К сожалению, несогласованность температурных коэффициентов сопротивлений внешних и внутренних резисторов приводит к большому дрейфу усиления. Однако, если на кристалле доступны другие резисторы, вы можете использовать их для компенсации температурного дрейфа усиления.

Например, дрейф микросхемы AD8295, выпускаемой Analog Devices, составляет целых $-50 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$, даже если для установки коэффициента усиления вы используете резисторы с нулевым дрейфом сопротивления. В этой статье описан способ компенсации этого дрейфа с помощью внешнего резистора с нулевым температурным дрейфом в комбинации с внутренним резистором.

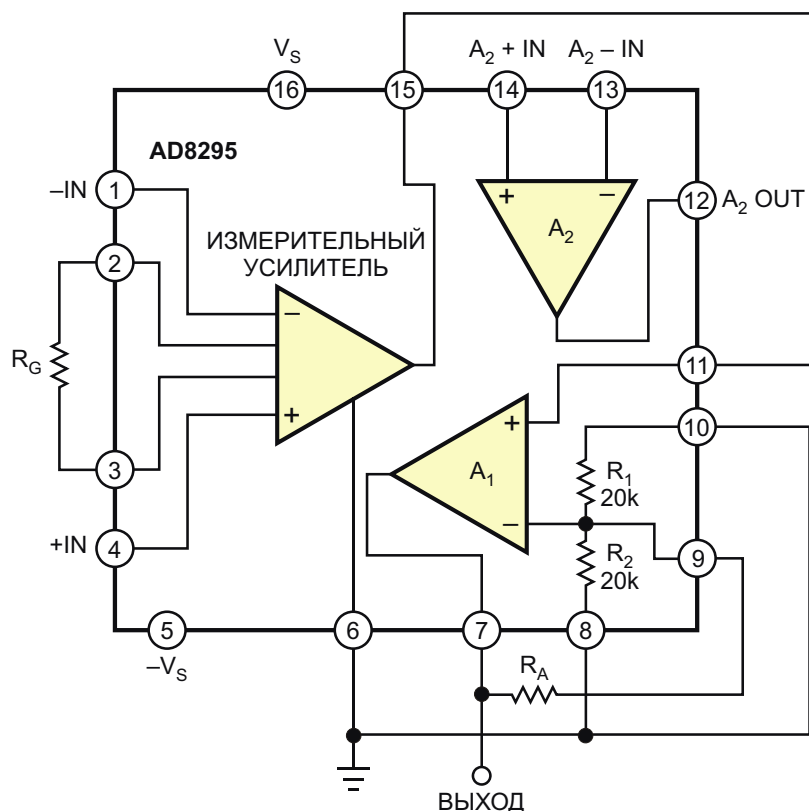


Рисунок 1. В такой конфигурации составляющие дрейфа первого порядка взаимно уничтожаются, и усиление распределяется поровну между измерительным усилителем и A1.

Согласно технической документации [1], коэффициент усиления G микросхемы AD8295 равен

$$G = 1 + \frac{49.4}{R_G}$$

Основываясь на этом выражении, вы можете условно считать, что усиление схемы задается двумя внутренними резисторами 24.7 кОм и внешним резистором R_G . На кристалле микросхемы имеются еще два резистора сопротивлением по 20 кОм. Поскольку величина этих резисторов одинакова, скорее всего, они имеют хороший температурный коэффициент согласования сопротивлений, и их можно использовать в схеме компенсации. Если дрейф резистора обратной связи R_A и резистора R_G , задающего коэффициент усиления, равен нулю (Рисунок 1), тогда

$$G = 1 + \frac{49.4(1 + \frac{R_A}{20.0})}{R_G} = 1 + \frac{2R_A}{20.0(1 + \frac{R_A}{20.0})}$$

где ΔR – температурный дрейф внутренних согласованных резисторов.

Если

$$\frac{49.4}{R_G} = \frac{R_A}{10.0},$$

то составляющие дрейфа первого порядка взаимно уничтожаются, и усиление распределяется поровну между измерительным усилителем и A_1 . Решение относительно R_G и R_A дает

$$R_G = \frac{49.4}{\sqrt{G} - 1};$$

$$R_A = 10.0(\sqrt{G} - 1).$$

Для коэффициентов усиления свыше 100 сопротивление резистора R_A становится больше 90 кОм, что создает определенные проблемы. В таком случае можно использовать A_1 в инвертирующей конфигурации с

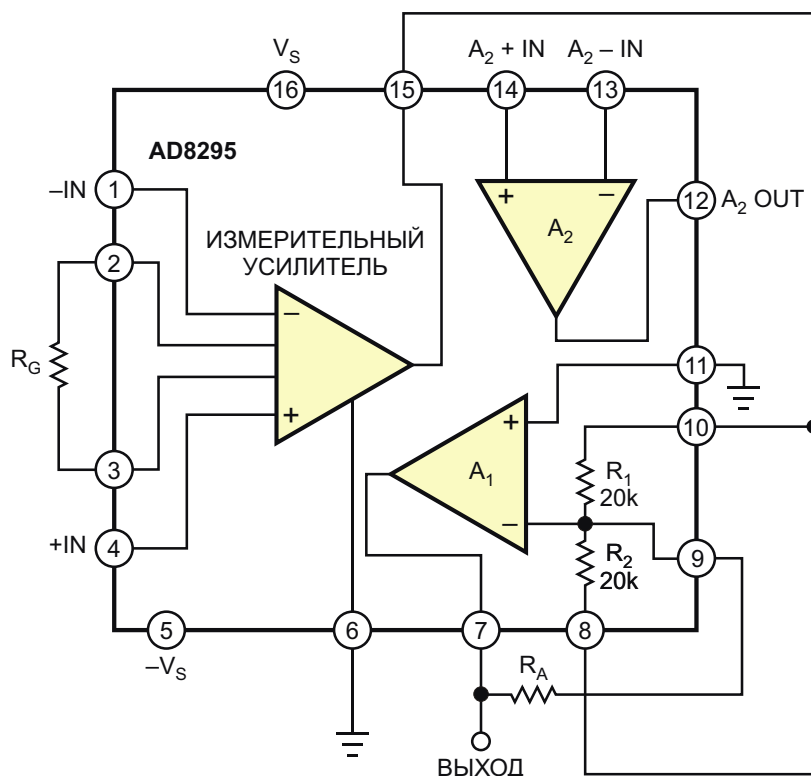


Рисунок 2. Для коэффициентов усиления свыше 100 сопротивление R_A становится больше 90 кОм, и в этом случае вы можете использовать A_1 в инвертирующей конфигурации с усилением -1 .

коэффициентом усиления -1 (Рисунок 2). Если сопротивление резистора R_A равно 10 кОм , то

$$G = 1 + \frac{49.4(1 + \frac{2R_A}{20.0(1 + \frac{1}{G})})}{R_G} = \frac{1 + \frac{49.4}{R_G}}{(1 + \frac{1}{G})}.$$

Величина R_G здесь берется из формулы, приведенной в справочных данных на микросхему [1]. Если усиление равно 50 , внут-

реннее согласование сопротивлений и отрицательный дрейф компенсируют «49» частей этого усиления, и вклад в общий дрейф усиления вносит лишь «одна» часть, поделенная на 50 , вследствие чего типовое значение дрейфа равно $-1\text{ ppm/}^\circ\text{C}$. В обоих случаях результирующий температурный дрейф коэффициента усиления может быть меньше $5\text{ ppm/}^\circ\text{C}$, что в десять раз лучше первоначального значения. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Analog Devices AD8295](#)



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)



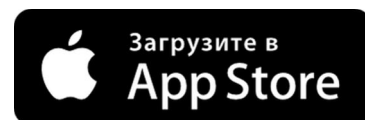
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<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.