



РАДИОЛОЦМАН

ЯНВАРЬ 2017 (68)

Основы Bluetooth
Low Energy

46

Как самому сделать
электронные часы
в ретро стиле

62

26

myDevices
**РАЗРАБОТКА
IOT УСТРОЙСТВ НА ARDUINO**
С ПОМОЩЬЮ СЕРВИСА
MYDEVICES CAYENNE

Эксклюзивное предложение для читателей РадиоЛоцман:

БЕСПЛАТНО

4 месяца

пробного членства в Elektor

Познакомьтесь с журналом **e**lektor

В каждом загруженном издании содержатся последние новости и обзоры, результаты практических лабораторных тестов, описания первоклассных DIY конструкций и многое другое
(все на английском языке)

Вы получите:

- 2 последних цифровых издания журнала Elektor (PDF)
- 4 месяца неограниченного доступа к архиву Elektor от 1990 г. до наших дней
- 4 месяца полного доступа к 750 проектам лаборатории Elektor
- Членскую скидку на Elektor.com не менее 10%
- ... и многое другое

Пробное членство закончится автоматически (без каких-либо обязательств с вашей стороны).

Предложение действительно
до 31 марта 2017 г.



Ваш
код купона:
RLOCMAN

Получите бесплатно пробное членство
www.elektormagazine.com/rlocman

Для активации необходимо ввести код купона

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

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

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

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

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление
бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Microchip объявила о доступности нового семейства микроконтроллеров PIC24 "GA7"
- 5 STMicroelectronics расширяет функциональность и гибкость микроконтроллеров STM32F4 Access Lines новым семейством STM32F413/423
- 6 GainSpan выпускает стартовый набор GS2200M для Интернета вещей
- 7 Diodes представляет новую микросхему переключателя на основе эффекта Холла для бытовых и промышленных приложений
- 8 Пирозлектрические пептидные микротрубки преобразуют тепло в электрический ток
- 9 КПД многофазного 60-вольтового повышающего преобразователя Linear Technology достигает 97%
- 10 Крошечный кристалл EM9304 расширяет возможности использования Bluetooth 4.2
- 11 Rohm выпускает Arduino-совместимый шилд для управления шаговыми двигателями
- 12 Высокоинтегрированный преобразователь емкость-цифра может распознавать жесты в автомобильных и промышленных приложениях
- 14 Vishay представляет новый отражательный оптический датчик VCNT2020
- 14 IXYS анонсирует новое вдвоенное 60-вольтовое твердотельное реле
- 15 Diodes выпустила понижающий преобразователь, совместимый с технологией Qualcomm Quick Charge 2.0
- 16 Power Integrations предлагает новое семейство обратноходовых преобразователей LinkSwitch-XT2 для приложений с повышенными требованиями к точности и КПД
- 17 Hamamatsu расширяет линейку высокочувствительных неохлаждаемых InAsSb детекторов
- 18 Технологии TI увеличивают время полета и ресурс аккумуляторов квадрокоптеров и промышленных дронов
- 19 e2v анонсировала выпуск ЦАП, способного формировать сигналы с частотой до 26.5 ГГц
- 20 Semtech расширяет платформу управления питанием новым высокоэффективным токоизмерительным усилителем
- 21 Зарядное устройство Intersil увеличивает срок службы резервных батарей автомобильных систем eCall
- 22 Analog Devices выпускает новую серию приемопередатчиков, увеличивающих пропускную способность шины A²B
- 23 Toshiba начинает производство автомобильных аудио усилителей с встроенным детектором выходного напряжения смещения
- 24 Dialog Semiconductor предлагает микросхему управления питанием для следующего поколения подключенных автомобилей

Статьи

- 26 Разработка IoT устройств на Arduino с помощью сервиса myDevices Cayenne
- 38 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 10 января 1946 впервые был принят радиосигнал, отраженный от Луны
- 40 Эволюция домашнего аудио компании Sony. Часть 1
- 46 Основы Bluetooth Low Energy
- 50 МАСТЕР-ЛОМАСТЕР. Дрон транслирует потоковое видео

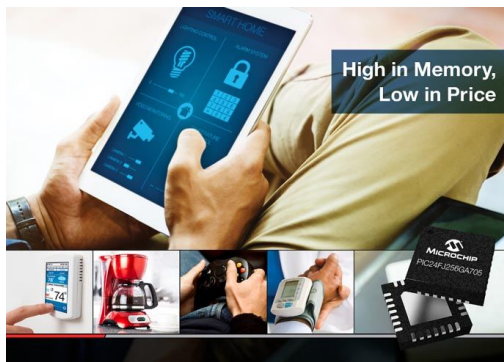
Схемы

- 54 Одно устройство заменяет зарядное устройство аккумуляторов, контроллер кнопки, драйвер светодиодов и регулятор напряжения
- 58 Неизолированный импульсный преобразователь с двумя выходами для питания бытовых приборов
- 62 Как самому сделать электронные часы в ретро стиле
- 69 Функция квадратного корня улучшает характеристики термостата
- 74 Недорогой аудио фильтр подавляет шумы и фон
- 76 Высококачественный аудио усилитель
- 80 Простой источник коротких импульсов не уступает дорогостоящему лабораторному оборудованию
- 82 4-амперный инвертирующий преобразователь работает при входном напряжении до 50 В

Microchip объявила о доступности нового семейства микроконтроллеров PIC24 “GA7”

Новое семейство малопотребляющих микроконтроллеров Microchip станет основой недорогих компактных конструкций

Microchip Technology объявила о доступности нового семейства микроконтроллеров PIC24 “GA7”. Являясь на сегодня самыми дешевыми 16-разрядными микроконтроллерами с объемом флеш-памяти 256 КБ, эти устройства серии PIC24 станут основой исключительно рентабельных устройств для сенсорных узлов Интернета вещей, портативного медицинского оборудования и приложений управления производственными процессами.



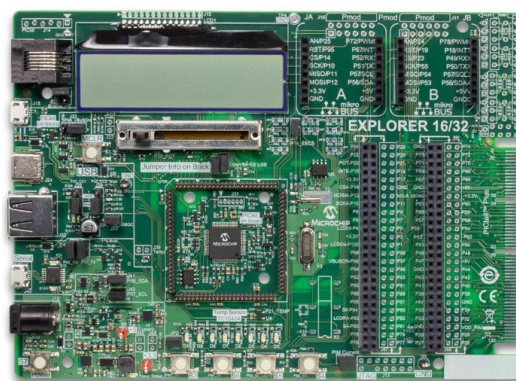
Семейство PIC24 “GA7” позволит разработчикам снизить потребляемую мощность, стоимость и объем их оборудования. Приборы имеют режимы пониженного энергопотребления, включая несколько спящих режимов, в которых ток потребления уменьшается до 190 нА, благодаря которым, ценою лишь доли затрат от предыдущих решений, можно намного продлить время работы от батарейных источников питания. Новые устройства с объемом флеш-памяти до 256 КБ и 16 КБ ОЗУ выпускаются в 28-, 44- и 48-контактных корпусах, некоторые из которых имеют размеры всего 4 × 4 мм.

Продукты семейства PIC24 “GA7” поддерживают независимую от ядра периферию, такую как конфигурируемые логические ячейки, многовыходовые модули захвата/сравнения и ШИМ, а также прямой доступ к памяти, что предоставляет разработчикам возможность выполнять задачи на аппаратном уровне, освобождая центральный процессор для выполнения других задач, или даже для перехода в режиме сна. Кроме того, новые микроконтроллеры содержат мощный набор

стандартной периферии, включая 12-битный АЦП с быстродействием 200 Квыб/с, до семи таймеров и два UART.

Поддержка разработки

Новое семейство PIC24 “GA7” поддерживается экосистемой отладочной платы Explorer 16/32 (DM240001-2) и новым подключаемым модулем с микроконтроллером PIC24FJ256GA705 (MA240039), устанавливаемым на плату Explorer 16/32 для упрощения оценки и разработки. Фактором, способствующим ускорению проектирования устройств на основе семейства “GA7”, является также совместимость с программными платформами разработки Microchip, включая MPLAB Code Configurator (MCC), MPLAB X IDE и компилятор XC16.



Отладочная плата Explorer 16/32 (DM240001-2).



Подключаемый модуль MA240039 с микроконтроллером PIC24FJ256GA705.

Помимо этого, микросхемы PIC24 "GA7" поддерживаются облачной интегрированной средой разработки MPLAB Xpress компании Microchip, содержащей наиболее популярные функции MPLAB X. В MPLAB Xpress включена новейшая версия MPLAB Code Configurator, позволяющая пользователям автоматически генерировать коды инициализации и приложения C, используя графический интерфейс и описание расположения выводов. Особенно привлекательно то, что среда разработки MPLAB Xpress бесплатна,

и при наличии любого подключенного к Интернет компьютера может использоваться в любой точке мира.

Цена и доступность

Микросхемы семейства PIC24 "GA7" выпускаются в 28-, 44- и 48-выводных корпусах с объемом флеш-памяти 64 КБ, 128 КБ и 256 КБ. Все устройства имеются на складе компании и, в зависимости от объема заказа, продаются по ценам, начинающимся от \$0.80 за штуку.

STMicroelectronics расширяет функциональность и гибкость микроконтроллеров STM32F4 Access Lines новым семейством STM32F413/423

Две новые линейки микроконтроллеров, созданные STMicroelectronics, заняв верхние позиции в семействе STM32F4 Access Line, повысят энергоэффективность, гибкость и функциональность высокопроизводительных встраиваемых систем. В приложениях с непрерывным сбором информации с датчиков и в промышленных системах общего назначения эти новейшие устройства семейства STM32, рассчитанные на работу в диапазоне температур до 125 °C, станут надежной и экономичной заменой микроконтроллеров STM32F1.

STM32F413 MCU

The new King of STM32F4 Access lines



- Up to 1.5MB Flash / 320KB RAM
- 2x DACs / 3x CANs / 10x UARTs
- 125°C qualified



В микроконтроллеры STM32F413 и STM32F423 (с усиленной криптозащитой) интегрированы до 1.5 МБ флеш-памяти и ОЗУ необычно большого объема 320 КБ. Это самые функционально насыщенные приборы семейства STM32F4 Access Line с богатыми аудио возможностями, включающими последовательный аудио интерфейс (SAI) и усовершенствованный интерфейс захвата звука с многоканальным цифровым фильтром для

сигма-дельта модуляторов, обеспечивающим энергоэффективную локализацию и формирование звукового поля. Устройства также содержат превосходный набор интегрированной периферии с двумя 12-битными цифро-аналоговыми преобразователями (ЦАП), до десяти UART и тремя интерфейсами активных узлов CAN 2.0B. Криптографические возможности STM32F423 дополнены генератором истинно случайных чисел и аппаратным блоком криптографического ускорителя AES-256.

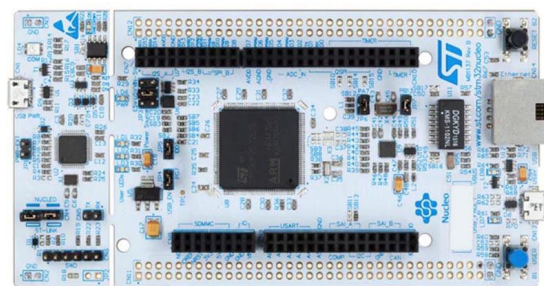
Находящиеся на верхнем уровне линейки STM32F4 Access Line новые микроконтроллеры имеют 100-мегагерцовый двухрежимный интерфейс SPI для подключения внешней последовательной памяти, 16-битный универсальный контроллер внешнего статического ОЗУ, псевдо статического ОЗУ или NOR-флеш, интерфейс ЖКИ, поддерживающий 16-битный формат QVGA или 8-битный WQVGA, и USB OTG. Две шины питания сокращают потребность во внешних схемах сдвига уровня.

Кроме того, в обеих линейках реализована новая схема доступа к ОЗУ, сводящая к минимуму вероятность конфликтов за счет использования шин инструкций и данных и системной шины для подключения к отдельным областям памяти RAM1 (256 КБ) и RAM2 (64 КБ). На преимуществах этих разделенных областей RAM1 и RAM2 основан новый усовершенствованный режим прямого доступа к памяти Batch Acquisition, позволяющий с исключительно низкими энергозатратами

обрабатывать команды и данные в приложениях сенсорных узлов.

Обеспечивая высокий уровень характеристик при лучшей в своем классе энергоэффективности, новые микроконтроллеры семейства STM32 объединили в себе 100-мегагерцовое ядро ARM Cortex-M4 с производительностью 125 DMIPS/339 EEMBC CoreMark и фирменную технологию динамической оптимизации эффективности Dynamic Efficiency, позволяющую в режиме RUN снизить потребление тока всего до 112 мкА/МГц. Элементами технологии Dynamic Efficiency являются, в частности, адаптивный акселератор реального времени (ART), обеспечивающий выборку из флеш-памяти без циклов ожидания, и напряжение питания, сниженное до 1.7 В для увеличения продолжительности автономного питания постоянно подключенных устройств.

Воспользовавшись прототипной платой NUCLEO-F413ZH, разработчики смогут немедленно приступить к работе над своим проектом. Эта плата из семейства STM32 Nucleo-144, поставляемая в комплекте с отладчиком/программатором ST-LINK/V2-1, библиотекой программ и набором примеров,



Плата STM32 Nucleo-144.

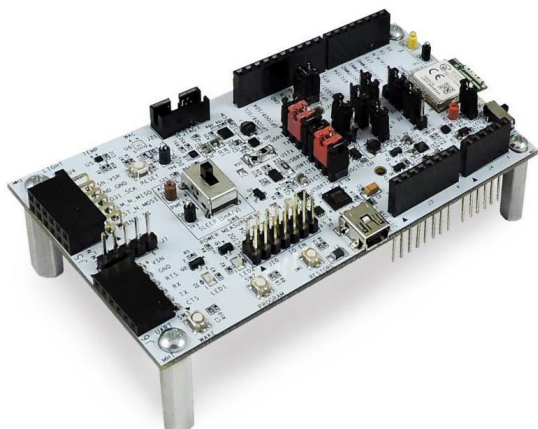
может использоваться непосредственно с онлайн-ресурсами ARM mbed. Кроме того, уникальную и инновационную поддержку для разработки пользовательских приложений предоставит планируемый к выпуску в начале 2017 года набор STM32F413 Discovery Kit.

В настоящее время STM32F413 и STM32F423 выпускаются в корпусах семи типов, от WLCSP81 с размерами 4.039 мм × 3.951 мм до 144-выводного LQFP. Цены, установленные на приборы в корпусах WLCSP81, при покупке 10,000 микросхем начинаются от \$4.73 за штуку. NUCLEO-F413ZH можно купить за \$19 у дистрибьюторов STMicroelectronics или непосредственно на сайте компании.

GainSpan выпускает стартовый набор GS2200M для Интернета вещей

Новейшая платформа обеспечивает непревзойденную простоту использования и скорость разработки

GainSpan анонсировала выпуск новой платы стартового комплекта, основанной на Wi-Fi мини-модуле GS2200MIZ – самом миниатюрном в своем классе модулей, имеющим размеры однопенсовой монеты и обеспечи-

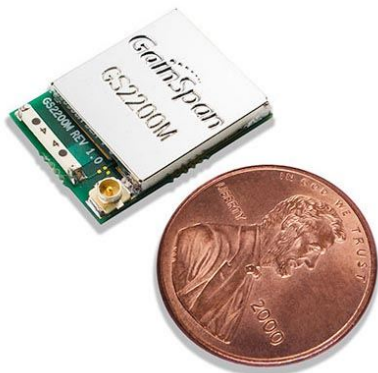


вающим при этом высокие технические характеристики и лучшие в отрасли прикладные ресурсы.

Плата стартового набора GS2200MIZ служит простой в использовании платформой для оценки и разработки устройств на основе GS2200Mxx. Для поддержки беспаечного макетирования плата оснащена разъемами, совместимыми с Arduino (хост-плата или шилд) и Pmod (хост-плата или периферийная). Устройство конфигурируется для работы в качестве либо хоста, либо шилда/периферийной платы, и совместимо с программной средой Apple HomeKit.

«Плата стартового набора является компактной многофункциональной платформой разработки, призванной обеспечить высокий уровень использования и быстрое продвиже-

ние продукта, — говорит вице-президент GainSpan по маркетингу Брент Литтл (Brent Little). — Эта универсальная платформа использует расширенный набор основанных на Wi-Fi и TCP/IP сетевых сервисов, обеспечиваемых модулем GS2200M».



Мини-модуль GS2200MIZ 802.11b/g/n.

Модуль GS2200M — центральный компонент набора — может использоваться в различных приложениях Интернета вещей и в иных компактных решениях для беспроводных подключений, предоставляя разработчикам недорогой и удобный способ добавления функций связи к их интеллектуальным про-

дуктам, от коммерческих и промышленных устройств до приложений умного дома и аудио/видео, таких как камеры и системы безопасности с батарейным питанием.

Основные особенности

- Разъемы, совместимые с Arduino (хост-плата или шилд) и Pmod (хост-плата или периферийная);
- Датчики температуры и освещенности;
- Программно доступные кнопки и светодиоды;
- Встроенные средства измерения потребляемой мощности;
- Последовательный интерфейс USB для отладки и загрузки прошивок;
- Отладочный интерфейс JTAG;
- Предварительно загруженное эталонное ПО;
- Совместимость с платформой Apple HomeKit (сопроцессор Apple Authentication в набор не включен).

Доступность

Плату стартового набора GS2200M можно приобрести через авторизованных дистрибьюторов компании GainSpan.

Diodes представляет новую микросхему переключателя на основе эффекта Холла для бытовых и промышленных приложений

Компания Diodes представила миниатюрную микросхему универсального бесконтактного переключателя на основе эффекта Холла, специально разработанную для потребительского оборудования с батарейным питанием, такого как сотовые телефоны, планшеты, цифровые фото- и видеокамеры, пригодного в то же время для бытовых приборов и промышленных систем. В список основных приложений новой микросхемы AH1389 входят устройства определения состояния умных чехлов для сотовых телефонов и планшетов, а также держателей и док станций для телефонов. Кроме того, прибор может регистрировать повороты на 360° дисплейных экранов, позиции экрана видеокамеры, а также определять положение люков, подставок, селекторных переключателей и электронных замков в бытовых электроприборах.



Униполярный переключатель Холла AH1389 отличается высокой чувствительностью и большой точностью порогов переключения, сохраняющейся во всем диапазоне температур и рабочих напряжений. Прибор имеет два выхода для независимого обнару-

жения северного или южного полюсов. Оптимизированный для портативных приложений и устройств с батарейным питанием микро-мощный переключатель АН1389 работает от источника с напряжением 1.6 В ... 3.6 В, потребляя средний ток всего 4 мкА. Характеристики устройства гарантируются в диапазоне температур от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Прибор

выдерживает электростатические разряды до 8 кВ, что повышает его надежность и делает простым в обращении для производителей конечного оборудования.

Выпускаемая в небольшом низкопрофильном корпусе X2-DFN1410-4 микросхема АН1389 занимает минимальное место на печатной плате.

Пироэлектрические пептидные микротрубки преобразуют тепло в электрический ток

Американский институт физики (AIP)

Пучок пептидных микротрубок может преобразовывать тепловую энергию в электрическую

Многие пептиды и белки обладают природной способностью собираться в длинные тонкие волокна, называемые фибриллами, или принимать другие формы. Теперь исследователи нашли способ использовать эту способность для создания трубчатых структур дифенилаланина, которые могут преобразовывать тепловую энергию в электрическую, что также называется пироэлектрическим эффектом. В результатах их работы, опубликованных недавно в *Applied Physics Letters*, сообщается, что у этих биологически совместимых наноразмерных полимеров может быть широкий спектр биологических применений, таких как адресная доставка лекарственных средств или миниатюрные имплантируемые датчики.



*Оптическое изображение пучка микротрубок, помещенных между двумя электродами. (Фото Холкин и др., *Applied Physics Letters*).*

Группа исследователей из Стамбульского технического университета в Турции, Университета Авейру в Португалии и Уральского

федерального университета в России работала с дифенилаланином – материалом, уникальные электромеханические и физические свойства которого и раньше привлекали внимание ученых. Когда капли раствора дифенилаланина высушены, пептидные мономеры образуют удлинённые полые трубки, структурно подобные нерастворимым волокнам, формируемым бета-амилоидами при болезни Альцгеймера.

«Дифенилаланин является одним из первых самоупорядочивающихся материалов, который использовался для создания микроскопических трубок стержней, лент, шаров и много другого, – сказал Андрей Холкин, один из авторов исследования. – В присутствии воды его химические группы самоорганизуются, создавая нековалентные связи и образуя удивительно жесткие структуры, подобные цитоскелету».

Для того чтобы позволить дифенилаланину собраться в микротрубчатые структуры длиной до 1 мм и диаметром 1...3 мкм каждая, команда исследователей в течение дня высушивала стандартный пептидный раствор при комнатной температуре. Для увеличения тока, вырабатываемого структурами, группа создавала пучки из нескольких микротрубок и помещала их между игольчатыми электродами для измерения свойств структуры.

Они периодически нагревали структуры с помощью лазера, изменяя температуру примерно до 80°C Цельсия, а затем вычисляли пироккоэффициент, являющийся мерой того, насколько эффективно материал может преобразовывать тепло в электри-

ческую энергию. Хотя пьезоэлектрическая активность микротрубок первоначально была нестабильной, снижаясь после нагрева и охлаждения примерно на 30%, после первого термоциклирования она стабилизировалась. Авторы предполагают, что изменения при нагреве объясняются разупорядочиванием молекул воды внутри полых трубок.

«Это первое наблюдение существенного пьезоэлектрического эффекта в пептидных микротрубках, сходного с тем, что можно наблюдать в полупроводниковых материалах, таких как оксид цинка или нитрид алюминия, — сказал Холкин. — В принципе, наши пептидные микротрубки можно использовать в различных приложениях точно так же, как и эти материалы».

В предыдущих исследованиях группа показала, что эти нанотрубки обладают пьезоэлектрическим эффектом, то есть, могут преобразовывать механические силы в электри-

ческие сигналы, и могут использоваться в качестве датчиков для кардиостимуляторов или других миниатюрных электронных устройств.

Холкин считает, что обнаруженные недавно пьезоэлектрические свойства расширят потенциальную сферу применения дифенилаланиновых микротрубок. Например, структуры можно использовать для создания микроминиатюрных сборщиков энергии, которые частично восполняли бы потери энергии в микроэлектронных устройствах. Кроме того, их пьезоэлектрические свойства могут найти применение в конструкциях микро- и наноразмерных термометров, измеряющих не абсолютную температуру клетки, а ее изменения.

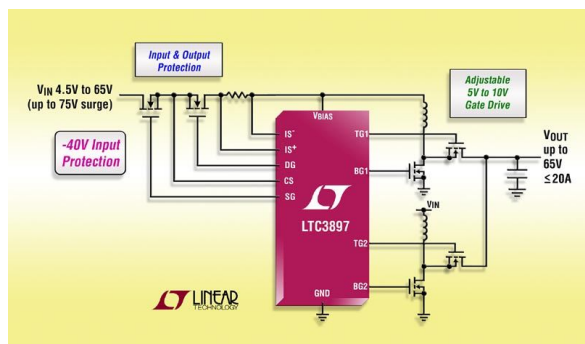
«Поскольку эти трубки могут генерировать электричество под воздействием изменений температуры и движения, они могут использоваться для стимулирования и мониторинга живых клеток», — сказал Холкин.

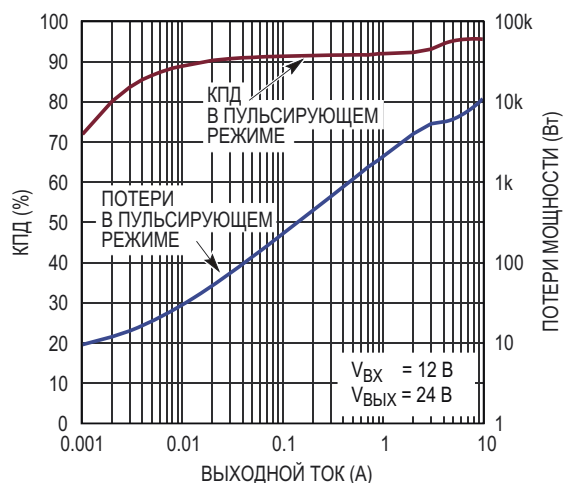
КПД многофазного 60-вольтового повышающего преобразователя Linear Technology достигает 97%

Linear Technology объявила о выпуске контроллера многофазного синхронного повышающего DC/DC преобразователя с ограничителем бросков напряжения и схемой управления идеальный диодом. Микросхема повышающего контроллера LTC3897 противофазно управляет двумя мощными каскадами на N-канальных MOSFET, что по сравнению с однофазным эквивалентом дает возможность снизить емкости входного и выходного конденсаторов и использовать индуктивность меньшего размера. Синхронное выпрямление повышает КПД, уменьшает потери энергии и упрощает отвод тепла. Схема подавления выбросов входного

напряжения с регулируемым порогом ограничения управляет затвором N-канального MOSFET для защиты от напряжений выше 100 В и обеспечивает контроль пусковых токов, защиту от перегрузки по току и отключение выхода. Интегрированный контроллер идеального диода, управляя другим N-канальным MOSFET, защищает схему от неправильной полярности подключения входного напряжения, а также поддерживает питание нагрузки в случае кратковременных провалов входного напряжения.

LTC3897 идеально подходит для автомобильных, промышленных и медицинских систем, где повышающий DC/DC преобразователь должен обеспечить большую мощность при небольших размерах решения. Например, на основе LTC3897 может быть сделан стабилизатор с выходным напряжением 24 В и током 10 А, преобразующий напряжение 12 В аккумуляторной батареи автомобиля с КПД до 97%. Низкий ток покоя LTC3897 в пульсирующем режиме, равный 55 мкА, минимизирует потери энергии при легких нагрузках и увеличивает время работы от батарей. LTC3897 способен работать при входном





Зависимость КПД и потерь мощности от выходного тока.

напряжении от 4.5 В до 65 В с пиковым значением 75 В. Стабилизированное выходное напряжение может достигать 60 В, а управляющее напряжение встроенных мощных драйверов затворов регулируемое от 5 В до 10 В, позволяет с высокой скоростью переключать как стандартные MOSFET, так и MOSFET с логическими уровнями.

В приложениях, где входное напряжение может превышать стабилизированное выходное, LTC3897 позволяет удерживать MOSFET синхронного выпрямителя в постоянно открытом состоянии, чтобы выходное напряжение отслеживало входное с минимальными потерями энергии. Архитектура LTC3897 с управлением по пиковому току индуктивности использует либо синхронизируемую ФАПЧ частоту от 75 кГц до 859 кГц, либо фиксированную частоту от 50 кГц до 900 кГц. Кроме того, устройство реализует регулируемое поцикловое ограничение тока, используя для его измерения либо резистивный шунт, либо падение напряжения на собственном сопротивлении индуктивности. Повышающий преобразователь микросхемы LTC3897, ограничитель бросков тока и идеальный диод могут отключаться независимо друг от друга. Помимо этого, LTC3897 содержит регулируемую схему мягкого запуска,

выход «Питание в норме» и источник опорного напряжения, сохраняющий точность $\pm 1\%$ в диапазоне температур перехода от -40°C до 125°C .

LTC3897 предлагаются в корпусах TSSOP-38 и QFN-38 размером 5 мм × 7 мм. Приборы выпускаются для использования в промышленном оборудовании в диапазоне температур от -40 до 125°C , а их высокотемпературная версия предназначена для устройств автоэлектроники, работающих в диапазоне температур от -40°C до 150°C . В партиях из 1000 микросхем цены начинаются от \$5.50 за штуку.

Сводка основных характеристик LTC3897

- Широкий диапазон входных напряжений: 4.5 В ... 65 В, 75 В пик-пик;
- При активной схеме подавления входных выбросов выдерживает пиковые нагрузки свыше 100 В;
- Выходное напряжение до 60 В;
- Защита входа от обратного напряжения до -40 В;
- Управление пусковым током, защита от перегрузки по току и отключение выхода;
- Защита входа от бросков напряжения с регулируемым напряжением фиксации;
- Встроенная схема управления идеальным диодом;
- Собственный ток потребления 55 мкА;
- Двухфазный режим работы снижает требования к емкостям входных и выходных конденсаторов и уменьшает уровень шумов;
- Регулируемые от 5 В до 10 В напряжения управления затворами для MOSFET с логическими уровнями или для стандартных MOSFET;
- Не требует внешних ограничительных диодов;
- Возможность 100-процентного коэффициента заполнения для MOSFET синхронного выпрямителя.

Крошечный кристалл EM9304 расширяет возможности использования Bluetooth 4.2

Входящая в Swatch Group полупроводниковая компания EM Microelectronic анонсировала выпуск миниатюрной малопотребляю-

щей системы на кристалле (СНК) EM9304, оптимизированной для приложений Интернета вещей, носимой и умной электроники, в



которых используется Bluetooth LE (BLE) версии 4.2.

Целью разработки EM9304 было создание гибкого и универсального решения для различных приложений BLE. В таких простых устройствах, как средства сигнализации или интеллектуальные носимые датчики, EM9304 может работать автономно или подключаться к различным сенсорам со стандартными последовательными интерфейсами. Также потребители могут использовать преимущество высокопроизводительного, но малопотребляющего 32-разрядного микроконтроллера с сопроцессором операций с плавающей точкой и энергонезависимой памятью. Кроме того, EM9304 может быть очень просто соединена со стандартным микроконтроллером или специализированной микросхемой, для чего пользователю требуется лишь добавить новую функцию к существующему приложению.

EM9304 является самой миниатюрной из доступных на рынке СнК BLE v4.2, но при этом имеет лучший в своем классе трансивер 2.4 ГГц с исключительно чувствительным приемником и передатчиком с программируемой выходной мощностью для оптимизации потребления тока. EM9304 содержит усовершенствованную систему управления питанием с автоматическим конфигурированием

под напряжения батареи 1.5 В или 3 В. СнК совместима как со стандартными 1.5-вольтовыми микроконтроллерами, такими как микропроцессоры EM Microelectronic, так и с 3-вольтовыми микропроцессорами многих производителей. EM9304 имеет 128 КБ однократно программируемой памяти и 48 КБ ОЗУ для приложений пользователя, и до 20 КБ ОЗУ для хранения данных.

Хранящийся в ПЗУ сертифицированный стек протоколов Bluetooth v4.2 с патентованными интерфейсами контроллера приложений и канального уровня хост-контроллера обеспечивает безопасность связи, работу с пакетами увеличенной длины и поддержку множественных соединений. Эффективный планировщик и диспетчер памяти минимизируют потребление тока во всех режимах работы приложения. Более того, вместе с EM9304 поставляются программы беспроводного обновления прошивки, которые могут запускаться как приложение, функция или файл конфигурации для минимизации времени загрузки.

В настоящее время уже доступны комплекты для разработчиков оборудования и программ, включая коммерческие версии интегрированной среды разработки и отладчика. Получить квалифицированную помощь, включая примеры конструкций и прошивок, потребители могут на веб-сайте и форуме EM Microelectronic. Пока предлагаются единичные образцы СнК в корпусах QFN, но в ближайшее время будет развернуто их массовое производство. Клиентам оказывается поддержка в конструировании печатных плат и, при необходимости, в прохождении процедуры сертификации на соответствие стандартам FCC/CE.

Rohm выпускает Arduino-совместимый шилд для управления шаговыми двигателями

Graham Prophet

EDN Europe

Компания Rohm Semiconductor разработала совместимый с Arduino оценочный набор, предназначенный для поддержки разработки устройств на основе ее драйверов электродвигателей. Шилд, содержащий выпускаемый Rohm драйвер шаговых двигателей в

корпусе HTSSOP-B28, вставляется непосредственно в основную плату Arduino и позволяет инженерам быстро создать прототип своей системы.

При разработке устройства инженеры должны принимать во внимание много аспек-



тов, таких как скорость, уровень вибраций и оптимизация характеристик. Поэтому наборы поставляются в 15 различных вариантах с различными драйверами шаговых двигателей из ассортимента Rohm – от стандартных низковольтных микрошаговых до высоковольтных. Решение покрывает диапазон напряжений питания от 8 В до 42 В с токами до 2.5 А на фазу и поддерживает как микрошаговое, так и одно- или многофазное управление одним или двумя шаговыми двигателями. Кроме того, набор пригоден для управления биполярными шаговыми двигателями с широким диапазоном напряжений питания и токов. Рассчитанный на множество совместимых по выводам микросхем драйверов с последовательными (CLK-IN) или параллельными (CLK-IN) входами управления, этот набор обеспечивает высокий КПД, простоту управления мощностью и комплексные функции защиты, позволяющие создавать надежные

и компактные конструкции с возможностью точной настройки характеристик двигателя. Конструкция шилдов предусматривает многоярусную установку для управления двумя моторами.



Легко адаптируемый набор поставляется с библиотекой программ, подробным руководством пользователя и примерами программных решений, облегчающими процесс обучения. После того, как конструкция будет отлажена, инженеры могут быстро перейти от этапа макетирования к массовому производству, используя предлагаемые Rohm Gerber-файлы печатных плат и перечни необходимых компонентов.

Высокоинтегрированный преобразователь емкость-цифра может распознавать жесты в автомобильных и промышленных приложениях

Высокая чувствительность, обеспечивающая дистанцию обнаружения до 150 мм, позволяет использовать это восьмиканальное устройство для распознавания жестов

ON Semiconductor представила новую микросхему датчика прикосновения/приближения, в которой сочетаются лучшие в отрасли



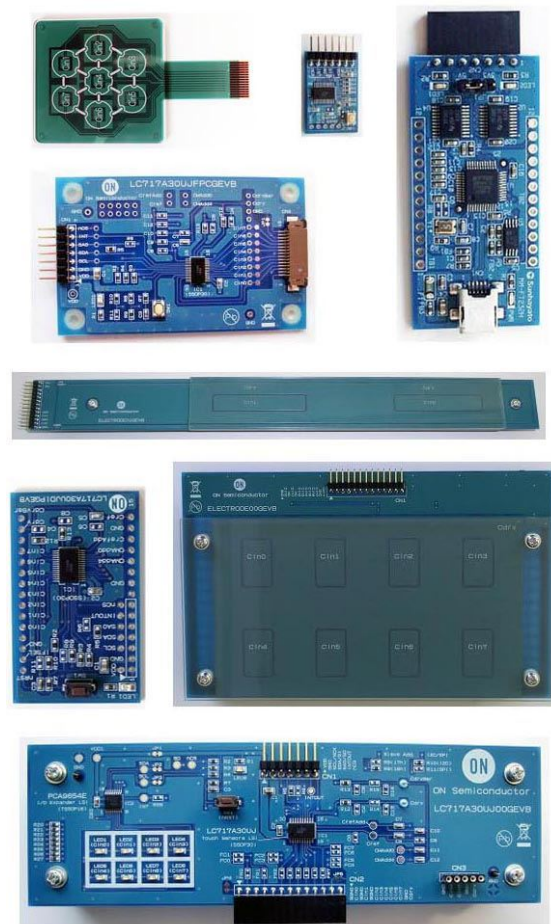
ли технические характеристики, хорошее соотношение цены и эффективности и удобство использования. Большой динамический диапазон преобразователя емкость-цифра LC717A30UJ основан на использовании взаимной емкости для определения изменений абсолютной емкости с уровнями вплоть до единиц фемтофарад (фФ). Компенсация паразитной емкости повышает чувствительность детектора, в то время как встроенный механизм подавления шумов ослабляет влияние электромагнитных помех.

Восемь чувствительных к емкости входов LC717A30UJ делают микросхему оптимальным решением для использования в системах, требующих управления матрицами переключателей. Устройство содержит встроен-

ный мультиплексор для выбора входного канала, аналого-цифровой преобразователь, двухкаскадный усилитель, определяющий изменения емкости и выводящий аналоговые значения амплитуды, тактовый генератор, схему сброса по включению питания, а также всю логику управления, необходимую для создания полностью законченного решения. В соответствии с требованиями приложения, пользователь имеет возможность выбора между последовательными интерфейсами I²C и SPI.

Поскольку чувствительность устройства имеет диапазон 150 мм, далеко выходящий за пределы возможностей любых имеющихся на рынке конкурирующих устройств, оно позволяет реализовывать не только обычные функции сенсорного управления, но и отслеживать движения, предоставляя разработчикам широкий выбор различных вариантов интерфейсов пользователя. Помимо этого, прибор способен работать при наличии воздушного промежутка между датчиком (печатной платой) и защитным покрытием, поэтому инженеры могут упростить конструкцию сборки, исключив из нее световод. В устройство интегрированы средства автоматической калибровки, корректирующие результаты измерений в соответствии с характеристиками электрода, емкостью линии и окружающими условиями. Это значительно сокращает цикл разработки системы, а также повышает ее надежность в эксплуатации.

Благодаря высокой скорости реакции LC717A30UJ, время измерения для всех 8 каналов составляет 16 мс. Микросхема работает при напряжении питания от +2.6 В до +5.5 В, потребляя в режиме ожидания ток всего 1 мкА. Высокая степень интеграции сокращает до минимума количество необходимых внешних компонентов. Для использования в автомобильных приложениях, например, в системах доступа и приборных панелях, устройство сертифицировано по стандарту AEC-Q100. Высокий уровень интеграции и широкий динамический диапазон позволяют создавать управляемые прикосновением или жестами интерфейсы пользователя в таких промышленных и потребительских изделиях, как индукционные плиты, холодильники, оборудование автоматизации зданий, средства управления производственными процессами и системы управления освещением.



Элементы оценочного набора LC717A30UJGEVK.

«Как мы все знаем, в течение последнего десятилетия сенсорная технология получила широкое распространение в секторе потребительской электроники. Теперь существует все большее количество возможностей для ее использования в приложениях, находящихся за пределами потребительского сектора, – сказал Икуя Кавасаки (Ikuya Kawasaki), генеральный директор группы интеллектуальных силовых решений в ON Semiconductor. Новое устройство обладает всеми необходимыми для этого ключевыми атрибутами, обеспечивая надежное и простое в реализации решение, успешно сочетающее в себе низкую цену и превосходные характеристики».

Корпус и цена

LC717A30UJ выпускается в 30-выводном корпусе SSOP и в партиях из 10,000 приборов продается по цене \$1.05 за штуку. Для ознакомления с работой различных вариантов емкостных датчиков касания предлагается набор оценочных плат LC717A30UJGEVK.

Vishay представляет новый отражательный оптический датчик VCNT2020

Отражательный оптический датчик VCNT2020 экономит место и снижает стоимость устройств умного дома, а также офисных и промышленных приложений

Vishay представляет новый отражательный оптический датчик для использования в устройствах умного дома, а также в промышленных и офисных приложениях. Занимая меньше места, чем решения предыдущих поколений, VCNT2020 объединяет в миниатюрном SMD корпусе размером 2.5 × 2 × 0.8 мм инфракрасный излучатель, кремниевый фототранзисторный детектор и фильтр дневного света.



Список основных характеристик

- Комбинация инфракрасного излучателя, кремниевого фототранзисторного детектора и фильтра дневного света;
- Компактный корпус QFN для поверхностного монтажа;
- Миниатюрные размеры 2.5 × 2 × 0.8 мм;

- Смачиваемые припоем торцы контактов для удобства оптического контроля качества пайки;
- Дистанция обнаружения от 0.2 до 2.5 мм;
- Длина волны излучения 940 нм;
- Типовой коэффициент передачи тока 8% в условиях испытаний;
- Четвертый уровень чувствительности к влажности допускает пайку оплавлением в соответствии со стандартом J-STD-020;
- Отсутствие галогенов, соответствие требованиям директивы RoHS и экологической политике Vishay Green.



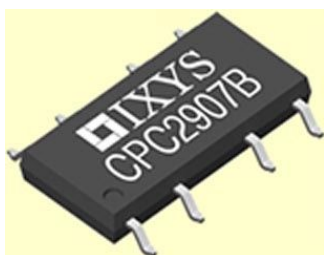
Применение

- Оптическая коммутация в офисной и бытовой технике;
- Оптическое кодирование в дисковых и ленточных приводах для DVD и/или камер;
- Детекторы наличия бумаги в принтерах и копировальных машинах.

IXYS анонсирует новое сдвоенное 60-вольтовое твердотельное реле

Сильноточное реле CPC2907B с напряжением изоляции 4000 В в корпусе SOIC

IXYS Integrated Circuits Division (ICD), подразделение компании IXYS, сообщило о

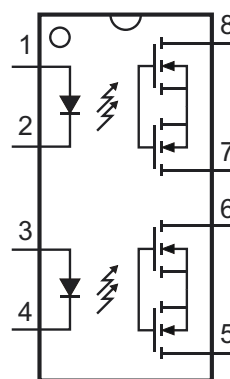


доступности сдвоенного нормально открытого 60-вольтового твердотельного реле CPC2907B с коммутируемым током 2 А, состоящего из двух независимых оптически изолированных двунаправленных MOSFET переключателей. CPC2907B – не только первое сдвоенное мощное реле в ассортименте IXYS ICD, но и прибор с рекордно низким сопротивлением 150 мОм. Это самое сильноточное в отрасли двухканальное силовое

реле среди приборов в корпусах для поверхностного монтажа.

В большинстве приложений сдвоенное реле семейства OptoMOS, содержащее два ключа в одном 8-выводном, позволит создавать более компактные решения, чем дискретные однополюсные реле. В однополюсном режиме при 25 °С каждый ключ способен постоянно пропускать ток нагрузки 2 А. В случае одновременной работы обоих полюсов допускается постоянная коммутация токов до 1.7 А каждым ключом при максимальном напряжении между входом и выходом до 4000 В с.к.з. Максимальный ток входного светодиода, необходимый для активации каждого ключа, равен 5 мА.

К типичным областям использования относятся системы безопасности, измерительные приборы, медицинское оборудование и средства управления производственными процессами.



CPC2907B выпускается в 8-выводном корпусе Power SOIC.

Цена и доступность

Реле CPC2907B доступны в промышленных количествах. Цена одного прибора для изготовителей конечного оборудования, приобретающих 25 тыс. штук, составит \$3.90.

Diodes выпустила понижающий преобразователь, совместимый с технологией Qualcomm Quick Charge 2.0

Компания Diodes выпустила понижающий преобразователь с синхронным выпрямлением, совместимый с технологией быстрой зарядки Qualcomm Quick Charge 2.0 (QC). Устройство поддерживает режимы зарядки постоянным напряжением (CV) и постоянным током (CC).



В одном корпусе микросхемы AP3171 объединены контроллер ШИМ, силовые MOSFET верхнего и нижнего плеча, схемы управления режимами CC/CV и декодер Qualcomm QC 2.0. В зависимости от комбинации сигналов на входах D+/D-, AP3171 устанавливает зна-

чения выходного напряжения и максимального выходного тока равными 5 В/2 А, 9 В/2 А или 12 В/1.5 А. Для обратной совместимости с существующими устройствами, не поддерживающими Qualcomm QC 2.0, AP3171 по умолчанию устанавливает на выходе конфигурацию 5 В/2 А.

AP3171 работает на фиксированной частоте переключения 120 кГц. При легкой нагрузке или в режиме холостого хода функция обнаружения нулевого тока переводит систему в режим прерывистой проводимости для увеличения КПД преобразования энергии.

Надежность работы AP3171 гарантируется разнообразными функциями безопасности, включающими блокировку при пониженном входном напряжении, защиту от повышенного и пониженного выходного напряжения, ограничение пикового тока индуктивности и внутреннюю защиту от перегрева кристалла.

Помимо этого, AP3171 содержит цепи компенсации падения напряжения на проводах, регулируемые внешним резистором.

AP3171 выпускается в корпусе SO-8EP.

Области применения

- Автомобильные зарядные устройства;
- Источники питания схем автоэлектроники;
- DC/DC преобразователи общего назначения.

Характеристики

- Диапазон входных напряжений от 8.7 В до 40 В;
- Фиксированная рабочая частота 120 кГц;
- Два интегрированных MOSFET для синхронного выпрямления;
- Функция быстрой зарядки, соответствующая спецификации Qualcomm QC 2.0;
- Блокировка входа при пониженном напряжении;
- Защита от перегрузки по току;

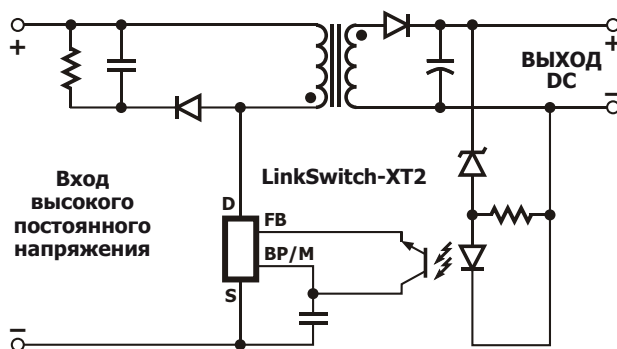
- Защита выхода от повышенного и пониженного напряжения;
- Регулируемая компенсация падения напряжения на проводах;
- Режимы работы: CC/CV;
- Базовая точность:
 - 5 В:
 - ♦ CV: $\pm 1.5\%$,
 - ♦ CC: $\pm 4\%$;
 - 9 В/12 В:
 - ♦ CV $\pm 2.5\%$,
 - ♦ CC: $\pm 5\%$;
- Выходная мощность: 5 В/10 Вт, 9 В/18 Вт, 12 В/18 Вт;
- Внутренняя защита от перегрева кристалла.

Power Integrations предлагает новое семейство обратноходовых преобразователей LinkSwitch-XT2 для приложений с повышенными требованиями к точности и КПД

Новые надежные микросхемы с отличными характеристиками холостого хода идеально подходят для питания маломощных приложений, включая бытовую технику, устройства Интернета вещей, счетчики потребления и промышленные установки

Power Integrations представила семейство LinkSwitch-XT2 микросхем автономных маломощных преобразователей, отличающихся высокой точностью, большим КПД и отличными характеристиками в отсутствие нагрузки. Приборы LinkSwitch-XT2 предназначены для изолированных и неизолированных обратноходовых приложений с повышенными требованиями к точности стабилизации выходного напряжения. Новые микросхемы способны обеспечивать нагрузку мощностью до 6.1 Вт в полном диапазоне входных напря-

жений от 85 В AC до 265 В AC, и до 9.2 Вт в открытых конструкциях при напряжении питания 230 В AC.



Обратноходовой преобразователь на микросхеме LNK3604

Типовая схема включения LinkSwitch-XT2.

Разработанное для использования в преобразователях с обратноходовой топологией семейство LinkSwitch-XT2 позволяет создавать устройства с точностью стабилизации тока и напряжения лучше 3% и типовым значением КПД, превышающим 80%. В отсут-



тствие нагрузки микросхемы LinkSwitch-XT2 потребляют менее 10 мВт. Высокая рабочая частота 132 кГц позволяет использовать небольшие силовые трансформаторы, еще большему снижению размеров которых способствует функция программируемого порога ограничения тока.



Варианты корпусов: P: PDIP-8C, G: SMD-8C, D: SO-8C.

В преобразователи LinkSwitch-XT2 интегрированы 725-вольтовые мощные MOSFET со схемами управления. Встроенные средства обеспечения безопасности и надежности содержат цепи защиты входа от перенапряжения, гистерезисной защиты от перегрева кристалла, а также защиты от короткого замыкания, перегрузки по напряжению и обрыва выхода с функцией автоматического перезапуска.

Комментирует главный менеджер по маркетингу продукции Сильвестро Фимьяни (Silvestro Fimiani): «Точность, небольшие размеры, КПД и отличные характеристики холостого хода микросхем LinkSwitch-XT2 делают их идеальными компонентами для малогабаритного бытового оборудования, такого как СВЧ печи, приложения Интернета вещей, счетчики учета потребления, промышленные установки и устройства умного дома».

LinkSwitch-XT2 выпускаются в корпусах трех типов: DIP-8C (суффикс P), SO-8C (суффикс D) и SMD-8C (суффикс G). В партии из 10,000 приборов одна микросхема стоит \$0.40. На сайте Power Integrations можно получить дополнительную информацию о преобразователях семейства LinkSwitch-XT2, а также заказать оценочный набор DER-578, на плате которого собран источник питания с выходным напряжением 5 В и током до 500 мА.



Оценочная плата 2.5-ваттного неизолированного обратного преобразователя DER-578 на микросхеме LNK3604D. Вид сверху.

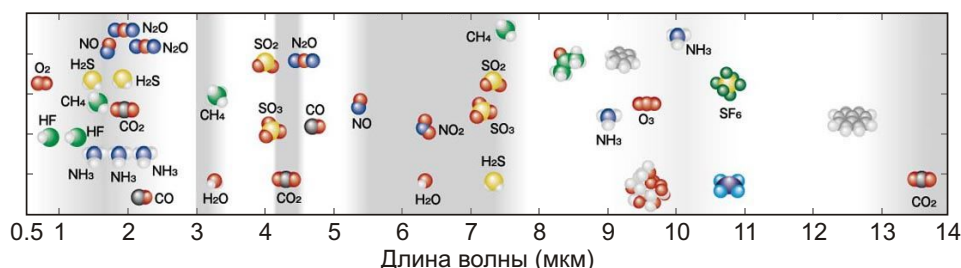


Оценочная плата 2.5-ваттного неизолированного обратного преобразователя DER-578 на микросхеме LNK3604D. Вид снизу.

Hamamatsu расширяет линейку высокочувствительных неохлаждаемых InAsSb детекторов

Компания Hamamatsu Photonics разработала неохлаждаемый фотогальванический

детектор на основе гетероструктур InAsSb с большой скоростью отклика и высокой



чувствительностью к инфракрасному свету в диапазоне длин волн от 3 до 11 мкм. Новое устройство P13894-011MA расширяет верхний предел чувствительности InAsSb детекторов Hamamatsu с 8 мкм до 11 мкм, что позволит пользователям оценивать молекулы, поглощающие свет с большими длинами волн и, таким образом, увеличить количество веществ, анализируемых одним устройством.

Детекторы P13894-011MA уже доступны производителям систем экологического контроля.



InAsSb фотогальванические детекторы серии P13894.

Технологии TI увеличивают время полета и ресурс аккумуляторов квадрокоптеров и промышленных дронов

Новые базовые проекты основаны на последних инновациях в управлении батареями и электродвигателями

Texas Instruments (TI) представила два типовых проекта, которые помогут производителям увеличить время полета и продлить ресурс аккумуляторов квадрокоптеров и других гражданских беспилотных летательных аппаратов потребительского и промышленного назначения, используемых для доставки посылок, обеспечения наблюдения или связи и оказания дистанционной помощи.

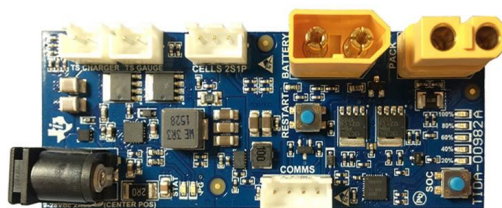


«Продолжительность полета по-прежнему остается главной проблемой при конструировании развлекательных квадрокоптеров и профессиональных дронов, особенно тех, которые используются за пределами прямой видимости. Компании по доставке хотели бы иметь дронов с увеличенным ресурсом автономного полета и сейчас экспериментируют с доставкой посылок дронами, чтобы понять, как далеко они смогут летать, — сказал Стелиос Котакис (Stelios Kotakis), старший аналитик

компании IHS Markit в области услуг передачи данных и управления. Согласно данным недавнего исследования, проведенного IHS Markit, расчетное время работы от батареи почти 50% дронов составляет менее 30 минут, 35% могут летать от 31 до 60 минут, а оставшиеся 15% могут находиться в воздухе более часа — и все это в идеальных условиях полета без дополнительной полезной нагрузки.

Инновационная технология управления батареями

Система управления аккумуляторной батареей 2S1P (Battery Management System — BMS), представленная базовым проектом TIDA-00982, превращает батарейный блок дрона в интеллектуальный диагностический черный ящик, который с высокой точностью отслеживает оставшуюся емкость и защищает Li-Ion аккумулятор на протяжении всего срока его службы. Разработчики могут

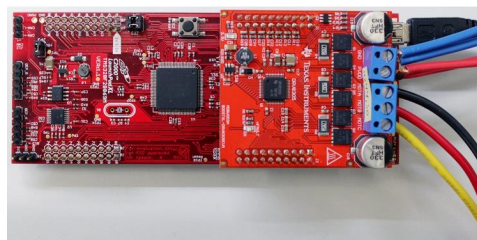


Оценочный набор TIDA-00982 для управления батареями 2S1P в системах питания гражданских дронов, роботов или радиоуправляемых устройств.

использовать базовый проект BMS, чтобы добавить функции измерения уровня заряда, защиты, балансировки секций и зарядки аккумулятора к любому существующему дрону и увеличить время его пребывания в воздухе. Помимо микросхемы измерителя уровня заряда многоэлементных Li-Ion батарей bq4050, с помощью которой точно измеряется остаточная емкость на протяжении всего срока службы аккумулятора, конструкция содержит микросхему bq24600, объединяющую контроллер зарядки батареи с высокоэффективным DC/DC преобразователем.

Высокая скорость и эффективность работы двигателей

Другим препятствием на пути увеличения полетного времени была неэффективность вращения пропеллеров дрона. Новый оценочный проект для электронных контроллеров управления скоростью поможет производителям дронов создавать устройства с большей продолжительностью полета и более гладкими и стабильными характеристиками регулирования. Оценочный набор TIDA-00916 для бессенсорного векторного электронного управления помогает контроллерам скорости достигнуть максимальной возможной эффективности при скоростях вращения свыше 12,000 об/мин (электрическая частота более 1.2 кГц), включая функцию быстрого реверса для более устойчивого движения по тангажу.



Оценочный набор TIDA-00916 для бездатчикового векторного электронного управления скоростью дронов.

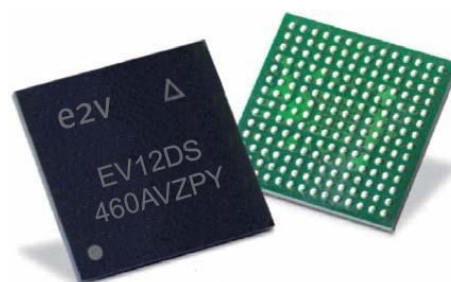
Конструкция основана на созданном TI решении InstaSPIN для векторного управления двигателями, включающем микроконтроллер F28027F для высокоточного управления и запатентованный TI программный алгоритм FAST, рассчитывающий магнитный поток ротора, угол, скорость и момент вращения. Информация о параметрах двигателя используется для текущей настройки полосы пропускания системы управления. В отличие от других методов, бессенсорный алгоритм наблюдения FAST полностью самонастраивающийся и не требует корректировки для правильной работы и управления пропеллером. Для эффективного управления питанием дронов, в которых используются литий-полимерные (LiPo) аккумуляторы, в набор включен 60-вольтовый DC/DC преобразователь LMR16006 семейства SIMPLE SWITCHER с ультра низким током покоя.

е2v анонсировала выпуск ЦАП, способного формировать сигналы с частотой до 26.5 ГГц

Британская компания е2v анонсировала выпуск цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) EV12DS460 с быстродействием 6 Гвыб/с, способного формировать чистые сигналы с частотой до 26.5 ГГц.

EV12DS460 – это первый в мире ЦАП, предназначенный для прямой генерации высокочастотных сигналов К-диапозона (18 ГГц...27 ГГц) и не требующий преобразования с повышением частоты, для которого используются дорогие смесители. С новым ЦАП радиочастотные приложения, работающие на более высоких частотах, станут проще благодаря снижению их размеров, веса и потребляемой мощности, следствием чего станет сокращение общих расходов на оборудование.

EV12DS460, работающий на частотах К-диапозона, что раньше было невозможно без повышающего преобразования частоты, допускает большой выбор настроек ЦАП, позволяющих оптимизировать его характеристики вплоть до частоты 26.5 ГГц. Кроме того, предусмотрены четыре режима форми-



рования выходных сигналов, а для специфических радиочастотных приложений имеется также возможность программного формирования импульсов.

Лоран Монжа (Laurent Monge), вице-президент подразделения полупроводников компании e2v, прокомментировал: «Исключение каскадов повышающего преобразования частоты из систем К-диапазона поможет нашим потребителям существенно упростить

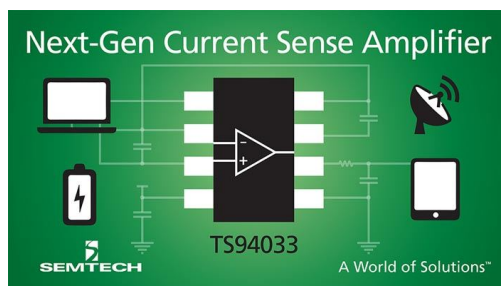
конструкцию своих устройств. С момента, когда мы разработали первый в мире преобразователь данных, способный работать в СВЧ диапазоне, мы постоянно расширяли границы технологии преобразования сигналов, доказательством чего служит EV12DS460».

EV12DS460 выпускаются в корпусах нескольких типов и рассчитаны на работу в различных температурных диапазонах, включая военный диапазон $-55^{\circ}\text{C} \dots 125^{\circ}\text{C}$.

Semtech расширяет платформу управления питанием новым высокоэффективным токоизмерительным усилителем

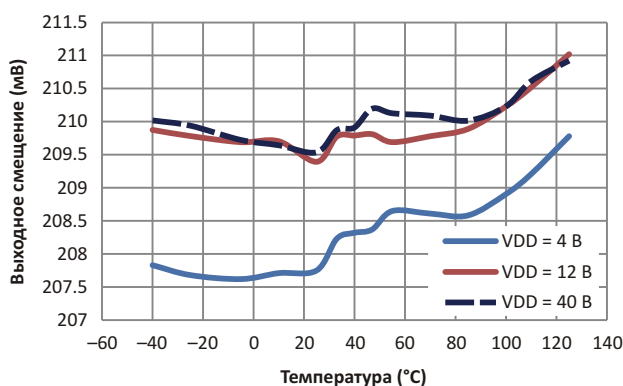
Токочувствительный усилитель следующего поколения предназначен для высококлассных корпоративных вычислительных систем, коммуникационного и промышленного оборудования

Компания Semtech сообщила о доступности нового высокоэффективного токочувствительного усилителя TS94033, отличающегося низким потреблением мощности, высокой точностью во всем диапазоне входных напряжений и простотой использования в инженерных конструкциях. Этот продукт с улучшенной функциональностью добавляется к семейству токоизмерительных усилителей, выпускаемых Semtech для широкого круга аналоговых приложений. Большой диапазон входных напряжений токоизмерительного усилителя – до 42 В – рассчитан на использование прибора в таких приложениях, как зарядные устройства аккумуляторов, включая беспроводные, портативные компьютеры и телекоммуникационное оборудование. Усилители уже нашли применение в оценочном проекте беспроводного зарядного устройства компании Semtech.



«Наш новый токочувствительный усилитель пополняет портфель высокоэффективных малопотребляющих продуктов, позволяющих создавать приложения конечного пользователя с различными требованиями к габаритам и потребляемой мощности, – ска-

зал Франсуа Рикодо (Francois Ricodeau), менеджер подразделения силовых и особо надежных продуктов Semtech. – Эта система, благодаря усовершенствованной конфигурации, дает разработчикам больше свободы в выборе конструктивных решений и упрощает реализацию их замыслов».



Зависимость напряжения смещения от температуры.

Усилитель, выпускаемый в 8-выводном корпусе SOT-23, не содержит свинца и галогенов и отвечает предписаниям директив RoHS/WEEE.

Ключевые особенности токочувствительных усилителей TS94033

- Рабочий ток менее 28 мкА и ток покоя 1 мкА снижают общие потери мощности в системе;
- Равное всего 205 мВ приведенное к выходу напряжение смещения позволяет

использовать токоизмерительные резисторы меньших размеров, снизить потери энергии и повысить точность во всем диапазоне входных напряжений;

- Стабилизированная прерывателем конфигурация усилителя повышает точность измерений и упрощает схему целевого приложения;
- Гибкое питание от 4 В до 42 В поддерживает широкий диапазон приложений.

Цена и доступность

Микросхемы TS94033 (код заказа TS94033SKTRC) отгружаются со склада в промышленных объемах немедленно после подтверждения заказа. В лотах из 1000 приборов удин усилитель стоит \$0.29. Semtech предлагает разработчикам всестороннюю поддержку, включая сервисное обслуживание и помощь в организации производства.

Зарядное устройство Intersil увеличивает срок службы резервных батарей автомобильных систем eCall

Высокоинтегрированная микросхема ISL78693 с самым низким в отрасли током утечки увеличит время активной работы резервных аккумуляторов систем eCall

Компания Intersil анонсировала зарядное устройство, увеличивающее срок службы 3.6-вольтовых одноэлементных литий-железосодержащих аккумуляторов (LiFePO₄), используемых в системах автоматического оповещения о дорожных происшествиях на автотранспорте (eCall). По сравнению с конкурирующими устройствами, ток утечки зарядного устройства ISL78693 снижен в четыре раза до 3 мкА, что позволяет резервным батареям eCall дольше оставаться в работоспособном состоянии.



Автопроизводители всего мира устанавливают eCall в свои беспроводные системы передачи инфраструктурной информации (Vehicle to Infrastructure – V2I). В случае аварии система eCall автоматически передаст информацию о своем местоположении, определенном с помощью GPS, и свяжется с ближайшим центром круглосуточной экстренной помощи. Таким образом, системы V2I eCall должны быть способны надежно и автономно работать от резервной батареи в любой

момент, даже если автомобиль попал в аварию после того, как несколько месяцев простоял на парковке.

Зарядное устройство ISL78693 предназначено для поддержки развивающихся во всем мире систем eCall, таких как проходящая испытания японская D-Call Net, которая собирает дополнительные спасательные секунды, автоматически передавая данные о транспортном средстве в центр обслуживания экстренных вызовов, оценивающий тяжесть аварии и посылающий помощь для эвакуации пострадавших по земле или по воздуху. Европейская eCall также оказывает немедленную помощь автомобилистам, попавшим в аварию, а российская система ЭРА-ГЛОНАСС и американская OnStar обеспечивают сервисы аварийной радиосвязи и вызова скорой помощи.

Контроль температуры батареи и низкое выходное напряжение 3.6 В помогают защитить LiFePO₄ аккумуляторы и увеличить срок их службы. ISL78693 намного легче и проще в использовании, чем конкурирующие аналоги – для программирования всех параметров полной зарядной платформы требуется всего пять внешних пассивных компонентов. Крошечный корпус DFN размером 3 мм × 3 мм позволяет размещать микросхему на самых тесных печатных платах. Уникальная технология следящей тепловой защиты предохраняет аккумулятор от перегрева и повышает надежность, автоматически снижая ток зарядки при увеличении температуры.

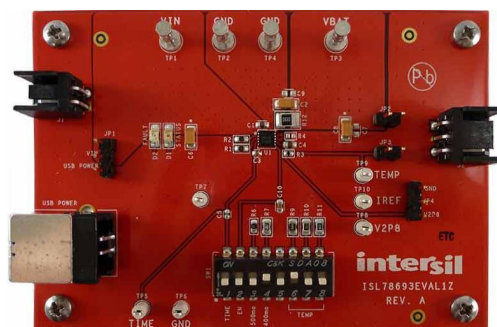
Особенности и технические характеристики

- Законченное зарядное устройство для одноэлементных аккумуляторов на основе соединений лития;
- Обратный ток утечки аккумулятора с типовым значением 700 нА и максимальным 3 мкА в полном диапазоне рабочих температур от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ увеличивает время, в течение которого резервная батарея остается заряженной при отключенном питании;
- Программируемый до 1 А зарядный ток позволяет обменивать время заряда на количество рассеиваемого тепла и ожидаемый срок службы аккумулятора;
- Гарантированная нижняя граница рабочего напряжения 2.65 В предохраняет систему от отключения во время запуска холодного двигателя;
- Начальная ошибка выходного напряжения 1% обеспечивает точное управление уровнем заряда, увеличивая ресурс аккумулятора;
- Интегрированные силовой транзистор и датчик тока;
- Подготовительный капельный подзаряд полностью разряженной батареи 10-процентным током до достижения минимального зарядного уровня 2.6 В;
- Вход NTC термистора защищает аккумулятор, отключая цепь заряда, если его температура выходит за пределы заданного диапазона;
- Питание от различных типов сетевых адаптеров или от USB;
- Соответствует Классу 3 стандарта AEC-Q100.

3.6-вольтовая микросхема ISL78693 совместима по выводам с ISL78692, предназначенной для зарядки Li-ion аккумуляторов с напряжением 4.1. Чтобы создать законченное решение для питания аккумулятора eCall от бортовой сети автомобиля 12 В, зарядное устройство можно дополнить 55-вольтовым контроллером синхронного понижающего преобразователя ISL78268, 2.5-амперным синхронным понижающе/повышающим регулятором ISL78201, 2.5-амперным синхронным понижающим регулятором ISL78206 или 3-амперным синхронным понижающим регулятором ISL78233.

Цены и доступность

Зарядное устройство ISL78693 выпускается серийно в 10-выводном корпусе DFN с размерами 3×3 мм и в партиях из 1000 приборов продается по цене \$0.99 за штуку. Доступна также оценочная плата ISL78693EVAL1Z, которую можно купить за \$56.



Оценочная плата ISL78693EVAL1Z зарядного устройства автомобильного LiFePO_4 аккумулятора.

Analog Devices выпускает новую серию приемопередатчиков, увеличивающих пропускную способность шины A²B

Analog Devices анонсировала выпуск трех усовершенствованных приемопередатчиков автомобильной аудио шины (Automotive Audio Bus – A²B), предназначенных для распределения аудио данных, управляющих сигналов, синхронизации и питания по одной неэкранированной витой паре. Приемопередатчики A²B серии AD242x поддерживают гибкие конфигурации ведомый-ведомый, а также пониженную частоту дискретизации данных. Эти возможности, значительно уве-



**Automotive
Audio Bus**

личивающие общую пропускную способность шины, являются определяющими для таких инновационных приложений, как автомобильная связь и активное шумоподавление. Новейшие устройства полностью совместимы по выводам с существующими микросхемами серии, что упрощает модер-

низацию ранее созданных изделий и ускоряет вывод на рынок новых приборов.



В устройствах AD242x появился ряд новых функций и возможностей, повышающих уровень системных характеристик и упрощающих использование микросхем. Был существенно усовершенствован блок импульсно-плотностной модуляции, имеющий решающее значение для следующего поколения приложений, взаимодействующих с подключенными микрофонами. Кроме того, для дальнейшего повышения гибкости на системном уровне в устройствах переконструированы блоки GPIO, I²C и синхронизации. В целях последующего расширения технологии A²B в область систем супер-премиум класса,

устройства AD242x теперь могут поддерживать гирляндные соединения с общим количеством узлов до 11, а межузловое расстояние увеличено до 15 м.

Микросхемы AD2425, AD2422 и AD2421 полностью удовлетворяют соответствующим требованиям в части электромагнитной совместимости, уровня излучаемых помех и устойчивости к электростатическим разрядам, отвечают всем предписаниям стандарта АЕС-Q100 и работают в расширенном автомобильном диапазоне температур от –40 °С до +105 °С.

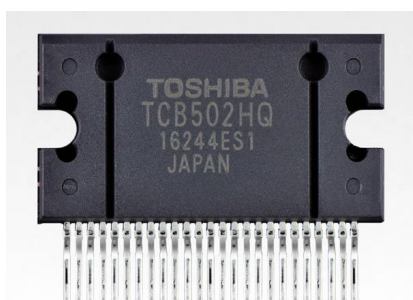
Поддержка, цены и доступность

Новые устройства серии AD242x выпускаются в 32-выводных корпусах LFCSP. В дополнение к микросхемам выпущены и могут быть приобретены оценочные платы ведомого и ведущего устройств в вариантах с местным и фантомным питанием. Информацию о ценах можно получить в местных представительствах Analog Devices.

Продукт	Выполняемые функции	Функциональное расширение существующего устройства
AD2425	Ведущий/ведомый с интерфейсом I ² S/TDM	AD2410
AD2422	Только ведомый – промежуточная точка	AD2402
AD2421	Только ведомый – оконечная точка	AD2401

Toshiba начинает производство автомобильных аудио усилителей с встроенным детектором выходного напряжения смещения

Подразделение запоминающих и электронных устройств компании Toshiba объявило о запуске в серийное производство микросхемы 4-канального усилителя мощности TCB502HQ, способного определять смещение постоянного выходного напряжения,



являющееся основной причиной сгорания динамиков.

В новую микросхему интегрирована недавно разработанная постоянно действующая схема, определяющая напряжение смещения выхода даже во время воспроизведения звука и защищающая динамик от повреждений.

Производители постоянно стремятся реагировать на запросы потребителей, совершенствуя качество звучания автомобильных аудиосистем, и в этом им поможет новая микросхема, позволяющая интегрировать в систему обратную связь по току, подобную используемой в аудио высшего класса. Это

обеспечивает стабильное качества звука, не допуская его ухудшения на высоких частотах.

Основные характеристики

- Максимальная выходная мощность: 4×49 Вт (напряжение питания 15.2 В, сопротивление нагрузки 4 Ом);
- Напряжение питания: 6 В ... 18 В;
- Выходное напряжение смещения: 70 мВ;
- Напряжение выходных шумов: 33 мкВ;
- Особенности и встроенные функции:
 - Большая выходная мощность и низкие искажения;

- Функции заглушения звука, дежурного режима, определения смещения и короткого замыкания;
- Сохранение работоспособности при напряжении питания 6 В (в режиме малого газа двигателя);
- Защита от перегрева, перенапряжения, замыкания выхода на источник питания или на землю, замыкания выходов друг на друга;
- Корпус: HZIP25-P-1.00F;
- Цена образца (с налогом): ¥500.

Dialog Semiconductor предлагает микросхему управления питанием для следующего поколения подключенных автомобилей

Многофазный 12-амперный понижающий DC/DC преобразователь для схем автоэлектроники обеспечивает высокий КПД в широком диапазоне выходных напряжений и нагрузок

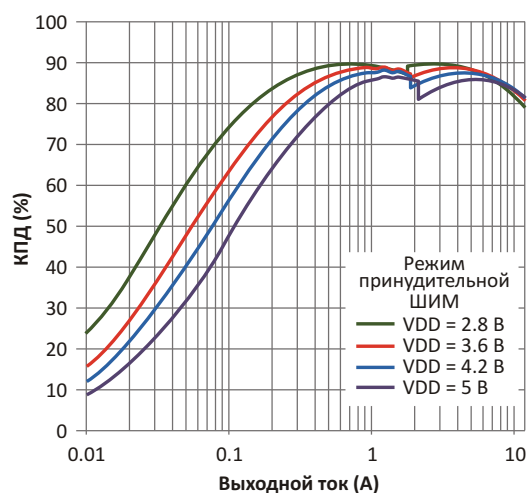
Dialog Semiconductor анонсировала новую микросхему управления питанием DA9210-A. Многофазный 12-амперный понижающий DC/DC преобразователь DA9210-A предназначен для силовых шин питания ядер микропроцессорных устройств, включая те, которые будут использоваться в выходящих на передний план информационно-развлекательных системах следующих поколений.



DA9210-A сконструирована в соответствии со строгими требованиями к функциональности, качеству и надежности, предъявляемыми автопроизводителями и потребителями их продукции. Микросхема оптимизирована для питания универсальных и графических процессоров, и может отдавать в нагрузку ток до 12 А в автономной конфигурации или 24 А при параллельном включении

двух преобразователей. Микросхема сохраняет высокий КПД в широком диапазоне выходных напряжений и нагрузок, что позволяет использовать ее для питания новейших и самых сложных устройств в современных автомобилях, подключенных к сети – от информационно-развлекательных и навигационных систем до полномасштабных интегрированных кабин и будущих средств индикации на лобовом стекле.

Микросхема второго поколения DA9210-A займет место своего предшественника –



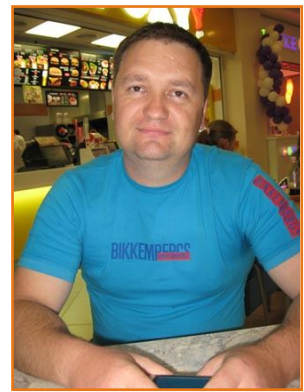
Зависимость КПД от тока нагрузки при выходном напряжении 1.0 В.

понижающего преобразователя DA9210, успешно продаваемого сегодня на массовом рынке смартфонов. Версия преобразователя для применения в автомобильной промышленности была хорошо принята производителями, которым теперь предоставляется возможность использовать усовершенствованный вариант этой проверенной микросхемы в информационно-развлекательных системах транспортных средств, подключаемых к сети.

При входном напряжении от 2.8 до 5.5 В выходное напряжение устанавливается

между 0.3 и 1.57 В, и стабилизируется с точностью $\pm 2.5\%$. Благодаря высокой номинальной частоте переключения, равной 3 МГц, снижается вес внешних компонентов и уменьшается требуемая площадь печатной платы. Преобразователь поддерживает регулировку параметров мягкого запуска и рассчитан на работу в диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. В настоящее время микросхемы DA9210-А доступны в 42-выводных корпусах WL-CSP и полностью соответствуют Категории 3 стандарта AEC-Q100.

Разработка IoT устройств на Arduino с помощью сервиса myDevices Cayenne



Вадим Колесник, г. Тирасполь

Захватывающая, простая и быстрая разработка полнофункциональных устройств Интернета вещей на Arduino с помощью облачного сервиса [myDevices Cayenne](#)

Общие сведения

myDevices занимается разработкой программного обеспечения и приложений в сфере Интернета вещей (IoT) и является подразделением компании Avanquest. myDevices [Cayenne](#) [1] – первое drag-and-drop приложение и облачный сервис для упрощенной разработки IoT проектов на Raspberry Pi.

На портале РадиоЛоцман недавно публиковалась обзорная статья [2], в которой я постарался раскрыть основные преимущества и возможности системы при работе на

одноплатном компьютере Raspberry Pi (RPi). Но проект Cayenne постоянно развивается, разработчики, опираясь на пожелания пользователей, постепенно добавляют новые функции, устраняют недочеты и ошибки.

На момент подготовки материала по RPi myDevices сообщила о сотрудничестве с Arduino и запустила в тестовом режиме аналогичную систему для разработки IoT устройств на платформе Arduino (Рисунок 1). Я принимал участие в ее тестировании и хочу поделиться своими впечатлениями от работы системы Cayenne, но уже на другой плат-



Рисунок 1. Cayenne – платформа и облачный сервис для упрощенного создания IoT проектов на Raspberry Pi и Arduino.

форме. Как и предыдущая, эта статья тоже носит ознакомительный характер, но может быть полезной как новичкам, так и профессионалам в разработке IoT устройств.

Разработка IoT устройств на Arduino и Raspberry Pi при работе с Cayenne принципиально отличается. Относительно Raspberry Pi платформу Cayenne можно считать визуальной средой разработки: мы физически подключаем различную периферию к плате Raspberry Pi и дальше работаем только в онлайн среде Cayenne (настраиваем виджеты, обработку данных, пишем алгоритмы автоматизации).

Применительно к Arduino приборная панель Cayenne (dashboard) – это лишь набор виджетов и элементов управления, которые визуализируют получаемые данные от датчиков и передают пользовательские данные для управления тем или иным исполнительным устройством. Непосредственно работа с датчиками, исполнительными устройствами, дополнительной периферией (например, дисплеем, второй клавиатурой), обработка условий автоматизации возлагается на микроконтроллер. Другими словами, все сводится к стандартной разработке устройства на Arduino; пользователь сам пишет программный код, но с интеграцией в проект гибких IoT функций Cayenne. Именно в этом и заключается, на мой взгляд, основное преимущество Cayenne: вы можете подключать к системе любые датчики и исполнительные механизмы, не ограничиваясь списком поддерживаемой периферии.

Пользовательский интерфейс и подготовка к работе

Что касается пользовательского интерфейса системы, ее настроек, способов управления и виджетов на приборной панели, все это остается аналогичным системе на Raspberry Pi, конечно, за исключением отдельных уникальных элементов, присущих последней (например, удаленный рабочий стол, состояние памяти, загрузка процессора). Поэтому для понимания основ работы с системой я рекомендую ознакомиться со статей [2]. Вся информация в статье актуальна как для веб-интерфейса системы, так и для интерфейса мобильного приложения. Также в статье указан список поддерживаемой периферии.

Далее в статье речь будет идти только о связке Arduino и Cayenne.

Для разработки IoT устройства или приложения нам необходимо:

- Иметь свою учетную запись на сервисе myDevices Cayenne (можно использовать существующую);
- Установить интегрированную среду разработки Arduino IDE;
- Добавить библиотеку функций Cayenne в Arduino IDE;
- Настроить Arduino IDE: выбрать плату и COM-порт, к которому она подключена;
- Подключить к Arduino плату расширения Ethernet Shield или Wi-Fi Shield (или использовать плату Arduino с интегрированным сетевым интерфейсом).

Думаю, процесс установки среды разработки Arduino IDE, а также выбор платы и порта в пояснениях не нуждаются, и мы перейдем к основному.

Библиотека Cayenne для Arduino просто и быстро устанавливается с помощью менеджера библиотек (Рисунок 2).

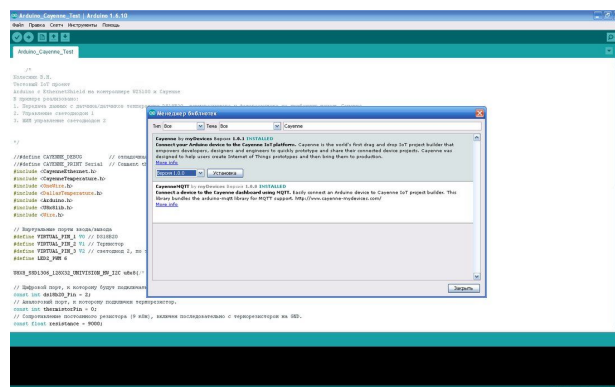


Рисунок 2. Установка библиотеки Cayenne в Arduino IDE.

После установки библиотеки мы сможем использовать ее в своих приложениях, а в разделе примеров скетчей появится новая папка с именем *Cayenne*. На мой взгляд, эти примеры не позволяют полностью понять, как работать с системой, но, тем не менее, их стоит изучить, а также, напомним, что существует огромный раздел документации по системе Cayenne. В общем случае данная библиотека представляет собой набор скетчей, которые позволяют упростить подключение и обмен данными между датчиками/актуаторами и облачным сервисом.

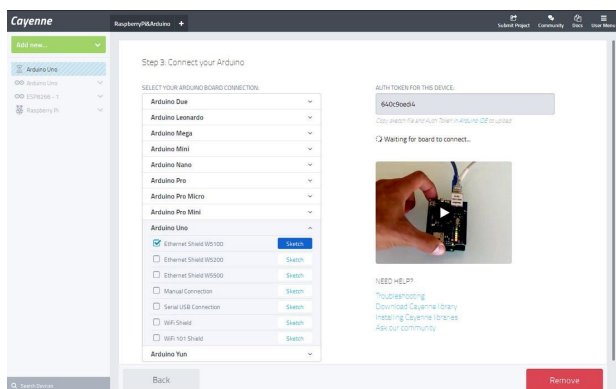


Рисунок 3. Заключительный этап подключения Arduino к серверу Cayenne.

Выполнив подготовительные операции, настройку среды разработки и подключение

```
// Ключ авторизации Cayenne для устройства
char token[] = "640c9oedi4";
```

Для каждого нового устройства генерируется новый уникальный ключ, в дальнейшем его можно найти в настройках устройства (платы).

Как только вы выберете способ подключения к сети, появится окно с исходным кодом программы микроконтроллера. Это необходимый минимум для подключения устройства к облачному сервису. Обратите внимание, что в тексте программы уже указан ваш ключ авторизации и подключена библиотека, соответствующая выбранному способу подключения к сети (Рисунок 4). Копируем этот код в Arduino IDE, компилируем и загружаем в плату. Если все было правильно настроено, то в панели управления Cayenne появится

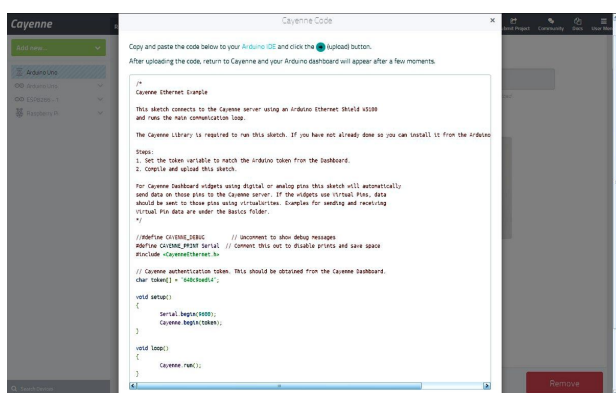


Рисунок 4. Окно с минимальным скетчем для загрузки в плату. Код автоматически генерируется Cayenne и содержит необходимые параметры для подключения к серверу.

платы расширения Ethernet Shield, можно приступать к разработке IoT устройства.

Плату Arduino подключаем к компьютеру по USB, в Ethernet Shield подключаем сетевой кабель локальной сети. В Интернет-браузере выполняем вход в учетную запись Cayenne, и в панели управления добавляем новое устройство – Arduino. Далее выбираем тип платы, способ подключения к сети Интернет (достаточно много вариантов), обращаем внимание на уникальный ключ авторизации для нашего устройства и ждем подключения платы Arduino к Cayenne (Рисунок 3).

Ключ авторизации – уникальный идентификатор устройства, который указывается как константа в исходном коде:

новое активное устройство и приборная панель, где вы сможете теперь добавлять виджеты и элементы управления. Более того, уже на данном этапе вы можете удаленно контролировать доступные цифровые и аналоговые порты Arduino, не написав ни единой строки кода – на приборной панели добавьте виджет-кнопку, укажите тип порта (цифровой), его имя на плате и сохраните виджет. Теперь, нажимая на кнопку в браузере, вы будете менять логическое состояние порта. Также просто, добавив соответствующие виджеты, можно управлять ШИМ выходами, получать «сырые» данные с аналоговых входов Arduino, контролировать состояние цифровых входов.

Разработка устройства на конкретном примере

Теперь я расскажу о дополнительных возможностях и функциях системы. В качестве примера я собрал простую систему, в состав которой вошли:

- Плата Arduino Uno;
- Плата расширения Ethernet Shield на контроллере WIZnet W5100;
- Датчик температуры DS18B20;
- Фоторезистор;
- Терморезистор;
- Несколько светодиодов;
- OLED дисплей на контроллере SSD1306.

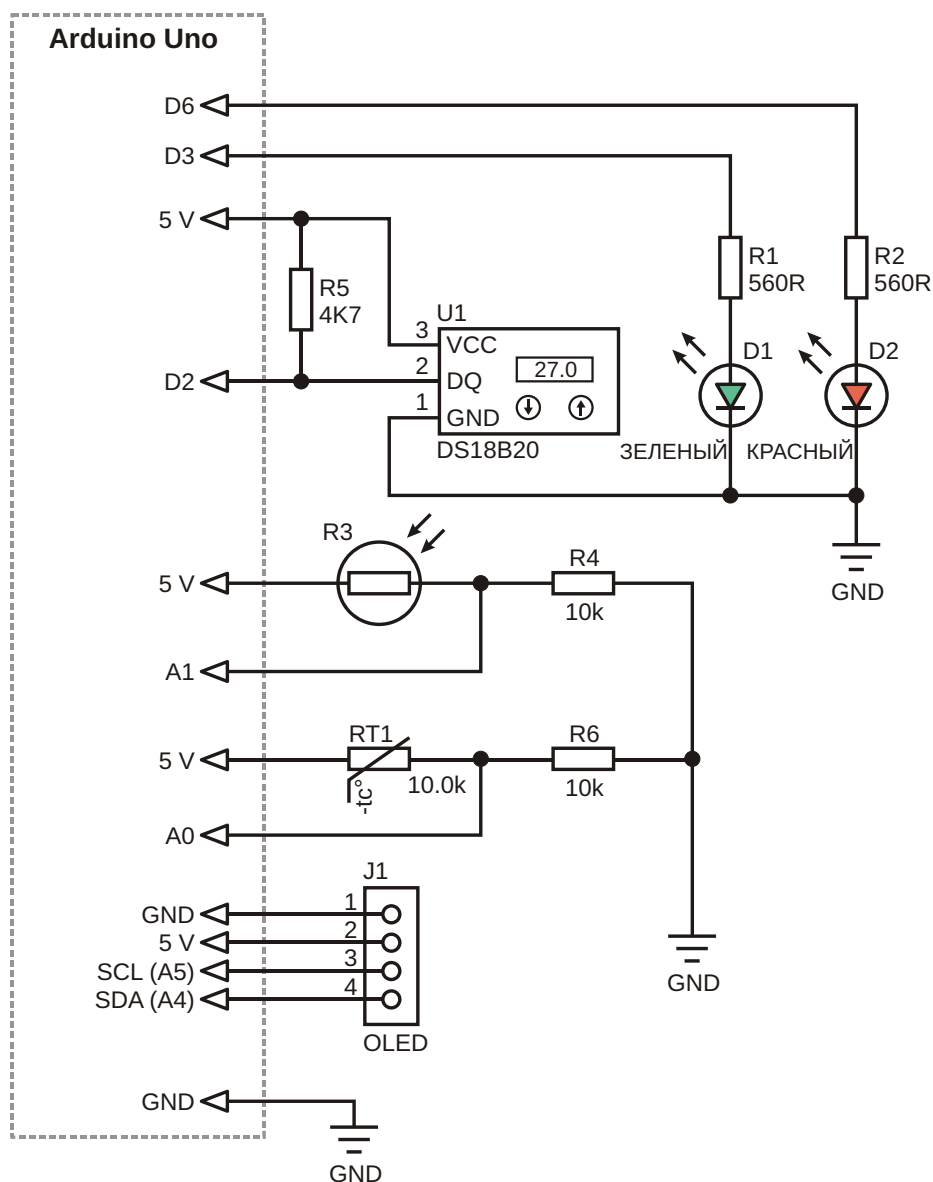


Рисунок 5. Принципиальная схема подключения периферии к плате Arduino.

OLED дисплей я добавил только для демонстрации возможностей работы Arduino с различной периферией, однако на этапе отладки использовал его для отображения значений датчиков.

Принципиальная схема подключения датчиков и светодиодов к Arduino изображена на Рисунке 5.

Напомню, что на большинство вопросов, связанных с подключением различных датчиков и исполнительных устройств, вы сможете найти ответы в разделе документации.

Думаю, что по поводу подключения светодиодов, цифрового датчика температуры и OLED дисплея вопросов не возникнет. Аналоговые датчики освещенности и температуры подключаются к аналоговым входам

по схеме резистивного делителя. При этом для цепи терморезистора необходимо знать точное сопротивление резистора R6, это зна-

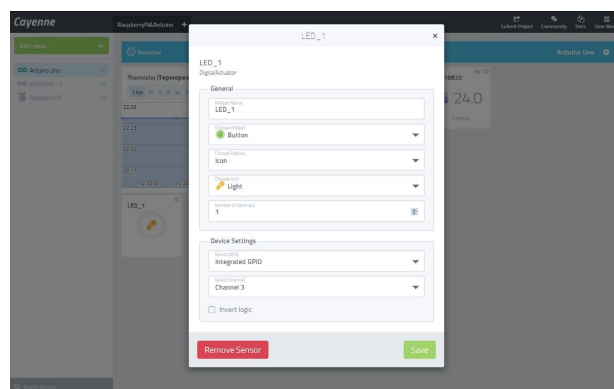


Рисунок 6. Установка виджета для управления светодиодом D1.

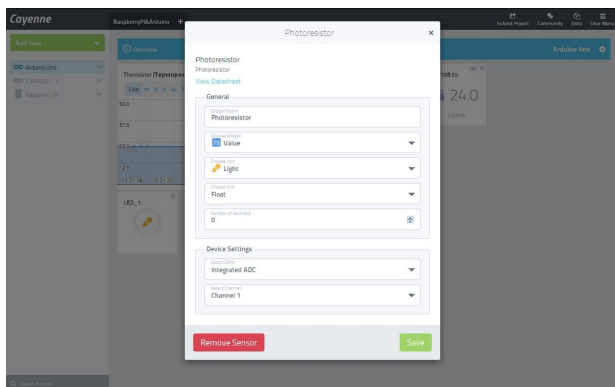


Рисунок 7. Установка виджета для отображения «сырых» данных с аналогового входа Arduino, к которому подключен фоторезистор.

чение будет использоваться в исходном коде при расчетах.

После подключения указанных на схеме элементов напишем скетч Arduino, а затем установим необходимые виджеты на приборной панели Cayenne. На данный момент в плату Arduino уже загружен минимальный скетч и плата определяется в приборной панели Cayenne. Как я сказал выше, на этом этапе

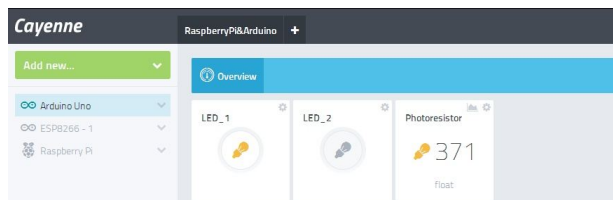


Рисунок 8. На базе минимального скетча Cayenne позволяет контролировать цифровые порты ввода/вывода и получать данные с аналоговых входов Arduino.

мы можем добавить виджеты для управления светодиодами D1, D2, а также получать «сырые» данные с аналоговых входов, к которым подключены терморезистор и фоторезистор (Рисунки 6, 7).

Не написав ни единой строки кода Arduino, мы уже получили простую систему удаленного управления и контроля (Рисунок 8).

Чтобы задействовать цифровые датчики температуры, терморезистор, ШИМ, например, для управления светодиодом D2, требуется дописать минимальный скетч. Для начала определим необходимые библиотеки.

```
#include < CayenneEthernet.h>    // используем плату расширения Ethernet
Shield
#include < CayenneTemperature.h> // функции преобразования данных с
терморезистора
#include < OneWire.h>            // функции для работы с шиной 1-Wire
#include < DallasTemperature.h> // функции для работы с цифровыми
датчиками температуры
#include < Arduino.h>            // стандартные константы и переменные
языка Arduino
#include < U8x8lib.h>            // библиотека для работы с OLED
// дисплеем в текстовом режиме
#include < Wire.h>              // поддержка аппаратного интерфейса I2C
```

Далее необходимо определить так называемые виртуальные каналы ввода/вывода (Virtual Pins), а также, если необходимо,

реальные порты для управления дополнительной периферией.

```
#define VIRTUAL_PIN_1 V0        // виртуальный канал для датчика DS18B20
#define VIRTUAL_PIN_2 V1        // -- для термистора
#define VIRTUAL_PIN_3 V2        // -- для светодиода D2, по этому каналу
// будем принимать данные о значении ШИМ
#define LED2_PWM 6              // реальный порт Arduino, к которому
// подключен светодиод D2
```

Виртуальные каналы – это не цифровые, и не аналоговые порты ввода/вывода. При непосредственном чтении аналоговых входов пользователь получает данные с 10-

разрядного АЦП микроконтроллера. Значения, возвращаемые АЦП, лежат в диапазоне 0 ... 1023 и пропорциональны напряжению на этом входе. Другими словами, если подклю-

чить датчик температуры к аналоговому входу Arduino, вы не получите значение температуры, потребуются дополнительные преобразования и математические вычисления для преобразования напряжения – температура.

Для упрощения преобразования данных, их форматирования и обработки предназна-

чены виртуальные каналы. Это довольно мощный инструмент, который используется для обмена между Arduino и Cayenne, а также для простого форматирования данных с целью их понятной визуализации на приборной доске. Запомните, виртуальные каналы не имеют физических параметров.

```
Cayenne.virtualWrite(V1, 123) // передача целочисленного значения по
                               // виртуальному каналу V1
Cayenne.virtualWrite(V2, 12.34) // передача значений с плавающей запятой
                               // по виртуальному каналу V2
```

Например, выполнив чтение аналогового датчика температуры, мы сможем одной строчкой кода преобразовать значение в градусы Цельсия и передать это значение на приборную панель. Кроме того, виртуальные каналы позволяют реализовать управление любой периферией, подключенной к аналоговому или цифровому портам Arduino, без необходимости писать какой-либо дополнительный код. На данный момент поддерживаются два типа данных, с которыми работают виртуальные каналы: цело-

численные (integer) и с плавающей точкой (float). В дальнейшем планируется поддержка символьных типов и массивов. На приборной панели по виртуальному каналу можно подключить и настроить по типу принимаемых данных пользовательский виджет для визуализации.

Далее в скетче инициализируем цифровой датчик температуры, шину 1-Wire, определяем порт подключения терморезистора и значение резистора R6 в Омах, а также проверяем ключ авторизации:

```
// Цифровой порт, к которому будут подключаться датчики DS18B20.
// Не использовать порты Arduino 0 и 1 (Rx/Tx).

const int ds18b20_Pin = 2;

// Аналоговый порт, к которому подключен терморезистор.

const int thermistorPin = 0;

// Сопротивление постоянного резистора (9 кОм), включен последовательно
// с терморезистором на землю.

const float resistance = 9000;

// Ключ авторизации Cayenne. Найти его можно в веб-интерфейсе Cayenne
// на вкладке настройки устройства.

char token[] = "640c9oedi4";
OneWire oneWire(ds18b20_Pin);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
Thermistor thermistor(thermistorPin, resistance);
```

На свое усмотрение, практически на любом этапе, вы можете добавить в исходный код вывод отладочной информации по

последовательному порту.

В разделе инициализации мы укажем следующие функции:

```
void setup()
{
  Cayenne.begin(token); // подключение к Cayenne с указанным ключом
  авторизации
```

```

sensors.begin();           // инициализация цифровых датчиков температуры
u8x8.begin();             // инициализация и вывод текстовой информации на
                           // OLED дисплей
u8x8.setPowerSave(0);
u8x8.setFont(u8x8_font_torussansbold8_r);
u8x8.drawString(2,0,"Cayenne Test");
u8x8.drawString(1,2,"System Running");
}

```

В основном цикле программы у нас будет лишь одна функция:

```

void loop()
{
  Cayenne.run();
}

```

Весь обмен данными с приборной панелью Cayenne выполняется с помощью нескольких функций:

- **CAYENNE_IN (Virtual_Pin)** – определяет функцию, которая вызывается при получении устройством обновленных данных по виртуальному каналу от сервера Cayenne.
- **CAYENNE_OUT (Virtual_Pin)** – определяет функцию, которая вызывается, когда требуется отправить обновленные данные с устройства на сервер Cayenne.
- **CAYENNE_CONNECTED ()** – функция выполняется каждый раз при подключении устройства к серверу Cayenne. В общем случае, эта функция используется для синхронизации.
- **Cayenne.syncAll()** – функция, формирующая запрос на сервер Cayenne для синхронизации всех виджетов. Состояние аналоговых и цифровых портов Arduino будет восстановлено, и каждый виртуальный канал сгенерирует событие **CAYENNE_IN**.
- **Cayenne.syncVirtual(Virtual_Pin)** – синхронизация по указанному виртуаль-

ному каналу. Как результат выполнения, вызывается соответствующая обработчик **CAYENNE_IN**.

В моей схеме светодиод D2 подключен к цифровому порту D6 Arduino. У этого порта есть альтернативная функция – выход ШИМ. Для реализации удаленного управления этими светодиодом в режиме ШИМ нам потребуется принимать данные с приборной панели. Для этого напомним функцию, которая будет выполняться при обновлении данных по виртуальному каналу V2:

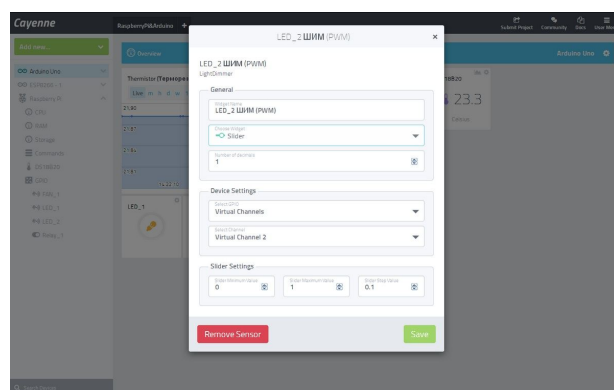


Рисунок 9. Установка и настройка слайдера на приборной панели Cayenne для ШИМ управления светодиодом D2.

CAYENNE_IN (V2)

```

{
  // получаем данные о значении ШИМ с приборной панели (слайдер)

  int PWMValue = getValue.asInt();           // значение в диапазоне 0 - 1023
  analogWrite(LED2_PWM, PWMValue / 4);      // для ШИМ значение должно быть в
                                              // диапазоне 0 - 255
}

```

Теперь на приборной панели добавим виджет «Слайдер» с именем LED_2 ШИМ (PWM), и в его настройках укажем, что он работает через виртуальный канал 2 (Рисунок 9).

Загрузив скетч в плату, вы сможете с помощью слайдера на приборной панели

Сайенне управлять яркостью свечения светодиода D2. Все очень быстро и просто...

Далее также просто настроить передачу данных с цифрового и аналогового датчиков температуры на сервер Сайенне. Для этого в наш скетч добавляем следующую функцию:

```
CAYENNE_OUT(V0)
{
  sensors.requestTemperatures(); // получаем данные с цифровых датчиков
                                // температуры.
  // преобразуем данные с терморезистора, форматируем их и отправляем
  // на сервер по виртуальному каналу V1

  Cayenne.celsiusWrite(V1, thermistor.getCelsius());

  // форматируем данные с цифрового датчика температуры и отправляем их
  // на сервер по виртуальному каналу V0

  Cayenne.celsiusWrite(V0, sensors.getTempCByIndex(0));
}
```

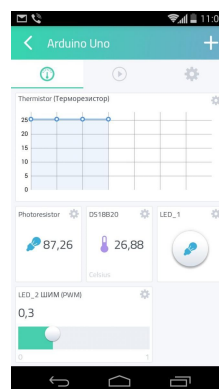
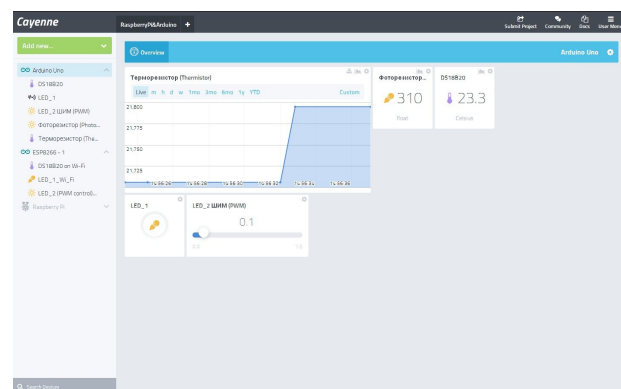


Рисунок 10. Вид приборной панели Сайенне для управления Arduino (датчики температуры, освещенности, управление светодиодом D1, ШИМ управление светодиодом D2):
а) веб-интерфейс,
б) мобильное приложение.

Благодаря использованию виртуальных каналов, весь код функции для передачи абсолютно разных данных состоит из двух строк. На приборной панели добавляем виджеты для датчика температуры DS18B20 и терморезистора (они есть готовые в панели управления). Настраиваем виджеты, загружаем скетч в плату, и... готово (Рисунки 10а, 10б)!

Не забывайте, что эти же функции управления и контроля доступны и в мобильном приложении. Все виджеты, установленные в веб-интерфейсе, вы увидите в мобильном приложении (Рисунок 10б).

Внешний вид устройства с подключенной периферией показан на Рисунке 11.

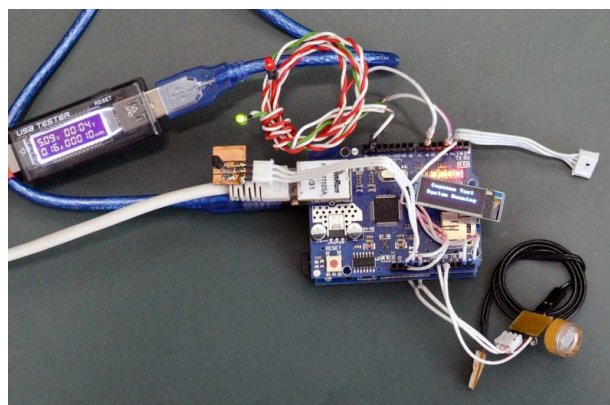


Рисунок 11. Arduino Uno с Ethernet Shield и подключенной периферией работает с сервером Сайенне.

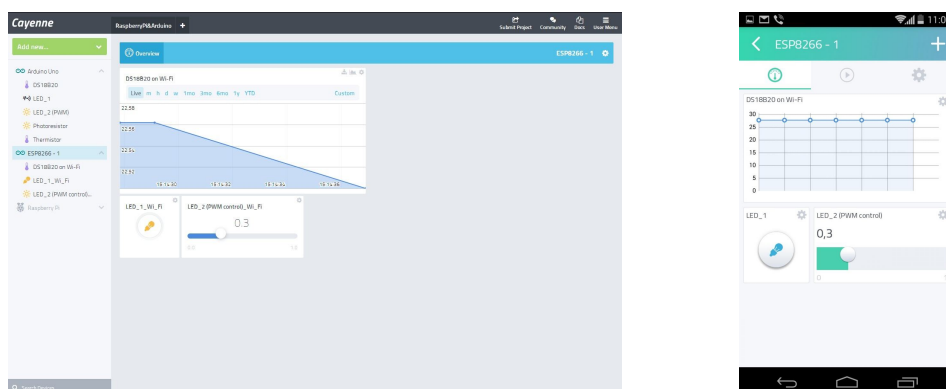


Рисунок 12. Приборная панель для беспроводного устройства на модуле ESP-12:
а) веб-интерфейс,
б) мобильное приложение.

Возможность разработки беспроводных IoT устройств

Вы могли заметить, что на некоторых скриншотах видна моя панель управления, где помимо Arduino Uno и Raspberry Pi имеется устройство с именем ESP8266-1. Все верно, это дополнительное устройство на хорошо известном модуле ESP-12 (ESP8266), которое подключено к серверу Cayenne по Wi-Fi и имеет свою отдельную приборную панель (Рисунок 12а, 12б). Такое устройство представляет собой беспроводной узел контроля и управления. К модулю подключены два светодиода (один подключен к выходу ШИМ ESP8266) и цифровой датчик температуры DS18B20.

Благодаря поддержке ядра ESP8266 средой Arduino IDE, реализация беспроводных IoT устройств с Cayenne ничем не отличается от разработки на Arduino. Другими словами, любой модуль на чипе ESP8266 – это Arduino плата с Wi-Fi интерфейсом. Для данного Wi-Fi модуля мы пишем подобный скетч, используем те же библиотеки для работы с датчиками, нам доступны цифровые и аналоговые порты ввода/вывода. По этому модулю накоплено огромное количество информации, различной документации и наработок.

Схема подключения периферии к модулю ESP8266 изображена на Рисунке 13. Я использовал отдельный модуль ESP-12 без переходной платы с интегрированной схемой

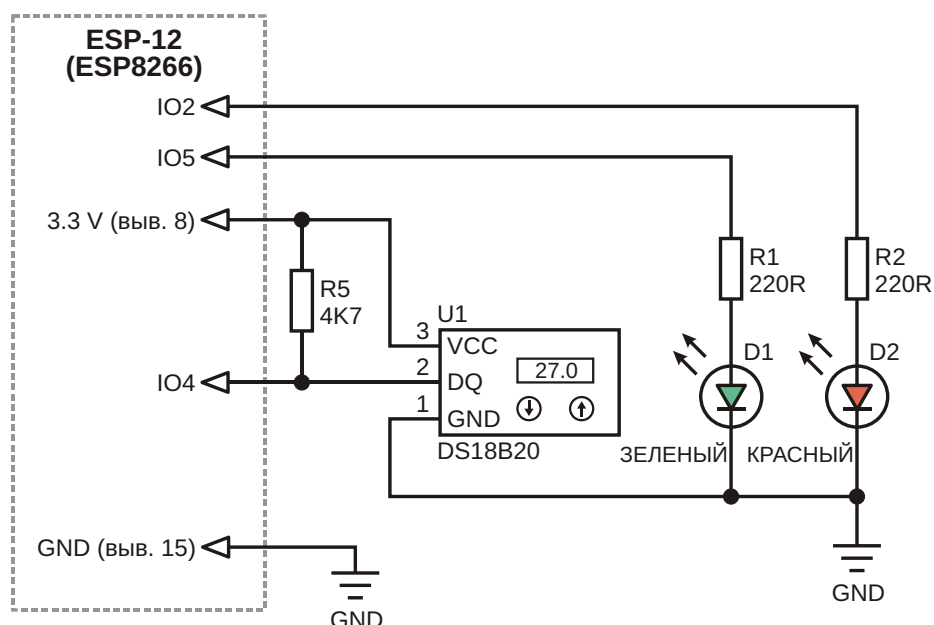


Рисунок 13. Схема подключения светодиодов и датчика температуры к модулю ESP-12 (ESP8266).

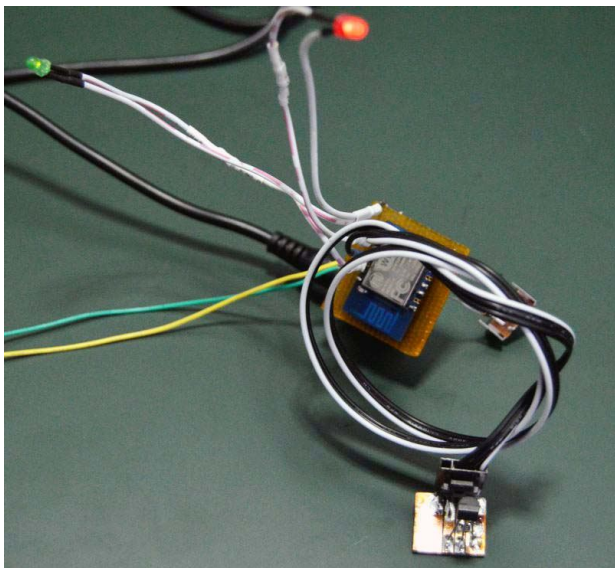


Рисунок 14. Беспроводное IoT устройство на Wi-Fi модуле ESP-12, подключенное к серверу Cayenne.

питания и интерфейсом программирования, что сильно усложнило работу на этапе

```
#include "CayenneDefines.h"           // константы и переменные Cayenne
#include "BlynkSimpleEsp8266.h"       // функции для работы с ESP8266
#include "CayenneWiFiClient.h"       // функции для реализации Wi-Fi клиента
```

Теперь нужно указать ключ авторизации и параметры беспроводной сети, к которой

```
char token[] = "3yj62u9ogi";
char ssid[] = "Network_SSID";        // SSID и пароль для вашей Wi-Fi сети.
char password[] = "Network_Password";
```

В секции инициализации добавляем строку:

```
Cayenne.begin(token, ssid, password);
```

Компилируем, загружаем в модуль (занимает больше времени, чем загрузка в плату Arduino), ожидаем подключения и активации нового устройства в приборной панели Cayenne. Далее, все как для Arduino: добавляем функции для работы с датчиками и портами ввода/вывода, добавляем виджеты на приборную панель. Просто восхитительно, не правда ли?!

Заключение

По итогам работы с Cayenne на Raspberry Pi и Arduino я могу однозначно сказать, что Raspberry Pi не стоит использовать для раз-

загрузки скетча. Оптимальным вариантом будет использование готового модуля типа nodeMCU v3, который выполнен в форм-факторе Arduino и имеет схему согласования интерфейса. (Очень важный момент при программировании модуля). Внешний вид модуля с подключенными светодиодами и датчиком температуры показан на Рисунке 14.

Что касается подключения к серверу Cayenne и обмена данными, то здесь все как для Arduino. Сохраняются все понятия о виртуальных каналах, используются те же функции, также используется уникальный ключ авторизации. Отличие лишь на этапе подключения модуля к сети Интернет.

Для подключения устройства на модуле ESP8266 мы действуем аналогично добавлению любой платы Arduino и доходим до этапа ожидания подключения устройства к Cayenne, где будет сгенерирован минимальный скетч.

Этот скетч нам необходимо изменить. Подключаем следующие библиотеки:

будет подключаться Wi-Fi модуль (SSID и пароль):

работки устройств Интернета вещей, даже с Cayenne. Чего не скажешь об Arduino – несмотря на ограниченность ресурсов, отсутствие многозадачности, низкую вычислительную мощность (хотя, это спорный момент, учитывая характеристики новых плат Arduino на процессорах ARM), она идеально подходит для разработки простых IoT устройств и систем домашней автоматизации.

Кроме того, в этом контексте основным преимуществом Arduino, как я заметил выше, является возможность самостоятельной разработки устройства, изучения схемотехники, написания кода, развития навыков програм-

мирования, несмотря на доводы профессиональных программистов, что с Arduino нельзя научиться программировать. Возможно, но... По отношению к Arduino платформа Cayenne обеспечивает только графический пользовательский интерфейс и некоторые упрощения в обработке данных. Все остальное вы должны разработать самостоятельно, включая первичную обработку данных от сенсоров, подсистему обработки событий, а также условия и алгоритмы автоматизации. А теперь добавьте к Arduino простоту разработки беспроводных IoT устройств на Wi-Fi модуле ESP8266 и уже официальную поддержку (хоть и не полную) новейшего чипа ESP32, имеющего на борту богатую периферию, и перед вами открываются огромные возможности для разработки принципиально новых устройств и привлечения к этому процессу не только любителей, но и профессионалов.

На момент подготовки статьи Cayenne не сообщала об официальной поддержке модулей на чипе ESP8266. Изначально это заслуга сообщества – любители и инженеры, которые работают или используют Arduino IDE и знают о поддержке ESP8266, с помощью библиотек Cayenne смогли подключить и использовать ESP8266. Но даже в то время на форумах сообщества Cayenne уже можно было ознакомиться с большим количеством различных проектов беспроводных IoT устройств.

После длительного тестирования своих устройств на Arduino и ESP8266 могу сказать, что последнее работает очень стабильно. Несколько низкая надежность Arduino с

Ethernet Shield обусловлена известной проблемой зависания контроллера W5100, однако существует несколько способов ее решения, как аппаратных, так и программных. Могу предположить, что это не касается плат Arduino с интегрированными Ethernet или Wi-Fi.

С момента подготовки статьи по Raspberry Pi и Cayenne прошло не так уж много времени, но новых функций и поддерживаемой периферии стало значительно больше. Помимо наличия огромного выбора различных плат расширения, датчиков и исполнительных устройств, соответствующих библиотек, проектов и примеров для Arduino, теперь в Cayenne пользователям доступны устройства, сети и сервисы LoRa, библиотеки поддержки сетевого протокола MQTT для Arduino, C, C++, mBed, библиотеки для работы с MQTT брокером mosquitto. Однозначно, для разработки устройств Интернета вещей и систем домашней автоматизации на Arduino я бы рекомендовал сервисы Cayenne. **РЛ**

Ссылки

1. [Cayenne. The world's first drag-and-drop IoT project builder](#)
2. [Обзор облачного сервиса myDevices Cayenne для создания IoT проектов и устройств на Raspberry Pi](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Maxim Integrated DS18B20](#)
2. [Datasheet Espressif ESP32](#)
3. [Datasheet Espressif ESP8266](#)

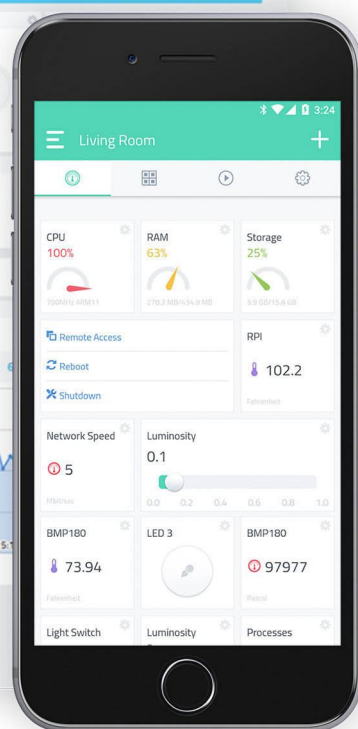
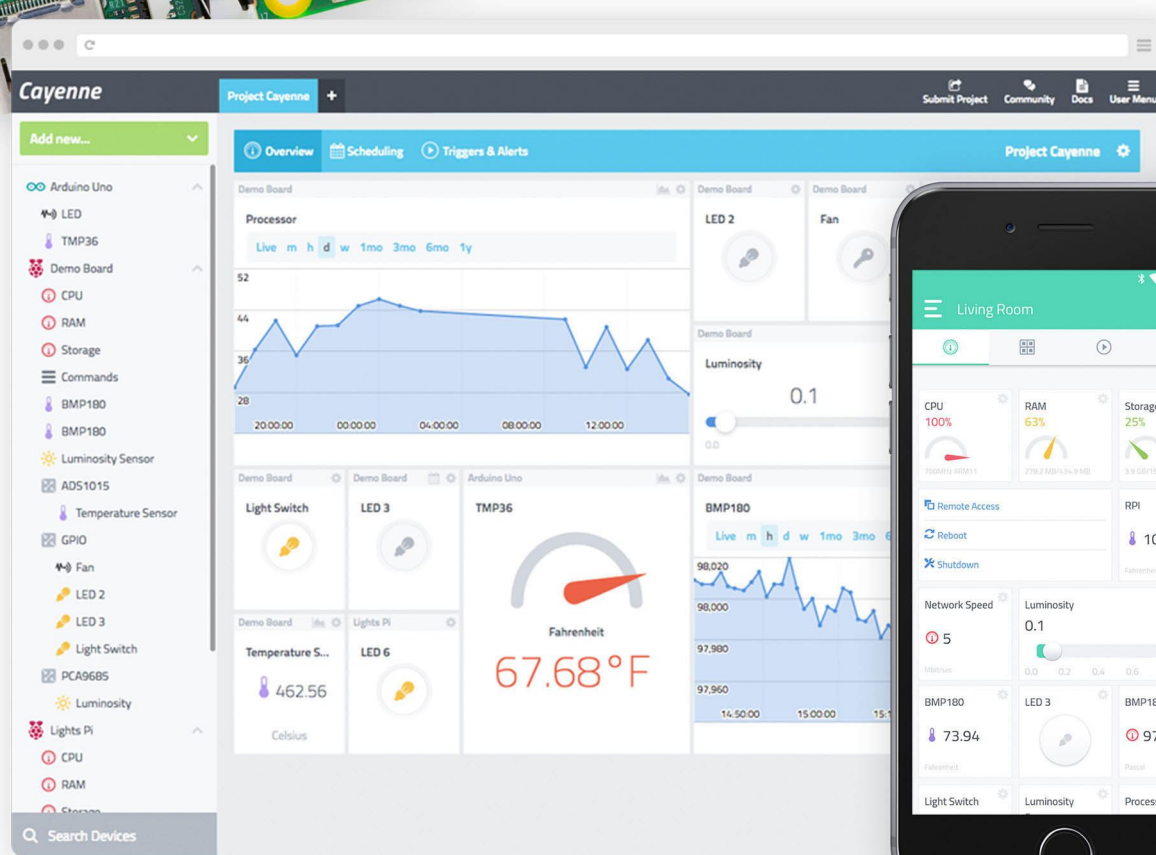
Загрузки

[Архив с исходными кодами \(скетч\) для Arduino Uno и ESP-12](#)



Создавайте проекты IoT с **Cayenne**, используя **Raspberry Pi**, **Arduino** и другие платы!

Запустите свои проекты за минуты. Подключайтесь и управляйте датчиками, приводами и многим другим!



Получите бесплатно

10 января 1946 впервые был принят радиосигнал, отраженный от Луны

Suzanne Deffree

EDN

Первая попытка «прикоснуться» к другому небесному телу была предпринята Центром связи сухопутных Войск США (USASC) 10 января 1946 года, когда отраженные от Луны радиосигналы были приняты на Земле.



QSL-карточка, подтверждающая прием сигналов. (Фото Wikipedia).

Проект, названный «Диана» в честь римской богини Луны, заложил основы того, что сегодня известно как ЕМЕ связь (Earth-Moon-Earth — Земля-Луна-Земля), используемая радиолюбителями.

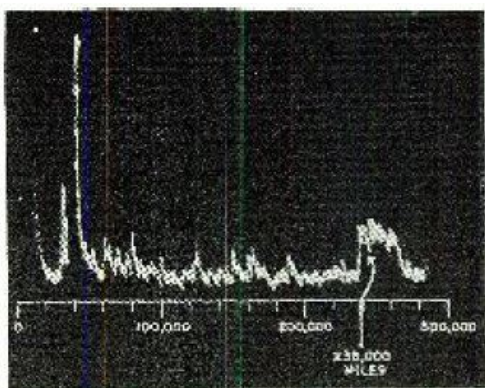
Проект Диана многие считают датой рождения как американской космической программы, так и астрономической радиолокации. Проект был первой демонстрацией того, что искусственно созданные сигналы могут проникать через ионосферу, открывая для

космических аппаратов и космонавтов-исследователей возможность радиосвязи за пределами Земли.



Антенна радиолокатора проекта Диана, расположенная в Форт Монмут, штат Нью-Джерси. (Фото Wikipedia).

Проект Диана также заложил традицию присвоения космическим проектам имен римских богов и богинь, в соответствии с которой последующие программы пилотируемых полетов были названы «Меркурий» и «Апполон».



Сигналы локатора на экране осциллографа. Большой импульс слева – излучаемый сигнал, маленький импульс справа – сигнал, отраженный от Луны. (Фото Wikipedia).

Первое успешно принятое отражение было зарегистрировано в 11:58 утра Джоном Х Дьюиттом (John H DeWitt) и его научным руководителем Э Кингом Стодолой (E King Stodola) из лаборатории Кэмп Эванс, расположенной в Уолл-Тауншип, штат Нью-Джерси.

В этой лаборатории для проекта были созданы большой передатчик, приемник и антенная система. Передатчик представлял собой сильно модифицированную радарную установку SCR-271, использовавшуюся во Второй мировой войне, которая могла излучать четвертьсекундные импульсы мощностью 3000 ватт на частоте 111.5 МГц, в то время как плоская дипольная антенна обеспечивала усиление 24 дБ.

Отраженные сигналы были приняты через 2.5 секунды с помощью приемника, компенсировавшего доплеровскую модуляцию отраженного сигнала.

Прием сигналов был возможен лишь тогда, когда во время восхода и захода Луна проходила через луч шириной 15 градусов, поскольку антенна могла вращаться только по азимуту. Условия для наблюдения сохранялись в течение примерно 40 минут, пока Луна пересекала разные лепестки диаграммы направленности антенны.

Сегодня Проект Диана поддерживается сайтом Музея истории мировой науки. **РЛ**

Эволюция домашнего аудио компании Sony



Часть 1

Юрий Петропавловский

За свою историю, начавшуюся 70 лет назад, компания Sony разработала и внедрила в повседневную жизнь людей всего мира множество продуктов, описания целого ряда которых, можно начинать со слов: «впервые в Японии, США, Европе или в мире...». Такому положению дел способствовала и основная идея развития компании – не занимать существующие, а создавать новые рынки, сделала Sony первопроходцем и лидером многих направлений в отрасли, называемой сейчас бытовой электроникой.

Компания выпускает продукты целого ряда категорий (радиоприемники, телевизоры, видео и фотокамеры, компьютеры и другие). В данной статье рассмотрена эволюция продуктов Sony категории домашнего аудио. К этой категории продуктов компания относит катушечные и кассетные магнитофоны, интегральные усилители и AV ресиверы, про-

игрыватели CD и SACD и некоторые другие устройства домашнего аудио. Однако многие комбинированные устройства, используемые в домашних условиях, например DVD/Blue Ray проигрыватели, DVD/Blue Ray ресиверы, домашние кинотеатры, музыкальные центры, акустические системы и некоторые другие продукты в категории домашнего аудио не фигурируют.

На протяжении многих лет главной движущей силой развития компании были ее основатели и неординарные личности – Масару Ибука и Акио Морита (на Рисунке 1 слева Морита). Историю компании, с точки зрения ее основателя, читатели могут подробно проследить по книге Акио Мориты «Сделано в Японии» (Рисунок 2), впервые вышедшей на русском языке в 1993 году (переиздана в 2016 году) [1].

Масару Ибука (1908-1997 гг.) был «техническим гением» Sony и главным «генератором идей» развития компании. Его роль в выборе приоритетных направлений деятельности и технологий с момента основания и на протяжении многих лет была определяющей.

Еще в детстве потерявший отца (несчастный случай), Масару Ибука воспитывался в семье бабушки и дедушки в японских традициях – ему позволялось многое. Уже в раннем возрасте Масару интересовали различные механизмы и их устройство. После окончания школы он поступил в университет Васэда в Токио (один из самых престижных университетов Японии), где сокурсники прозва-



Рисунок 1. Масару Ибука и Акио Морита (слева).

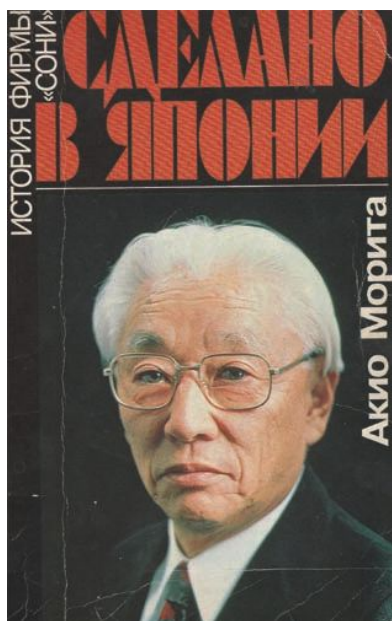


Рисунок 2. Книга Акио Мориты «Сделано в Японии».

ли его «гением-изобретателем». Масару увлекался и коротковолновым радиолюбительством, его первые выходы в эфир состоялись в 1926 году.

Дипломная работа Ибуки (1933 г.) по модуляции сигналов в электронно-лучевой трубке получила приз на Парижской промышленной выставке. После окончания университета и получения степени бакалавра наук в области электросвязи Ибука поступил на работу в компанию Photo-Chemical Laboratories Inc. в Токио, где в 1933-1936 годах занимался исследованиями в области записи звука на киноплёнку.

Во время Второй мировой войны Ибука работал инженером в компании Japan Precision Instrument Co. по производству новой измерительной и испытательной техники для военных нужд. По словам Ибуки, инженеры компании работали так тяжело, что нередко забывали о сне и еде.

Во время Союзнической оккупации Японии компания была ликвидирована, и Ибука с двадцатью инженерами создал собственную компанию Tokyo Tsushin Kenkyujo (Tokyo Telecommunications Laboratory). Первыми продуктами новой компании стали коротковолновые конверторы для средневолновых приемников. Эти простые приставки хорошо продавались населению, желавшему слушать новости. Для понимания обстановки, в которой в то время находилась страна и были

вынуждены работать промышленные предприятия, кратко приведем основные моменты и особенности политики оккупационных властей США в Японии.

Оккупация Японии союзными войсками в 1945-1952 годах после капитуляции на практике проводилась американской оккупационной администрацией под руководством генерала Макартура, которой подчинялось правительство Японии.

В области экономики оккупационные власти, прежде всего, ликвидировали Дзайбацу – семейные финансово-промышленные конгломераты Японии с жесткой вертикальной организацией, четыре из которых сформировались еще в 19 веке. (Мицубиси, Мицуй, Сумитомо, Ясуда).

После разрушения вертикальной структуры дзайбацу и устранения от управления компаниями семейных кланов предприятия и банки, входившие в них, стали организовывать горизонтальные связи. Такие образования получили названия Кэйрецу, существующие и поныне, причем многие из них с прежними названиями (Mitsubishi, Mitsui, Sumitomo, Fuyo, Sanwa, Tokai и другие).

Отсутствие «всемогущих хозяев» дзайбацу (в нашем понимании олигархов), прибиравших к рукам все, что только можно, в послевоенные годы способствовало появлению множества совершенно новых компаний, многие из которых стали флагманами в различных областях экономики Японии. К таким новым компаниям относится и Sony.

Выпускник Императорского университета в Осаке Акио Морита (1921-1999 гг.) впервые встретил Масару Ибуку еще во время войны. После ее окончания он получил приглашение Масару на работу в свою компанию. Морита приглашение принял, отказавшись при этом от предложения продолжить выгодный семейный бизнес своего отца по производству саке.

Компанию Tokyo Tsushin Kogyo (Totsuko/Тоцуко) – предшественницу Sony – Ибука и Морита зарегистрировали 7 мая 1946 года. Для преодоления острой нехватки финансовых средств на развитие новой компании Ибука разработал «коммерческий» продукт – подушку с электрообогревом. «Электроподушки» под вымышленной торговой маркой Ginza Heating Company продавались как «горячие пирожки», что позволило решить финансовые проблемы и приступить к насто-

ящему делу – разработке звуковых магнитофонов для широкого круга потребителей.

Первоначально планировалось создать аппарат, подобный проволочному самописцу, ранее применявшемуся в некоторых военных устройствах. Однако однажды Ибука прослушал работу ленточного магнитофона и был поражен качеством звука этого аппарата, после чего твердо решил разрабатывать ленточный магнитофон.

Задача оказалась не из легких. Не только в Японии, но и в США магнитофоны были большой редкостью. У инженеров Тоцуко не было и достоверной технической информации об устройстве немецких ленточных магнитофонов компании AEG, поэтому пришлось разрабатывать с «нуля», как сам аппарат, так и ленту.



Рисунок 3. Нобутоси Кихара.

Группу разработчиков магнитофона возглавлял талантливый инженер и бывший ученик Ибуки – Нобутоси Кихара (Nobutoshi Kihara, 1926-2011 гг., фото на Рисунке 3). Первый действующий прототип магнитофона (Рисунок 4) Кихары был выполнен по образцу американского магнитофона «Magnecorder», работу которого он наблюдал в радиовещательной корпорации NHK. Этот аппарат под названием А-Туре был предназначен для домашнего использования и представлен в сентябре 1949 года.

Однако первым серийным магнитофоном Тоцуко (с 1955 года Sony) был студийный



Рисунок 4. Магнитофон А-Туре.

аппарат G-Туре («Чистый голос», Рисунок 5), выпущенный в 1950 году. Этот аппарат весом 35 кг, получивший в прессе название «Говорящая бумага», поначалу никак не удавалось продать. Люди не знали для чего можно использовать столь дорогую (17000 йен – 472 доллара по тогдашнему курсу 360 йен за доллар) «игрушку».



Рисунок 5. Студийный магнитофон G-Туре.

Случай помог решить эту проблему, когда Морита застал сцену покупки дорогой вазы в антикварной лавке по цене большей, чем стоил их магнитофон. Это натолкнуло Мориту на мысль, что совершенно новый продукт, такой как их магнитофон, следует предлагать только там, где он действительно нужен. Таким местом для Тоцуко стал Верховный суд, где остро не хватало стенографистов. После демонстрации работы аппарата в суде Морите удалось продать сразу 20 магнитофонов G-Туре.

Громоздкий и дорогой магнитофон G-Туре к тому же отличался и недостаточно высоким качеством звука, так как был рассчитан на запись речи. Большую роль в повышении



Рисунок 6. Норио Ога.

качества записи/воспроизведения музыки последующих магнитофонов компании сыграл оперный певец (баритон), композитор и предприниматель Норио Ога (Norio Oga, 1930-2011 гг, фото на Рисунке 6).



Рисунок 7. Магнитофон H-Туре.

Ога убедил Ибуку направить усилия на улучшение качества звука магнитофонов, снижения их цены и габаритов, что послужило росту популярности катушечных магнитофонов Sony у аудиофилов в 60-80-годы. Впоследствии Ога, уже как сотрудник Sony, был основным инициатором проекта по созданию компакт-диска и проигрывателя для него, а в 1982-1995 годах занимал пост президента компании.

В начале 1950-годов компания выпускала модели H-Туре (Рисунок 7) для использования в школах и еще более компактный аппарат Р-Туре (Рисунок 3) для широкой публики. В последующие годы Sony стремительно увеличивала производство бытовой электроники, в том числе и аппаратуры категории домашнего аудио. А такие продукты, как портативные аудиоплееры Walkman и проигрыватели компакт-дисков стали мировыми бестселлерами. Более менее подробно рассмотреть особенности продуктов для домашнего аудио Sony в журнале не представляется возможным, поэтому здесь остановимся на некоторых «технологических вехах» (Technology Milestones), приведенных на самой фирме [2].



Рисунок 8. Стереомангнитофон Sony TC-777.

Sony TC-777 (Рисунок 8) – первый в Японии полностью транзисторный катушечный стереомангнитофон высокого класса. Аппарат, представленный в 1961 году, и в различных исполнениях выпускавшийся в течение нескольких лет, получил название «Три семерки».

Основные характеристики аппарата (модель TC-777S-4J, 1964 г.):

- Диапазон частот записываемых и воспроизводимых сигналов – 30...18000 Гц на скорости 19.05 см/с и 30...13000 Гц на скорости 9.53 см/с;
- Отношение сигнал/шум не менее 50 дБ;
- Детонация (Flutter and Wow) – 012/0.18% (19.05/9.53 см/с);

- Частота стирания подмагничивания 90 кГц;
- Габариты/вес 445 × 220 × 455 мм/19 кг.



Рисунок 9. Блок головок магнитофона Sony TC-777.

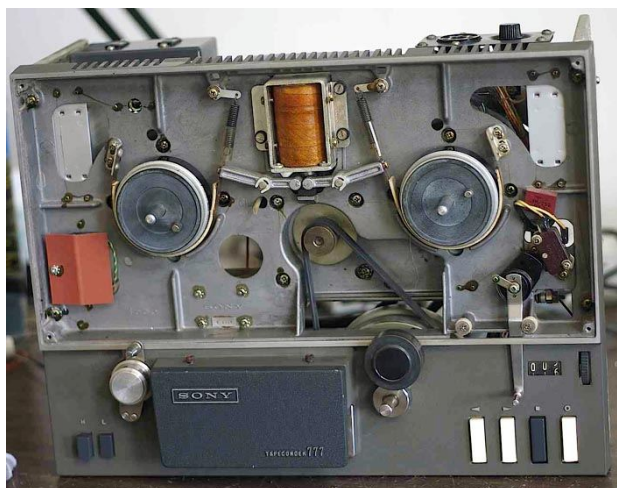


Рисунок 10. Магнитофон Sony TC-777, вид спереди.



Рисунок 11. Магнитофон Sony TC-777, вид сзади.



Рисунок 12. Транзистор 2SB52.

В аппарате реализован ряд конструктивных и схемотехнических решений, характерных для магнитофонов высокого класса: сквозной тракт записи/воспроизведения с тремя головками (Рисунок 9), ленточные тормоза подкатушников с релейным приводом (Рисунок 10), прямой привод подкатушников и массивный маховик тонвала (Рисунок 11).



Рисунок 13. Стереосулитель Sony TA-1120.

Тракт записи/воспроизведения магнитофона выполнен на германиевых P-N-P транзисторах 2SB51, 2SB52-1/2/3 (Рисунок 12) собственной разработки и производства, генератор стирания и подмагничивания – на кремниевых N-P-N транзисторах 2SC42-2 (всего 24 транзистора).

Sony TA-1120 (1965 г., Рисунок 13) – первый в мире интегральный стереосулитель, выполненный полностью на кремниевых транзисторах (всего 44 шт.). Аппарат вызвал значительный интерес среди аудиолюбителей, так как в то время были распространены в основном ламповые усилители небольшой мощности. TA-1120 обеспечивал максимальную выходную мощность 2 × 160 Вт на нагрузке 8 Ом без явных признаков клиппирования

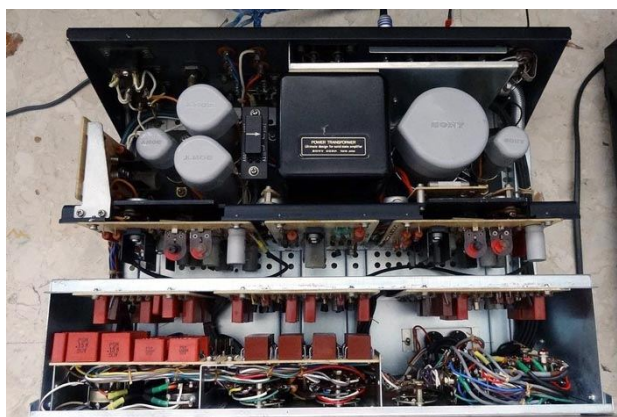


Рисунок 14. Внутренний вид усилителя Sony TA-1120.

выходных сигналов. Заявленные коэффициенты гармонических искажений: 0.05 % ($P_{\text{вых}} = 50 \text{ Вт}$), 0.01% (10 Вт), 0.03% (0.5 Вт). Полоса пропускания усилителя 5 Гц ... 200 кГц по уровню -2 дБ , отношение сигнал/шум 110 дБ, коэффициент демпфирования не менее 180 (на нагрузке 8 Ом).

В конструкции аппарата применен ряд компонентов аудифильского качества (внутренний вид усилителя показан на Рисунке 14), в выходных каскадах каждого канала



Рисунок 15. Транзистор 2SD45.

УМЗЧ применены 4 транзистора 2SD45 собственной разработки и производства (Рисунок 15). Напряжение питания УМЗЧ 93 В, выходные разделительные конденсаторы 3000 мкФ $\times$ 80 В; на выходах усилителя установлены ФНЧ второго порядка. Емкость конденсатора фильтра выпрямителя источника питания 4000 мкФ $\times$ 100 В. **РЛ**

Литература

1. Акио Морита, «Сделано в Японии», Москва, «Прогресс/Универс», 1993
2. <https://www.sony.net/SonyInfo/CorporateInfo/History/sonyhistory-a.html>

Окончание в следующем номере

ОСНОВЫ Bluetooth Low Energy



Abhishek Gupta u Imran Mohammed, Cypress Semiconductor

EDN

Технология Bluetooth совершила революцию в беспроводной связи между устройствами благодаря широкому распространению и простоте. Она позволяет обмениваться информацией без кабелей при высоком уровне безопасности. Из-за своей небольшой потребляемой мощности и низкой стоимости она сыграла поворотную роль в развитии самых различных приложений – от быстродействующей автоэлектроники до сложных медицинских устройств.

Простота и всеобщее признание технологии Bluetooth означают, что любое устройство с Bluetooth может соединиться с другим близко расположенным устройством с помощью процесса, известного как сопряжение (pairing). Сопряжение позволяет устройствам устанавливать полнодуплексную связь, передавая данные и голос на небольшое расстояние через специальные сети, известные как пикосети, которые могут соединять до восьми устройств. Одно устройство выполняет функцию ведущего, а остальные устройства в сети/пикосети являются ведомыми. Ведущее устройство работает как концентратор, а ведомые связываются через него одно с другим. Другая важная характеристика технологии Bluetooth заключается в использовании скачкообразной перестройки частоты для уменьшения влияния помех.

Поддерживаемая технологией Bluetooth полнодуплексная связь предоставляет пользователям такие инновационные возможности, как подключение телефона с Bluetooth к музыкальному динамику, разговор по телефону во время управления автомобилем, соединение двух ноутбуков для совместного доступа к файлам, а также подключение игровой консоли к игровому контроллеру с поддержкой Bluetooth.

Bluetooth Low Energy

Bluetooth Low Energy – это интеллектуальная и экономичная версия беспроводной технологии Bluetooth. Она уже играет значительную роль в превращении разумных гаджетов в еще более разумные, делая их компактными, доступными и менее сложными.

Bluetooth Low Energy (BLE), также позиционируемый как Bluetooth Smart, начинал свое развитие как часть спецификации ядра Bluetooth версии 4.0. Изначально, до принятия группой Bluetooth Special Interest Group (SIG), она была разработана фирмой Nokia под названием Wibree. Первоначальный акцент в ней делался на предоставлении стандарта радиосвязи с минимально возможным энергопотреблением, специально оптимизированного для получения низкой стоимости, небольшой полосы пропускания, минимального энергопотребления и невысокой сложности.

Эти цели проекта очевидны из базовой спецификации, демонстрирующей стремление сделать BLE подлинным стандартом с низким энергопотреблением, разработанным для практической реализации производителями полупроводниковых компонентов и использования в практических приложениях при минимальном потреблении энергии и минимальном бюджете. Это уже широко распространенная технология, реально способная обеспечить продолжительную работу от одной дисковой батарейки.

При том, что технология BLE превосходна сама по себе, что обусловило феноменальную скорость ее распространения, это правильная технология с разумными компромиссами, которая появилась в нужное время. По количеству изделий, в которых уже содержится BLE, этот сравнительно молодой стан-

дарт намного опережает другие беспроводные технологии в той же точке их жизненного цикла.

Проблемами, с которыми столкнулся классический Bluetooth, являются быстрый расход заряда батареи и частые потери связи, требующие периодического повторного сопряжения. Способность успешно решить эти проблемы и стала одной из причин быстрого распространения BLE. Дальнейшему продвижению способствовал феноменальный рост рынка смартфонов, планшетов и мобильных вычислений. Раннее и активное принятие BLE тяжеловесами мобильной индустрии распахнуло двери для более широкого внедрения BLE. Это, в свою очередь, подтолкнуло производителей полупроводников к тому, чтобы сконцентрировать свои ограниченные ресурсы на тех технологиях, которые, по их мнению, скорее всего будут развиваться в долгосрочной перспективе.

По мере взросления рынков мобильных устройств и планшетов, потребность в соединении этого оборудования с внешним миром приобретает огромный потенциал роста. Это дает поставщикам периферийного оборудования уникальную возможность разработки инновационных устройств, решающих проблемы потребителей, о существовании которых сегодня они могут даже не подозревать. Таким образом, в BLE соединилось множество преимуществ, открывающих небольшим и проворным компаниям-разработчикам доступ к потенциально огромному рынку с предназначенными для решения конкретных задач креативными и инновационными продуктами при относительно скромном бюджете проекта. Сегодня BLE также позволяет этим разработчикам проектировать конкурентоспособные продукты, позволяющие общаться с любой современной мобильной платформой, используя легко доступные микросхемы, инструменты и стандарты.

Особенности

1. Самое низкое энергопотребление

Все, от физической конструкции и до используемых моделей, подчинено цели поддержания минимального расхода энергии. Для снижения потребления энергии устройство BLE большую часть времени проводит в спящем режиме. Когда происходит какое-либо событие, устройство просыпается и передает короткое сообщение на шлюз, персональный компьютер или смартфон. Макси-

мальное/пиковое потребление мощности составляет менее 15 мА, а среднее – около 1 мкА. По сравнению с классическим Bluetooth, активная потребляемая мощность снижена в десять раз. В приложениях с редкой периодичностью включения одна дисковая батарея может обеспечить надежную работу в течение 5-10 лет.

2. Малозатратность и совместимость

Для совместимости с классической технологией Bluetooth и невысокой цены реализации в небольших устройствах с батарейным питанием существуют два типа чипсетов:

- Двухрежимные, с поддержкой функциональности как BLE, так и классического Bluetooth;
- Автономные BLE, оптимизированные для небольших устройств с батарейным питанием, с акцентом на низкую стоимость и малую потребляемую мощность.

3. Защищенность, безопасность и надежность

В BLE используется та же технология адаптивной скачкообразной перестройки частоты (AFH), что и в классической Bluetooth. Это позволяет BLE обеспечивать надежную передачу в условиях «зашумленного» эфира, типичных для домашних, промышленных и медицинских приложений. Для минимизации затрат и потребления энергии при использовании AFH количество каналов в BLE сокращено до 40 при ширине каждого канала 2 МГц, вместо 79 каналов шириной 1 МГц, используемых в классической технологии Bluetooth.

4. Сосуществование беспроводных стандартов

Частоту 2.4 ГГц нелицензируемого диапазона ISM используют технология Bluetooth, беспроводные локальные сети, IEEE 802.15.4/ZigBee, а также несколько фирменных стандартов. При столь большом количестве технологий в одном радиопространстве помехи могут ухудшить характеристики беспроводной сети (то есть, увеличить задержки и уменьшить пропускную способность) вследствие необходимости исправления ошибок и повторных передач. В ответственных приложениях влияние помех может быть снижено за счет частотного планирования и специальной конструкции антенны. Поскольку и в

классической Bluetooth, и в BLE используется AFH, минимизирующая помехи от других стандартов радиосвязи, обмен через Bluetooth устойчив и надежен.

5. Дальность связи

Используемая в BLE технология модуляции несколько отличается от технологии классической Bluetooth. Это различие в модуляции обеспечивает дальность связи до 300 метров при мощности передатчика радио-чипсета 10 дБм (максимум, разрешенный для BLE).

6. Простота использования и интеграции

Обычно пикосеть BLE основана на соединении ведущего устройства с несколькими ведомыми. Устройство может быть либо ведущим, либо ведомым, но не тем и другим одновременно. Ведущее устройство решает, как часто ведомые могут выходить на связь, а ведомые могут передавать данные только по запросу ведущего. Новой особенностью BLE, добавленной к классической Bluetooth, является функция оповещения, с помощью которой ведомое устройство может объявить, что у него есть какая-то информация для передачи ведущему. В оповещении может также содержаться событие или результат измерения.

Технические подробности

• Обмен данными

BLE поддерживает очень короткие пакеты данных (от 8 октетов минимум до 27 октетов максимум), которые передаются на скорости 1 Мбит/с. Все соединения используют усовершенствованную технологию энергосбережения для максимального сокращения рабочего цикла в целях минимизации потребления энергии.

• Скачкообразная перестройка частоты

Для снижения помех от средств радиосвязи других стандартов, работающих в ISM диапазоне 2.4 ГГц, BLE использует общую для всех версий Bluetooth технологию AFH. Преимущества многотрактовой маршрутизации увеличивают энергетический бюджет канала связи и эффективный рабочий диапазон, а также оптимизируют потребление энергии.

• Управление хостом

Значительная часть интеллекта BLE реализуется контроллером. Это позволяет ведущему устройству дольше оставаться

в состоянии сна и пробуждаться по сигналу контроллера только тогда, когда хост должен выполнить какое-либо действие. Соответственно, сокращается потребление тока, поскольку хост процессор, как правило, потребляет больше энергии, чем контроллер BLE.

• Задержка

BLE может поддерживать быстрое установление соединения и передачу данных за время всего 3 мс. Это позволяет приложению всего за несколько миллисекунд установить соединение и отправить аутентифицированные данные, а затем быстро разорвать соединение.

• Дальность связи

Увеличение индекса модуляции позволило обеспечить для BLE максимальную дальность связи более 100 метров.

• Надежность

Для обеспечения максимальной помехоустойчивости BLE контролирует все пакеты с помощью надежного 24-битного алгоритма CRC.

• Высокий уровень безопасности

Полный алгоритм AES-128, использующий блочный протокол CCM, обеспечивает надежное шифрование и аутентификацию пакетов данных, гарантирующие безопасность информационного обмена.

• Топология

BLE использует 32-битный адрес обращения на каждый пакет для каждого ведомого устройства, позволяя подключать миллиарды устройств. Технология оптимизирована для соединений точка-точка, при этом допускаются многоточечные соединения с использованием звездообразной топологии.

Применение

Повсеместное внедрение BLE в портативные устройства позволяет создавать совершенно новые приложения во всех отраслях промышленности. Для примера рассмотрим различные варианты применения BLE на отраслевой выставке, позволяющие повысить эффективность инвестиций компании в привлечение новых клиентов.

1. Геймификация

BLE можно использовать для побуждения посетителей к исследованию менее популярных направлений на выставочном стенде, предлагая им специальные награды за

Таблица 1. Сравнение классической Bluetooth и BLE

Характеристика	Классический Bluetooth	Bluetooth Low Energy
Дальность связи	~ 100 м	> 100 м
Скорость обмена	1 ... 3 Мбит/с	1 Мбит/с
Пропускная способность приложения	0.7 ... 2.1 Мбит/с	0.27 Мбит/с
Безопасность	56/128 бит AES	128-битное AES шифрование с протоколом CCMP
Надежность	Адаптивная быстрая скачкообразная смена частоты, упреждающая коррекция ошибок	24-битный CRC, 32-битный контроль целостности сообщений
Задержка	100 мс тип.	6 мс
Запаздывание по времени	100 мс	3 мс
Поддержка голоса	Да	Нет
Топология сети	Звезда	Звезда
Потребляемая мощность	1 Вт	0.01 ... 0.5 Вт
Пиковый ток потребления	< 30 мА	< 15 мА

открытие стратегических маячков, размещенных в этих областях.

2. Финансовое поощрение

Использование маячков для финансовых поощрений, побуждающих посетителей проверить ближайший стенд, когда они проходят мимо определенной зоны в выставочном центре. Это может быть премиум-услуга, предлагаемая спонсорами.

3. Контроль распределения тепла

Имея доступ к статистическим данным в режиме реального времени, маячки могут распознавать нагретые области и отправлять менеджерам уведомления о местах скопления людей, где наиболее вероятны нарушения требований безопасности.

4. Доставка контента

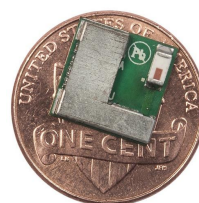
Участники могут избежать долгого ожидания копии слайдов презентаций по электронной почте. BLE маячки могут распознавать посетителей на мероприятия и автоматически доставлять им слайды, электронные книги и другие материалы непосредственно в течение выставочного дня или сразу же после его окончания.

5. Автоматическая регистрация

Организаторы могут легко собирать информацию о количестве людей, посещающих мероприятие или выставку, и в реальном времени просматривать их профили путем установки маячков, имитирующих регистрацию при входе на место проведения конференции. Это не требует от пользователей никакого физического

участия. Если пользователь загрузил приложение, и на его мобильном устройстве включен Bluetooth, приложение автоматически регистрирует его появление в месте встречи.

К настоящему времени уже сложилась экосистема поддержки, предоставляющая разработчикам BLE доступ к большому ассортименту чипов и модулей, которые могут ускорить создание как аппаратных средств, так и программ для устройств с поддержкой BLE. Например, компания Cypress предлагает BLE процессоры семейства PSoC 4 на базе ядра Cortex-M0, в которых объединены аналоговые препроцессоры, цифровая логика, средства поддержки технологии емкостных датчиков CapSense и радиотракт Bluetooth LE, что позволяет реализовать законченное BLE решение на одной микросхеме. Для OEM производителей, предпочитающих полностью интегрированные модули, Cypress разработала сертифицированный программируемый модуль EZ-BLE PSoC размером 10×10×1.8 мм, упрощающий использование и ускоряющий разработку изделий с BLE чипами PSoC. **РЛ**



Модуль EZ-BLE PSoC.

Дрон транслирует потоковое видео

Brian Dipert

EDN

Не так давно были опубликованы результаты моих исследований квадрокоптера [CX-10](#) фирмы Cheerson, приобретенного за \$10 [1]. Затем мне приходилось разбирать его брата или сестру – [CX-10C](#) за \$15 [2] с интегрированной кинокамерой, фото- и видеоизображения с которой можно сохранять на карте памяти, вставленной в слот microSD. А теперь настало время разобрать 20-долларовый [CX-10W](#), способный через Wi-Fi соединение транслировать потоковое видео на смартфон, планшет или другое устройство с Android- или iOS.

По умолчанию CX-10W управляется тем же самым устройством на основе Android или iOS... но, как сообщили энтузиасты этого дрона, передатчик от CX-10 или CX-10C также может управлять квадрокоптером. Если так, это означает, что CX-10W одновременно поддерживает два разных протокола диапазона 2.4 ГГц: промышленный стандарт 802.11 и собственный протокол компании Panchip Microelectronics. Каким образом Cheerson

удался этот беспроводной фокус? Давайте разберемся.



Рисунок 2.

Начнем с нескольких фотографий упаковки (Рисунки 1 и 2); на этот раз коробка намно-



Рисунок 1.



Рисунок 3.

го меньше, поскольку в ней нет автономного пульта дистанционного управления.

Как можно увидеть из надписей на коробке, CX-10W поставляется в трех различных цветах. Мне случайно достался розовый вариант (Рисунок 3).

Здесь дрон вынут из коробки, но пока еще находится в удерживающем устройстве (Рисунок 4).



Рисунок 4.



Рисунок 5.

А здесь то, что находится под ним: зарядный кабель, четыре запасных лопасти и, как



Рисунок 6.



Рисунок 7.

обычно скупая, инструкция для пользователя (Рисунок 5).

Это фотографии дрона со стороны камеры и входа кабеля USB (Рисунки 6 и 7).

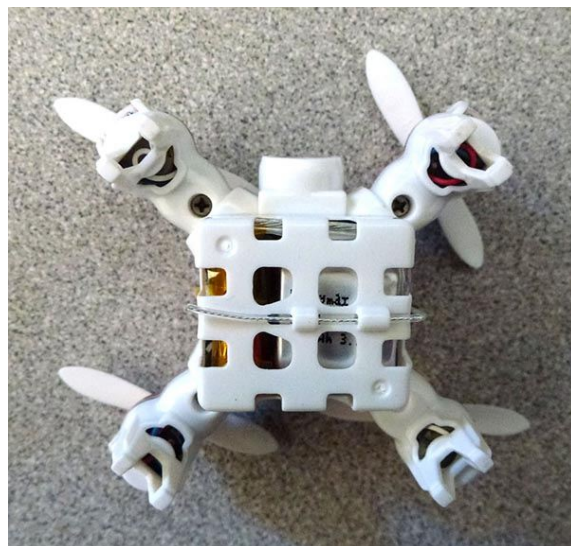


Рисунок 8.

А здесь вид снизу (Рисунок 8); как и другие дроны Cheerson, этот сажать на воду не рекомендуется.

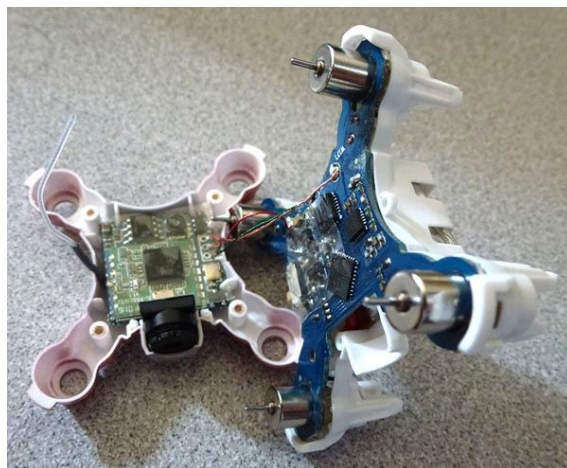


Рисунок 9.

Посмотрите внимательно, и вы увидите что-то, чего не было у CX-10 или CX-10C – внешнюю антенну.

По причинам, которые прояснятся чуть позже, я абсолютно уверен, что это для 2.4 ГГц Wi-Fi.

Вывернем четыре винта с обратной стороны дрона, снимем защелки на концах каждого ротора, и две половины устройства легко разъединятся (Рисунок 9).

Для начала посмотрим на одну из сторон нижней платы (Рисунок 10).

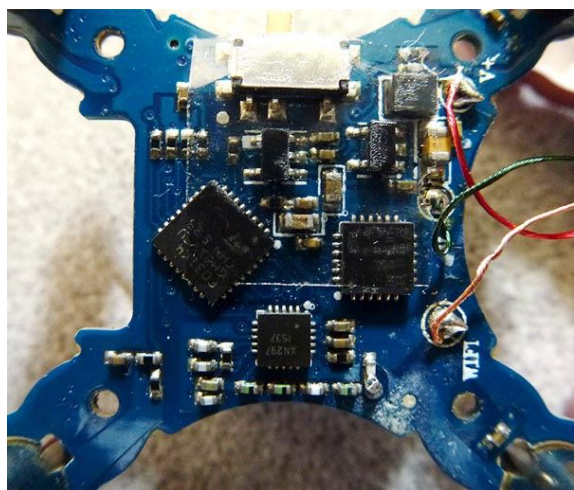


Рисунок 10.

Изолирующая пластиковая лента несколько искажает маркировку на корпусах, но ее удаление только делает эту маркировку еще более неразборчивой. Таким образом, вам придется верить мне, что это в точности те же самые три основные микросхемы, которые мы видели в CX-10 и CX-10C:

- Внизу приемопередатчик 2.4 ГГц XN297 фирмы Ranchip Microelectronics, предназ-



Рисунок 11.

наченный для беспроводных мышей и других приложений.

- Выше и правее XN297 расположена МЭМС микросхема MPU-6050 компании InvenSense, в которой трехосевой гироскоп и трехосевой акселерометр объединены с процессором управления движением.
- И, наконец, слева от MPU-6050 находится микроконтроллер STM32F031K с ядром ARM Cortex-M0.

Переверните плату другой стороной, и помимо аккумулятора, вы увидите еще одну антенну (Рисунок 11). С учетом того, что расположено на противоположной стороне платы, вероятно, это относится к поддержке фирменного протокола 2.4 ГГц компании Ranchip.

Отогните антенну в одну сторону, сдвиньте аккумулятор в другую, и вы увидите... не так много (Рисунок 12).

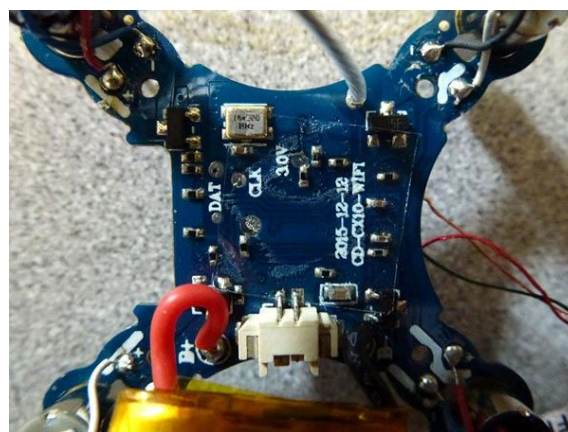


Рисунок 12.

А теперь перейдем к верхней печатной плате. Как вы уже можете понять из маркировки на другой плате, одна из функций этой платы – Wi-Fi (остальные два провода отно-

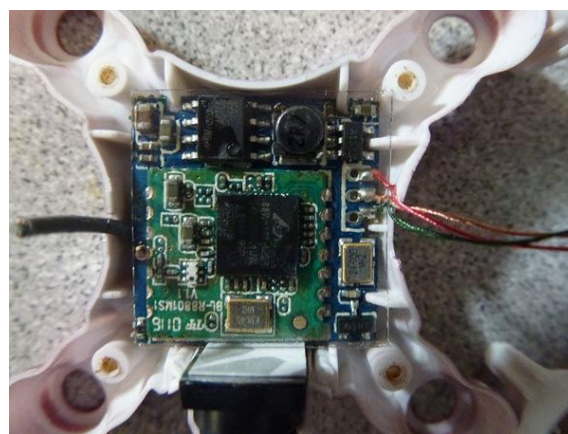


Рисунок 13.

сятся к питанию и земле). И в самом деле, микросхема в центре – это приемопередатчик 802.11 семейства 88W компании Marvell (Рисунок 13).

Те же искажения из-за пластиковой ленты, как и в предыдущий раз, заставили поломать голову. Однако моя зоркая племянница сказала, что это микросхема 88W8301, которая, как мне кажется, в списке стандартных компонентов Marvell отсутствует. Поклонники этих квадрокоптеров уже взломали поток беспроводных данных, которыми дрон обменивается с устройством управления на Android или iOS, так что, вероятно, вскоре мы узнаем больше. Независимо от точности идентификации, вы можете также различать паяное соединение для антенны Wi-Fi слева от микросхемы трансивера Marvell. А перевернув плату другой стороной, вы разглядите антенну намного лучше. Заодно вы сможете увидеть СнК для фото/видео камеры, а также и саму камеру. И та, и другая выглядят точно так же, как на CX-10C, однако, к сожалению, определить тип СнК опять оказалось невозможно из-за отсутствия маркировки на корпусе (Рисунок 14).

На этом мой рассказ об исследовании трех дронов семейства Cheerson закончен. **РЛ**

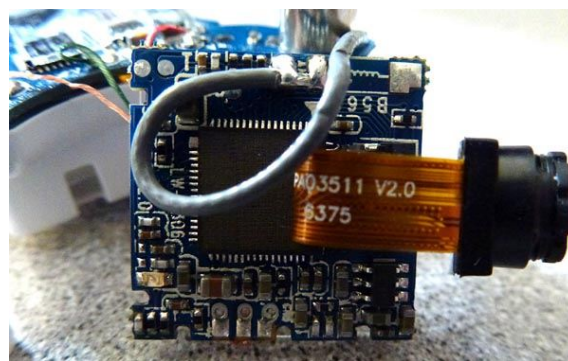


Рисунок 14.

Ссылки

1. [Компактный квадрокоптер и пульт управления для него](#)
2. [Teardown: A tiny camera drone](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet InvenSense MPU-6050](#)
2. [Datasheet Panchip XN297](#)
3. [Datasheet STMicroelectronics STM32F031K](#)

Где купить

1. [Квадрокоптер Cheerson CX-10](#)
2. [Квадрокоптер Cheerson CX-10C](#)
3. [Квадрокоптер Cheerson CX-10W](#)

Одно устройство заменяет

зарядное устройство аккумуляторов, контроллер кнопки, драйвер светодиодов и регулятор напряжения

Marty Merchant, Linear Technology

Design Note 470

Введение

В микросхеме LTC3577/LTC3577-1 интегрировано множество функций управления питанием, упрощающих и удешевляющих конструкцию мобильных устройств. В перечень основных функций входят:

- Пять регуляторов напряжения для питания памяти, схемы ФАПЧ, кодека, сигнального процессора и контроллера сенсорного экрана;
- Зарядное устройство для аккумуляторов и менеджер PowerPath (контроллер распределения токов источников – ред.);
- Драйвер светодиодов для подсветки ЖК-дисплея, клавишей и/или кнопок;
- Контроллер управления кнопками для подавлениядребезга при замыкании и размыкании со схемой управления последовательностью включения напряжений, позволяющий пользователю использовать принудительный сброс при зависании микроконтроллера.

Сочетание в LTC3577/LTC3577-1 такого числа функций не просто сокращает количество требуемых микросхем, а кардинально решает проблемы функционального взаимодействия за счет совместной работы отдель-

ных элементов, улучшающей характеристики конечного продукта. Например, если устройство получает питание от USB, лимитированный входной ток логически распределяется между выходами источников питания и зарядным устройством.

LTC3577/LTC3577-1 выполняет и другие важные функции, включая управление PowerPath, защиту входа от превышения напряжения для устройств, работающих в тяжелых условиях, и регулировку скорости нарастания выходных сигналов импульсных источников, позволяющую снижать уровни ЭМИ при одновременной оптимизации КПД. Микросхема LTC3577-1 ориентирована на увеличение ресурса аккумулятора, для чего поддерживает его напряжение холостого хода равным 4.1 В, в то время как микросхема LTC3577 рассчитана на стандартное напряжение холостого хода 4.2 В для максимального времени работы аккумулятора.

Управление кнопкой

Встроенная в LTC3577/ LTC3577-1 схема управления кнопкой подавляетдребезг контактов и, кроме того, управляет последовательностью включения напряжений. Статусный выход РВ индицирует отпускание кноп-

ки, позволяя микропроцессору изменить режим работы или запустить последовательность отключения питания. Удержание кнопки в нажатом состоянии в течение пяти секунд принудительно сбрасывает микросхему. Принудительный сброс отключает три понижающих преобразователя, два LDO регулятора и драйвер светодиодов, предоставляя пользователю возможность снять питание устройства в случае зависания микропроцессора.

Аккумулятор, USB и сетевой адаптер в качестве источников входного напряжения

LTC3577/LTC3577-1 разработана для прямого подключения двух источников питания и литий-ионного (Li-ion) и/или литий-полимерного (Li-Pol) аккумулятора. Порог ограниче-

ния входного тока вывода V_{BUS} программируется на уровне 100 мА или 500 мА для приложений с питанием от USB, или 1 А для приложений большей мощности. Источник напряжения большой мощности, например 5 В, можно подключить через внешний управляемый полевой транзистор. Вывод управления напряжением (V_C) может использоваться для установки выходных напряжений высоковольтных понижающих преобразователей, таких как LT3480, LT3563 или LT3505, на уровне, немного превышающем напряжение аккумулятора, для оптимизации режима работы зарядного устройства.

На Рисунке 1 изображена блок-схема системы, основанной на микросхеме LTC3577/LTC3577-1. Схема защиты от повышенных напряжений предохраняет один или оба входа питания от высоковольтных выбросов. При отсутствии иных источников энергии или в слу-

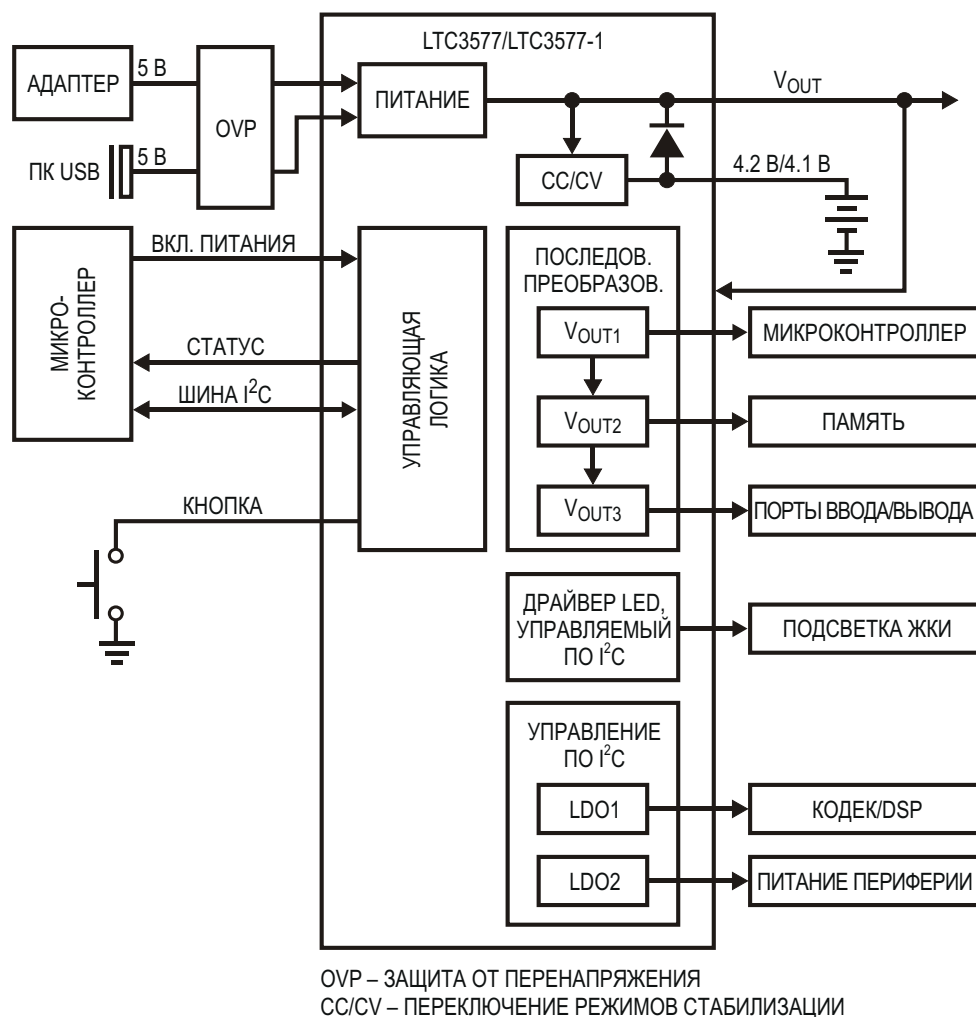


Рисунок 1. Блок-схема распределения питания портативного устройства с помощью микросхемы LTC3577/LTC3577-1.

Устройство зарядки аккумуляторов

Три понижающих преобразователя, два LDO регулятора и повышающий драйвер светодиодов

¹²C. Индивидуальные входы LDO регуляторов позволяют подключать их к выходам низковольтных понижающих преобразователей для улучшения общего КПД устройства. Оба регулятора могут работать при низких напряжениях, минимальные значения которых устанавливаются на уровне 0.8 В.

Повышающий драйвер светодиодов микросхем LTC3577/LTC3577-1 можно нагрузить последовательной цепочкой, содержащей до 10 светодиодов с током до 25 мА, или же сконфигурировать его повышающим преобразователем с постоянным выходным напряжением. В режиме драйвера светодиодов ток управляется 6-битным логарифмическим ЦАП, обеспечивающим глубину диммирования 60 дБ. В случае необходимости дальнейшего снижения яркости используется внутреннее ШИМ управление. Ток светодиодов плавно нарастает и спадает с одной

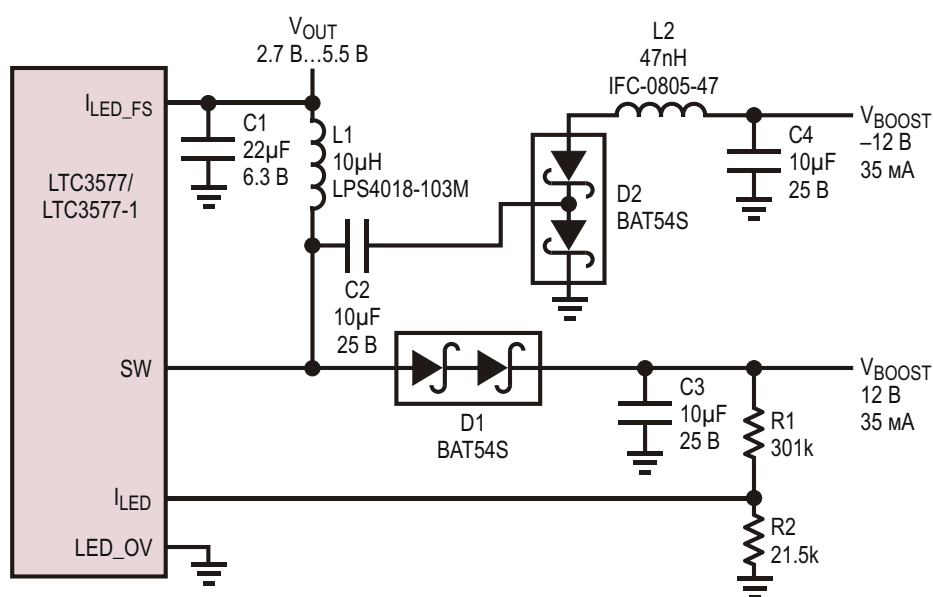


Рисунок 2. Двуполярный повышающий преобразователь.

из четырех различных скоростей. Защита от повышенного напряжения предохраняет внутренние силовые транзисторы от повреждения при обрыве нагрузки. При альтернативном использовании драйвера в качестве преобразователя с фиксированным выходным напряжением он способен отдавать в нагрузку мощность до 0.75 Вт при напряжении до 36 В.

Для питания многих аналоговых схем требуется двуполярное напряжение. Чтобы превратить повышающий преобразователь в двуполярный источник, достаточно добавить к его коммутационному узлу простую схему зарядового насоса, показанную на Рисунке 2. Два диода, включенных в прямом направлении, учитывают падение напряжения на двух диодах инвертирующего зарядового насоса и, кроме того, улучшают перекрестную стабилизацию. В повышающих схемах, где перекрестная стабилизация не важна, или при

относительно небольших нагрузках на шине отрицательного напряжения, для увеличения КПД лучше использовать один прямой диод.

Заключение

Высокий уровень интеграции микросхем LTC3577/LTC3577-1 сокращает количество внешних компонентов, площадь печатной платы и общую стоимость системы и существенно упрощает разработку схемы, решая множество сложных проблем управления потоками энергии. **РЛ**

Ссылки

1. [«Linear Technology представила мощный двунаправленный преобразователь напряжения для защиты систем от сбоев питания»](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC3577](#)

Неизолированный импульсный преобразователь с двумя выходами для питания бытовых приборов

Fabio Cacciotto, STMicroelectronics

EDN

Реализация многих функций современных бытовых приборов в значительной степени основана на использовании микроконтроллеров и дополнительных схем. Хотя обеспечить изоляцию от сети переменного тока могут обычные трансформаторы с железным сердечником, низковольтное питание микропроцессоров, выходные сигналы которых управляют связанными с сетью силовыми ключами, требуют еще одного уровня электрической изоляции, такой как оптроны или импульсные трансформаторы.

Разработчики могут избежать сложностей и затрат, связанных с добавлением дополнительных компонентов изоляции от неизолированной линии сети переменного тока. Но если получение с помощью автономного импульсного источника питания одного низкого напряжения не вызывает никаких трудностей, получение нескольких напряжений представляет определенную проблему и требует относительно сложной конструкции.

В качестве альтернативы вы можете использовать однокристалльный контроллер импульсного преобразователя, такой, например, как Viper22A, выпускаемый STMicroelectronics (IC₁ на Рисунке 1), с помощью которого из напряжения сети переменного тока от 88 В до 265 В можно получить два стабилизированных напряжения суммарной мощностью до 3.3 Вт. При указанных на рисунке номиналах компонентов схема обеспечивает нагрузку напряжениями $-5\text{ В} \pm 5\%$ при токе до 300 мА и $-12\text{ В} \pm 10\%$ при токе до 150 мА.

В состав Viper22A входят тактовый генератор 60 кГц, источник опорного напряжения, цепь защиты от перегрева и высоковольтный силовой MOSFET, способный рассеивать мощность в несколько ватт. Хотя микросхема Viper22A выпускается в 8-выводном корпусе, для ее работы требуются всего четыре контакта: вход напряжения питания V_{DD} , вход обратной связи FB, а также выводы истока и стока MOSFET. Остальные выводы – вход резервного питания и дополнительные контакты стока – служат для улучшения отвода тепла в печатную плату.

Резистор R_4 ограничивает броски входного тока и одновременно выполняет функцию защитного предохранителя. Дiodом D_1 переменное напряжение сети выпрямляется до эффективного значения порядка 160 В и сглаживается фильтром на элементах C_1 , R_1 , L_1 , и C_2 . Помимо сглаживания пульсаций постоянного тока, фильтр снижает электромагнитные помехи до уровня, соответствующего требованиям европейского стандарта 55014 CISPR14. Дополнительное снижение кондуктивных излучений обеспечивает демпфирующий конденсатор C_9 , включенный параллельно диоду D_1 .

Конденсатор C_3 накапливает положительный заряд в течение времени, когда MOSFET закрыт, и отдает его для питания микросхемы IC₁ напряжением V_{DD} , когда MOSFET открыт. Обратное напряжение диода D_3 может достигать суммы пикового выпрямленного напряжения сети и максимального выходного

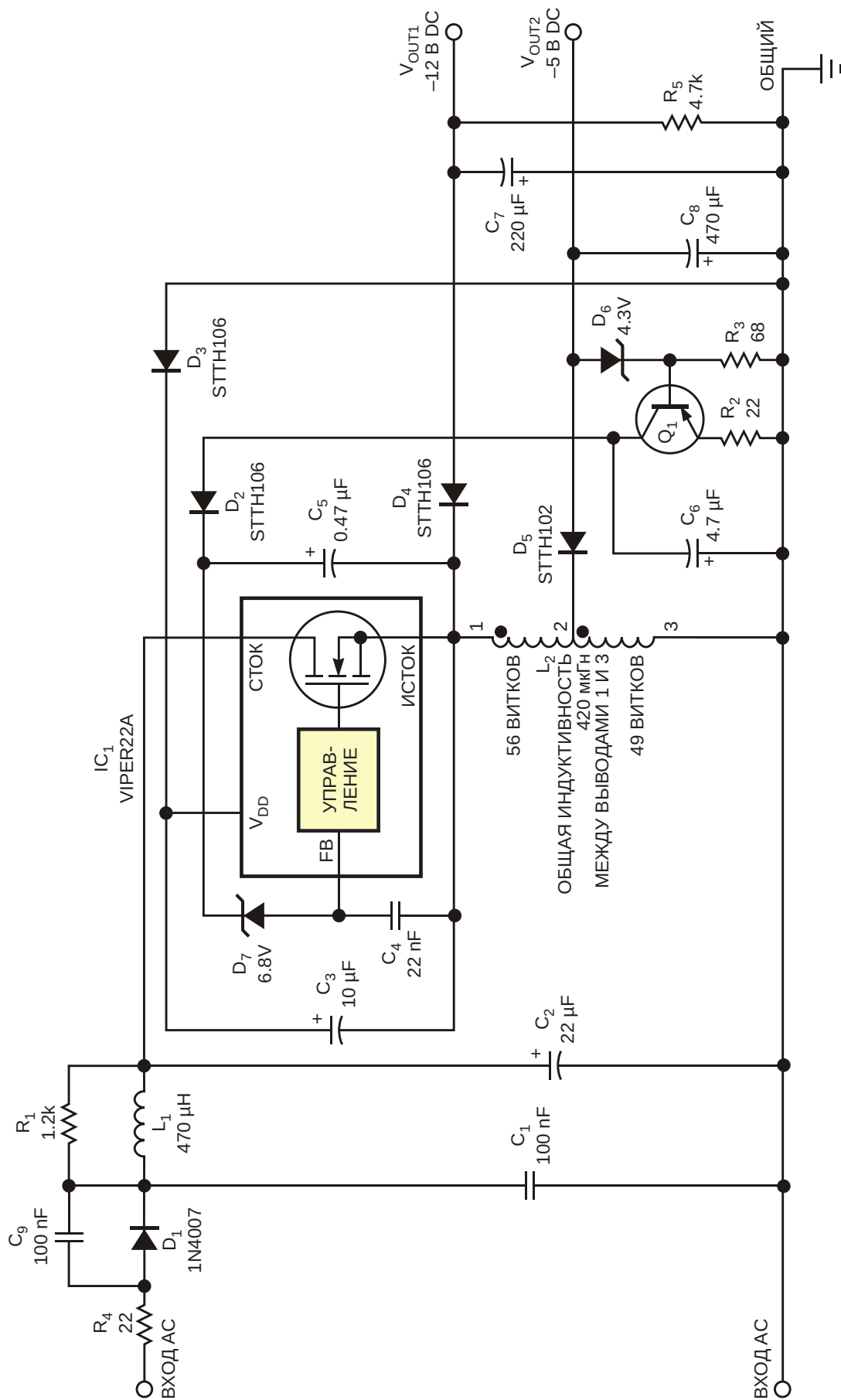


Рисунок 1. Этот автономный импульсный источник питания стабилизирует два выходных напряжения.

постоянного напряжения, поэтому в качестве D_3 следует выбирать диод с быстрым восстановлением, рассчитанный на пиковое обратное напряжение 600 В.

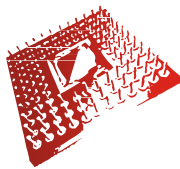
Для обратной связи, замыкающей контур регулирования, используется напряжение V_{OUT2} . Сумма напряжения база-эмиттер PNP транзистора общего назначения Q_1 и обратного напряжения стабилитрона D_6 устанавливает напряжение V_{OUT2} равным -5 В. Стабилитрон D_7 сдвигает напряжение на входе обратной связи микросхемы IC_1 в ее линейный диапазон $0 \dots 1$ В. Для исключения высокочастотной генерации в цепи обратной связи проводники, идущие к конденсатору

C_4 , необходимо сделать как можно более короткими. Две обмотки катушки L_2 намотаны на гантельном ферритовом сердечнике TDK SRW0913; соотношение витков обмотки определяет выходное напряжение V_{OUT1} . Для поддержания стабилизации при отсутствии нагрузки на выходе V_{OUT1} и полной нагрузке на V_{OUT2} между V_{OUT1} и общей линией заземления включен дополнительный резистор R_5 . **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet STMicroelectronics Viper22A](#)
2. [Datasheet STMicroelectronics STTH102](#)
3. [Datasheet STMicroelectronics STTH106](#)

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+

Как самому сделать электронные часы в ретро стиле

Čestmír Hýbl

elbastl.sweb.cz

Введение

Не так давно я копался в коробке со старыми компонентами. Я искал что-то другое, но остановился, когда в руки попало несколько газоразрядных индикаторов. Однажды (давно, очень давно) я добыл их из старого калькулятора.

Вспоминаю... Тридцать лет назад шесть индикаторов были маленьким сокровищем. Тот, кто мог тогда сделать с такими индикаторами часы на ТТЛ логике, считался искушенным знатоком своего дела.

Свечение газоразрядных индикаторов казалось более теплым. Через несколько минут мне стало интересно, заработают ли эти старые лампы, и захотелось что-нибудь сделать на них. Теперь-то сделать такие часы очень просто. Достаточно взять микроконтроллер...

Поскольку тогда же я увлекался программированием микроконтроллеров на языках высокого уровня, я решил немного поиграть. Я попытался сконструировать простые часы на цифровых газоразрядных индикаторах.

Цель конструирования

Я решил, что часы должны иметь шесть цифр, а время должно устанавливаться минимальным количеством кнопок. Кроме того, я хотел попытаться использовать несколько наиболее распространенных семейств микроконтроллеров разных производителей. Программу я намеревался писать на языке С.

Газоразрядным индикаторам для работы требуется высокое напряжение. Но иметь дело с опасным сетевым напряжением я не хотел. Часы должны были питаться безвредным напряжением 12 В.

Поскольку основной моей целью была игра, вы не найдете здесь описания механической конструкции и чертежей корпуса. При



желании, вы сами сможете изменить часы в соответствии со своими вкусами и опытом.

Вот что у меня получилось:

- Индикация времени: ЧЧ ММ СС
- Индикация будильника: ЧЧ ММ --
- Режим отображения времени: 24 часа
- Точность ± 1 секунда в день (зависит от кварцевого резонатора)
- Напряжении питания: 12 В
- Потребляемый ток: 100 мА

Схема часов

Для устройства с шестиразрядным цифровым дисплеем естественным решением был мультиплексный режим.

Назначение большинства элементов блок-схемы (Рисунок 1) понятно без комментариев. В определенной степени нестандарт-

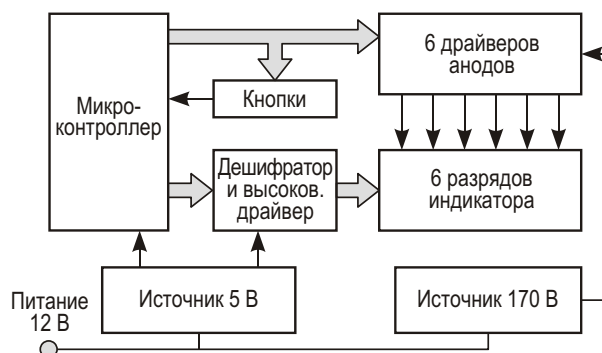


Рисунок 1.



Рисунок 2.

тной задачей было создание преобразователя уровней ТТЛ в высоковольтные сигналы

управления индикаторами. Драйверы анодов сделаны на высоковольтных NPN и PNP транзисторах. Схема позаимствована у Стефана Кнеллера (<http://www.stefankneller.de>).

ТТЛ микросхема 74141 содержит двоично-десятичный дешифратор и высоковольтный драйвер для каждой цифры. Возможно, зака-

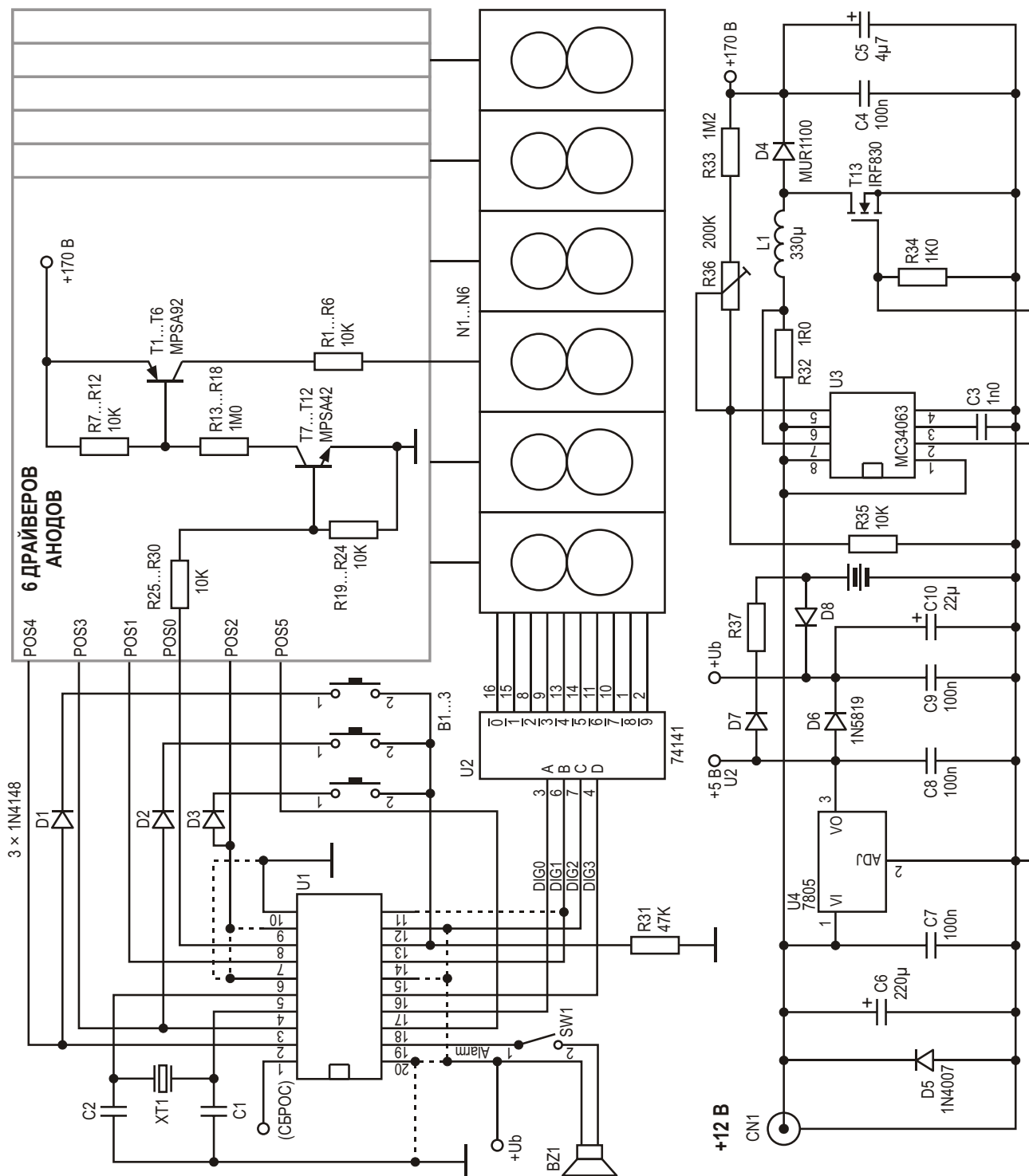


Рисунок 3.

зять одну микросхему будет сложно. (Хотя я не знаю, производятся ли они вообще кем-либо сейчас). Но уж если вы нашли газоразрядные индикаторы, 74141 могут оказаться где-то рядом :-). Во времена ТТЛ логики альтернативы микросхеме 74141 практически не было. Так что попробуйте найти где-нибудь одну штуку¹⁾.

Индикаторам требуется напряжение порядка 170 В. Разрабатывать специальную схему для преобразователя напряжения не имеет смысла, поскольку существует огромное количество микросхем повышающих преобразователей. Я выбрал недорогую и широко доступную микросхему MC34063. Схема преобразователя почти полностью скопирована с технического описания MC34063. К ней лишь добавлен силовой ключ Т13. Внутренний ключ для такого высокого напряжения не подходит. В качестве индуктивности для преобразователя я использовал дроссель. Он показан на Рисунке 2; его диаметр 8 мм, а длина 10 мм.

КПД преобразователя вполне хороший, а выходное напряжение относительно безопасно. При токе нагрузки 5 мА выходное напряжение падает до 60 В. R32 выполняет функцию токоизмерительного резистора.

Для питания логики используется линейный регулятор U4. На схеме и на плате есть место для резервного аккумулятора. (3.6 В – NiMH или NiCd). D7 и D8 – это диоды Шоттки, а резистор R37 предназначен для ограничения зарядного тока в соответствии с характеристиками аккумулятора. Если вы собираете часы просто для развлечения, аккумулятор, D7, D8 и R37 вам не потребуются.

Окончательная схема показана на Рисунке 3.

Кнопки установки времени подключены через диоды. Состояние кнопок проверяется установкой логической «1» на соответствующем выходе. В качестве бонусной функции к выходу микроконтроллера подключен пьезоизлучатель. Чтобы заткнуть этот противный писк, используйте маленький выключатель. Для этого вполне подошел бы и молоток, но это уж на крайний случай :-).

Перечень компонентов схемы, рисунок печатной платы и схему размещения элементов можно найти в разделе «Загрузки».

Процессор

Управлять этим несложным устройством может практически любой микроконтроллер с достаточным количеством выводов, минимально необходимое количество которых указано в Таблице 1.

Таблица 1.	
Функция	Выводы
Питание	2
Кварцевый резонатор	2
Управление анодами	6
Драйвер 74141	4
Вход кнопок	1
Пьезоизлучатель	1
Всего	16

Каждый изготовитель разрабатывает собственные семейства и типы микроконтроллеров. Расположение выводов индивидуально для каждого типа. Я постарался сконструировать универсальную плату для нескольких типов микроконтроллеров. На плате установлена 20-контактная панелька. С помощью нескольких проволочных перемычек вы можете адаптировать ее для разных микроконтроллеров.

Ниже перечислены микроконтроллеры, проверенные в этой схеме. Вы можете поэкспериментировать с другими типами. Преимуществом схемы является возможность использования разных процессоров. Радиолюбители, как правило, используют одно семейство микроконтроллеров и имеют соответствующий программатор и программный инструментарий. С микроконтроллерами других изготовителей могут возникнуть проблемы, поэтому я дал вам возможность выбора процессора из любимого семейства.

Вся специфика включения различных микроконтроллеров отражена в Таблицах 2...5 и на Рисунках 4...7.

¹⁾ **Примечание редакции**

Полным аналогом SN74141 является микросхема K155ИД1, выпускавшаяся минским ПО «Интеграл». Микросхему без труда можно найти в сети Интернет.

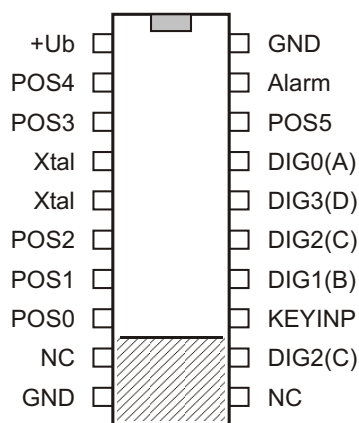


Рисунок 4. MC68HC908QY1.

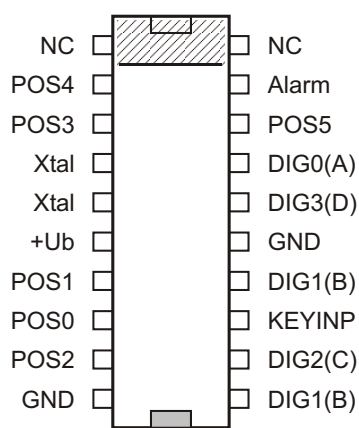


Рисунок 5. PIC16F628A.

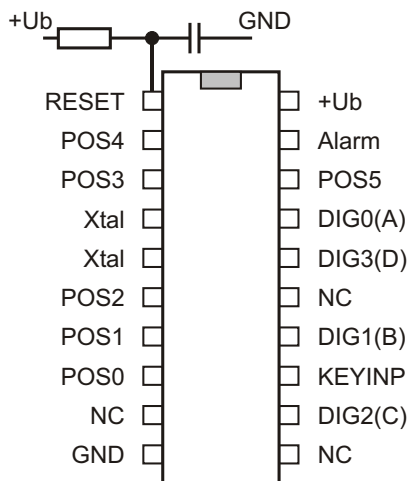


Рисунок 6. ATtiny2313.

Сравнив коды для разных микроконтроллеров, вы увидите, что они очень похожи. Различия имеются в доступе к портам и определению функций прерываний, а также в том, что зависит от компонентов обвязки.

Таблица 2. Freescale MC68	
Freescale	
Тип	MC68HC908QY1
Кварцевый резонатор	12 МГц
Конденсаторы C1, C2	22 пФ
Программа	freescale.zip (см. раздел «Загрузки»)
Установки	—

Примечание:
Параллельно кварцевому резонатору включен резистор 10 МОм.

Таблица 3. Microchip PIC16	
Microchip	
Тип	PIC16F628A
Кварцевый резонатор	32.768 кГц
Конденсаторы C1, C2	22 пФ
Программа	pic628.zip (см. раздел «Загрузки»)
Установки	Внутр. генератор 4 МГц – I/O RA6, MCLR OFF, WDT OFF, LVP OFF, BROUT OFF, CP OFF, PWRUP OFF

Примечание:
Микросхему необходимо развернуть в панельке на 180°.

Таблица 4. Atmel ATtiny	
Atmel	
Тип	ATtiny2313
Кварцевый резонатор	12 МГц
Конденсаторы C1, C2	15 пФ
Программа	attiny.zip (см. раздел «Загрузки»)
Установки	Кв. генератор 8 МГц, RESET ON

Примечание:
Добавьте SMD компоненты R и C к выводу RESET (10 кОм и 100 нФ).

Исходный код состоит из двух секций. Функция `main()` настраивает порты и запускает таймер, формирующий сигналы прерывания. После этого программа сканирует нажатые кнопки и устанавливает соответствующие

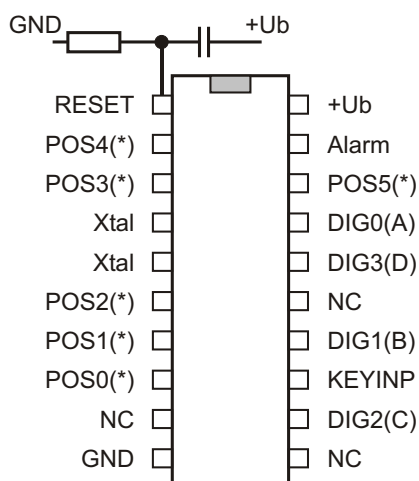


Рисунок 7. AT89C2051.

значения времени и будильника. Там же в главном цикле текущее время сравнивается с будильником и включается пьезоизлучатель.

Вторая часть является подпрограммой обработки прерываний от таймера. Подпрограмма, которая вызывается через каждую миллисекунду (в зависимости от возможностей таймера), инкрементирует переменные времени и управляет цифрами дисплея. Кроме того, проверяется состояние кнопок.

Запуск схемы

Монтаж компонентов и настройку начинайте с источника питания. Запаяйте регулятор U4 и окружающие его компоненты. Проверьте наличие напряжения 5 В для микросхемы U2 и 4.6 В для U1. Следующим шагом соберите высоковольтный преобразователь. Подстроечным резистором R36 установите напряжение 170 В. Если диапазона подстройки окажется недостаточно, немного измените сопротивление резистора R33. Теперь установите микросхему U2, транзисторы и резисторы схемы драйверов анодов и цифр. Соедините входы U2 с шиной GND и последовательно подключайте по одному из резисторов R25 - R30 к шине питания +Ub. В соответствующих позициях должны загораться цифры индикаторов. На последнем этапе проверки схемы соедините с землей вывод 19 микросхемы U1 – должен запищать пьезоизлучатель.

Исходные коды и откомпилированные программы вы найдете в соответствующем

Таблица 5. Atmel AT89

Atmel	
Тип	AT89C2051
Кварцевый резонатор	12 МГц
Конденсаторы C1, C2	22 пФ
Программа	at2051.zip (см. раздел «Загрузки»)
Установки	—

Примечание:

Добавьте SMD компоненты R и C к выводу RESET (10 кОм и 100 нФ); выводы, отмеченные звездочками, соедините с шиной питания +Ub через SMD резисторы 3.3 кОм.

ZIP файле в разделе «Загрузки». После зашивки программы в микроконтроллер тщательно проверьте каждый вывод в позиции U1 и установите необходимые перемычки из проволоки и припоя. Сверяйтесь с изображениями микроконтроллеров, приведенными выше. Если микроконтроллер запрограммирован и подключен правильно, должен заработать его генератор. Вы можете установить время и будильник. Внимание! На плате есть место для еще одной кнопки – это запасная кнопка для будущих расширений :-).

Проверьте точность частоты генератора. Если она не укладывается в ожидаемый диапазон, слегка измените номиналы конденсаторов C1 и C2. (Припаяйте параллельно конденсаторы небольшой емкости или замените их другими). Точность хода часов должна улучшиться.

Заключение

Небольшие 8-битные процессоры вполне приспособлены для языков высокого уровня. Изначально язык C не предназначался для небольших микроконтроллеров, однако для простых приложений вы прекрасно можете использовать его. Ассемблер лучше подойдет для сложных задач, требующих соблюдения критических времен или максимальной загрузки процессора. Для большинства радиолюбителей подойдут как бесплатные, так и условно-бесплатные ограниченные версии компилятора C. Программирование на C одинаково для всех микроконтроллеров. Вы дол-

жны знать функции аппаратных средств (регистров и периферии) выбранного типа микроконтроллера. Будьте осторожны с битовыми операциями – язык C к манипуляциям с отдельными битами не приспособлен, что можно увидеть на примере исходного кода для ATtiny.

Закончили? Тогда настройтесь на созерцание вакуумных ламп и смотрите...

...возвращаются старые времена ... :-)



Материалы по теме

1. [ON Semiconductor MC34063A](#)
2. [Datasheet Texas Instruments SN74141](#)
3. [Datasheet ON Semiconductor LM7805](#)
4. [Datasheet ON Semiconductor 1N5819](#)
5. [Datasheet ON Semiconductor MPSA42](#)
6. [Datasheet ON Semiconductor MPSA92](#)
7. [Datasheet MCC MUR1100](#)
8. [Datasheet Infineon IRF830](#)

Загрузки

[Перечень компонентов схемы](#)



[Рисунок печатной платы и схема размещения элементов](#)



[Исходный код и откомпилированная программа для MC68HC908QY1](#)



[Исходный код и откомпилированная программа для PIC16F628A](#)



[Исходный код и откомпилированная программа для ATtiny2313](#)



[Исходный код и откомпилированная программа для AT89C2051](#)



настоящее немецкое качество



контрольно-
измерительное
оборудование

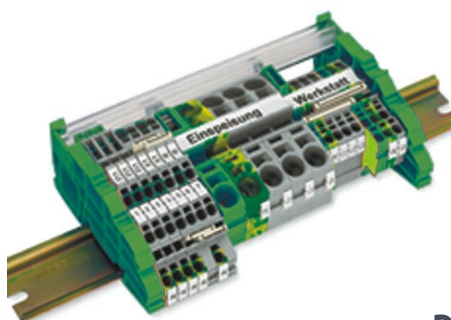


»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции

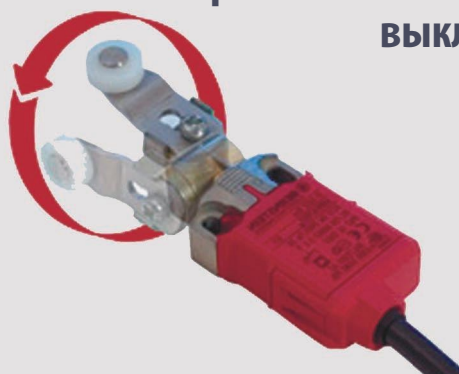


WAGO®
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions



промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Функция квадратного корня улучшает характеристики термостата

Stephen Woodward

EDN

Пожалуй, самым элементарным правилом теории проектирования систем управления является то, что эффективность работы петли регулирования принципиально связана с тщательным выбором, а также со стабильностью коэффициента усиления контура обратной связи. Недостаточное петлевое усиление приводит к плохой точности стабилизации заданного параметра. Слишком большое усиление может стать причиной неустойчивости обратной связи, приводя к перерегулированию, звону и, в конечном счете, к генерации. Поэтому, чем выше предполагаемая точность системы управления, тем критичнее становится поддержание петлевого усиления на уровне, близком к оптималь-

ному. Не являются исключением и высокоточные системы регулирования температуры.

Учитывая азбучный характер вышеупомянутых истин, приходится удивляться тому, что так мало внимания уделяется основному правилу конструирования высокоточных термостатов: Тепловая отдача (то есть, мощность – основной параметр обратной связи) резистивного нагревателя пропорциональна квадратному корню из тока. Эту элементарную взаимосвязь иллюстрирует кривая A на Рисунке 1.

По этой причине общее петлевое усиление термостата не постоянно, а пропорционально входному току нагревателя. Следовательно, оно сильно меняется в соответствии с изменениями окружающей температуры и другими факторами, влияющими на требуемое количество тепла. Это усложняет выбор подходящих параметров петли. Преодолеть эти сложности помогает показанная на Рисунке 2 аналоговая схема извлечения квадратного корня, добавленная перед схемой управления нагревателем.

Схема стабилизирует температуру охлаждаемого жидким азотом твердотельного инфракрасного лазера в воздушном спектрометре. Дiodный криодатчик D_1 (2 мВ/К) измеряет температуру лазера и управляет схемой пропорционально-интегрального регулятора, состоящей из усилителя ошибки IC_{1C} и интегратора ошибки IC_{1B} . Q_1 преобразует результирующее корректирующее напряжение обратной связи в токовый сигнал, который затем подается на транзисторную сборку LM3146 (IC_4). Эта сборка реализует функцию



Рисунок 1. Умножение нескомпенсированного квадратичного отклика (A) на ток, аппроксимированное функцией квадратного корня (C) с помощью микросхемы IC_4 , дает линейную зависимость нагрева от выходного напряжения схемы управления.

транзисторы $IC_{4A} \dots IC_{4C}$ объединяют ток I_1 транзистора Q_1 с опорным током I_{REF} , чтобы сформировать логарифмическое управляющее напряжение, пропорциональное

$$\frac{\log(I_1 / I_{REF})}{2} = \log \sqrt{I_1 / I_{REF}} \quad .$$

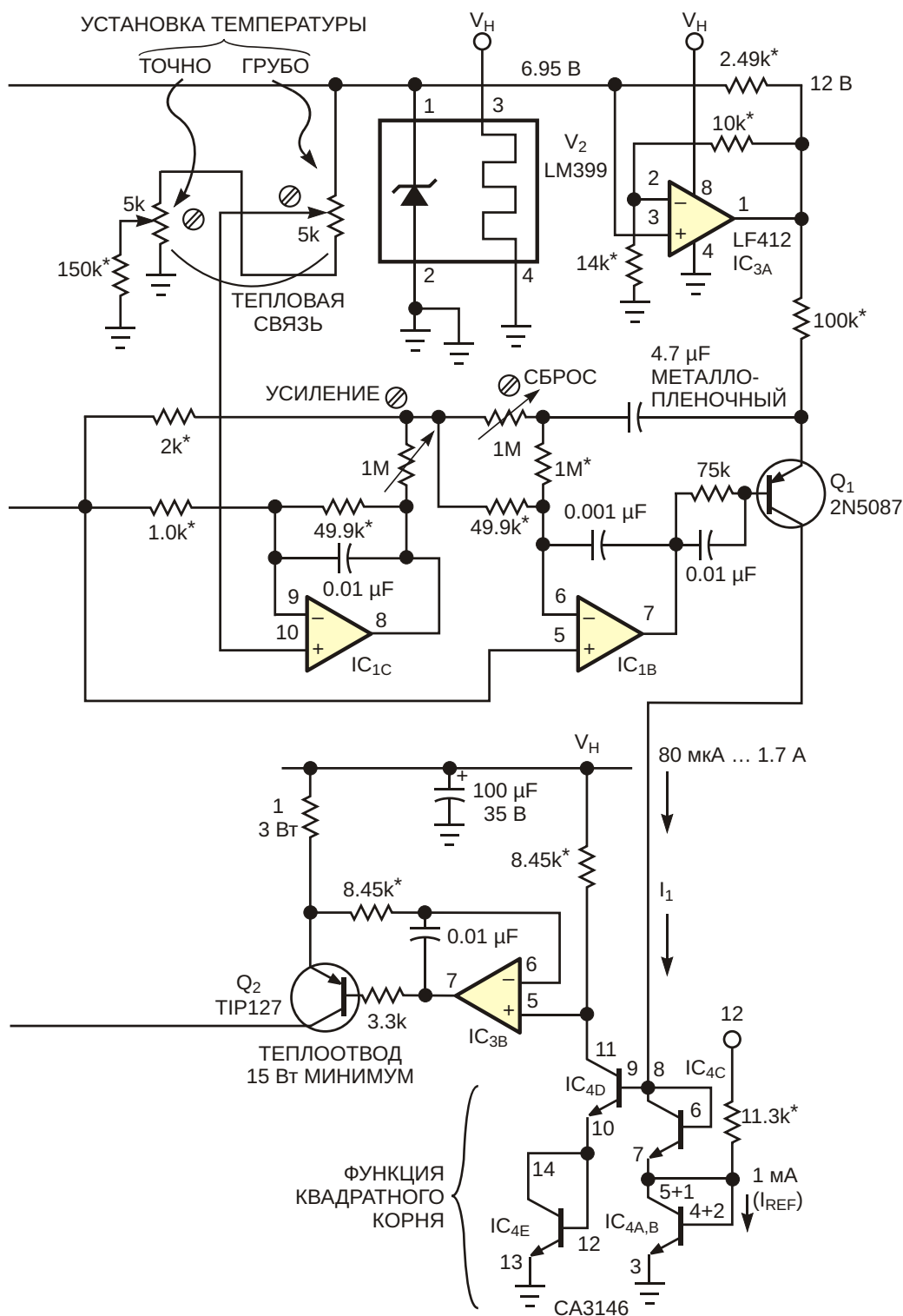


Благодаря присущей однокристалльной сборке IC₄ согласованности параметров транзисторов, ток коллектора IC_{4E} приблизительно равен

$$\sqrt{I_1 I_{REF}}.$$

Затем схема драйвера нагревателя IC_{3B}, Q₂ усиливает выходной ток IC_{4E} в 8450 раз и питает этим усиленным током нагреватель криостата системы охлаждения лазера.

Пять соответствующих кривых показаны на Рисунке 1. А соответствует некомпенсированной передаточной функции I²R. В соответствии идеальной функции квадратного



функция квадратного корня для напряжения, управляющего нагревателем.

корня. Кривая С представляет аппроксимацию квадратного корня сборкой IC₄, рассчитанную в допущении, что коэффициент передачи тока транзисторов равен примерно 100. Кривая D, являющаяся произведением А и В, иллюстрирует результат идеально скомпенсированного (линейного) петлевого усиления. Е – это произведение А и С, соответствующее реально достигнутой линеаризации петлевого усиления. Конечным результатом является линейная зависимость между выходами схемы управления и нагревателя и, как следствие, оптимизация установившегося режима и динамической устойчивости криостата в полных диапазонах температуры

окружающей среды и тепловой нагрузки. Без IC₄ усиление, установленное для обеспечения устойчивости при низких мощностях нагревателя, скорее всего, было бы чрезмерным и приводило бы к перерегулированию или генерации при больших мощностях нагревателя. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Intersil CA3146](#)
2. [Datasheet Texas Instruments LF412](#)
3. [Datasheet Texas Instruments LM399](#)
4. [Datasheet Linear Technology LT1004](#)
5. [Datasheet Linear Technology LTC1053](#)



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

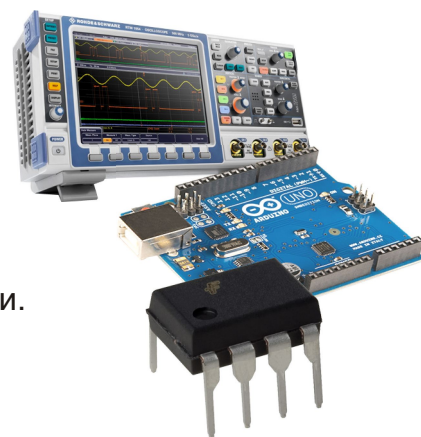


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Недорогой аудио фильтр подавляет шумы и фон

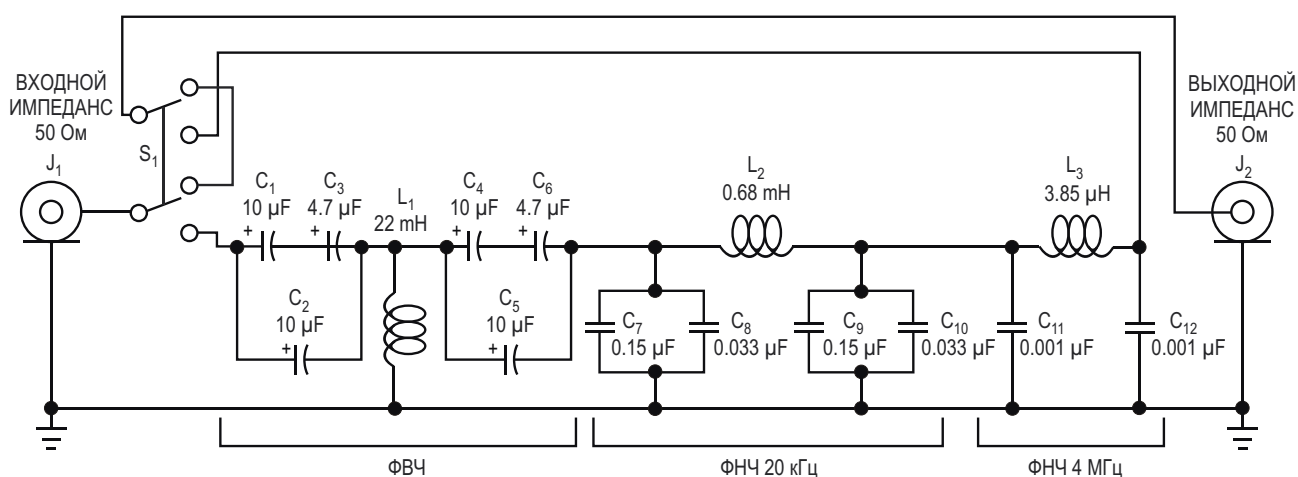
Richard Kurzrok

EDN

Описанный в этой статье недорогой многозвенный пассивный фильтр не нуждается в источнике питания и может улучшить характеристики аудио и измерительного оборудования, ослабляя сетевой фон и уровень паразитных сигналов вещательных станций AM, FM и нижней части VHF диапазонов (Рисунок 1). Композитный фильтр образован каскадным соединением трех простых фильтров: Т-образного фильтра верхних частот для ослабления фона источника питания и двух П-образных фильтров нижних частот для подавления паразитных радиочастотных сигналов. В варианте, показанном на схеме,

эти три секции образуют не имеющий потерь фильтр Чебышева с пульсациями 0.01 дБ на нагрузке с входным импедансом 50 Ом, но при необходимости вы можете пересчитать параметры компонентов фильтра под другой импеданс.

Перечень компонентов, использованных в прототипе фильтра, приведен в Таблице 1. За исключением индуктивности L_3 , все компоненты общедоступны и имеют стандартные значения номиналов. Переключатель S_1 предназначен для обхода фильтра и позволяет ускорить измерения, исключив необходимость соединения и отключения от макета



ПРИМЕЧАНИЯ:

ОБА ВЫВОДА ЗЕМЛИ СОЕДИНИТЬ С КОРПУСОМ.

КОГДА S_1 НАХОДИТСЯ В ВЕРХНЕМ ПОЛОЖЕНИИ, СИГНАЛ ОБХОДИТ ФИЛЬТР;

КОГДА S_1 В НИЖНЕМ ПОЛОЖЕНИИ, СИГНАЛ ПРОХОДИТ ЧЕРЕЗ ФИЛЬТР.

Рисунок 1. Фильтр верхних частот и два фильтра нижних частот помогают уменьшить или удалить низкочастотный фон и высокочастотные шумы из аудио сигналов.

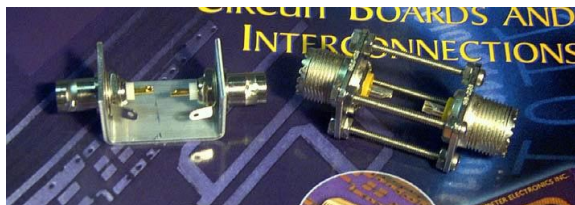


Рисунок 2.

разъемов BNC. Чтобы собрать прототип, соедините все компоненты на куске беспаячной макетной платы, который поместите между металлическими разделителями (Рисунок 2) внутри литого алюминиевого корпуса. Этот метод экранирования конструкции ранее доказал свою эффективность в другом лабораторном эксперименте [1]. Результаты измерений потерь, вносимых фильтром в диапазоне частот от 40 Гц до 200 МГц, отражены в Таблице 2.

Использование в качестве $C_1 \dots C_6$ дешевых полярных электролитических конденсаторов позволяет получить вполне приемлемые характеристики схемы, но требует соблюдения полярности постоянной составляющей входного сигнала. Немного увеличив стоимость и время монтажа, вы можете улучшить характеристики и воспроизводимость параметров фильтров, отобрав эти конденсаторы по величине емкости, чтобы ее отклонения не превышали 10%. Для достижения наилучших результатов используйте неполярные конденсаторы $C_1 \dots C_6$. Для некритичных приложений вы можете ослабить допуски остальных конденсаторов и использовать индуктивности L_1 , L_2 и L_3 со стандартными номиналами 22 мГн, 0.68 мГн и 3.9 мкГн, соответственно.

При пересчете номиналов элементов фильтров под импеданс 600 Ом, типичный для классических аудио схем, значения индуктивностей вырастут на порядок, и, соответственно, увеличатся их размеры и цены. Альтернативным решением может быть использование каскада активных RC-фильт-

Таблица 1. Компоненты, использованные в макете фильтра

Позиция	Значение	Описание
C_1, C_2, C_4, C_5	10 мкФ	Конденсатор электролитический 50 В, допуск $\pm 20\%$
C_3, C_6	4.7 мкФ	
C_7, C_9	0.15 мкФ	Конденсатор полипропиленовый, допуск $\pm 2\%$
C_8, C_{10}	0.033 мкФ	
C_{11}, C_{12}	0.001 мкФ	
L_1	22 мГн	Индуктивность, допуск $\pm 5\%$
L_2	0.68 мГн	Индуктивность, допуск $\pm 10\%$
L_3	3.85 мкГн	Индуктивность: 27 витков обмоточного провода 0.32 мм, намотанного на тороидальном сердечнике T37-2 из карбонильного железа
S_1	—	Двухполюсный перекидной выключатель для монтажа на панель
J_1, J_2	—	Гнездо BNC 50 Ом на панель

Таблица 2. Потери, вносимые фильтром

Частота (кГц)	Вносимые потери (дБ)	Частота (МГц)	Вносимые потери (дБ)
0.04	45.2	0.1	42.3
0.07	35.4	0.3	60
0.1	29.4	0.5	60
0.2	17.3	1	52.2
0.3	10.9	2	52.2
0.5	5.5	3	51.1
1	2.7	4	56.2
2	2	5	60
5	1.9	10	46.5
10	2.1	25	44
15	2.7	50	40.5
20	4.5	100	39.5
30	11.7	150	45
50	24.5	200	44

ров, что проложило бы путь к их включению в полностью интегральные многозвенные фильтры. **РЛ**

Ссылки

1. Kurzrok, Richard M, "Simple Lab-Built Test Accessories for RF, IF, Baseband, and Audio," High Frequency Electronics, May 2003, pg 60.

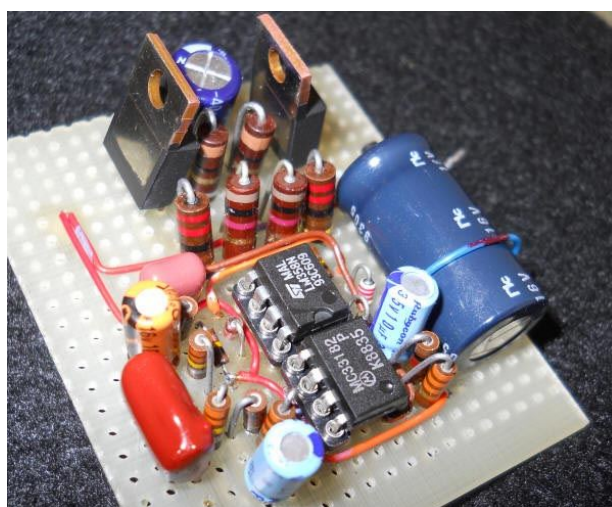
Высококачественный аудио усилитель

Charles Wenzel

Techlib.com

На Рисунке 1 представлена схема 2-ваттного аудио усилителя общего назначения с отличными характеристиками. Его легко сконфигурировать выходным каскадом для маломощных аудио приложений, или более мощным усилителем, способным наполнить звуком объем целой комнаты. Я даже пробовал использовать его в качестве «репетиционного» усилителя для электрогитары, и с хорошими колонками он отдавал приличную мощность.

В выходном каскаде использована уникальная технология стабилизации тока покоя, не требующая традиционных диодов для термокомпенсации. Каждая половина операционного усилителя (ОУ) IC2 с соответствующим транзистором работает повторителем напряжения, поддерживая дифференциальное напряжение на двух эмиттерных резисторах сопротивлением 1 Ом равным точному значению, установленному резистором 220 Ом, включенным между входами.



Можно рассчитать, что при напряжении источника питания схемы, равном 15 В, на резисторе 220 Ом падает примерно 16 мВ, и это напряжение, усиленное операционным усилителем, устанавливает ток покоя через резисторы 1 Ом равным примерно 8 мА. (Не-

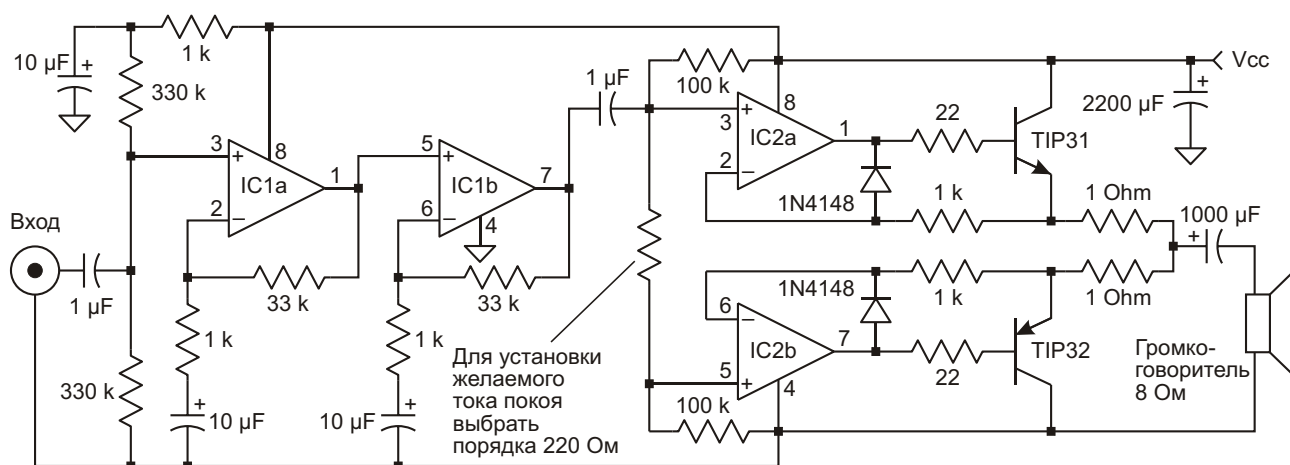


Рисунок 1. Аудио усилитель общего назначения с выходной мощностью 2 Вт.

которое отличие от этого значения будет обусловлено напряжениями смещения ОУ). Подбирая сопротивление этого единственного резистора, ток покоя легко изменять, чтобы снизить его до очень низких значений для экономии энергии батареи, или установить равным примерно 10 мА для минимизации искажений. Уменьшение этих сопротивлений до нуля ничему не повредит, но может стать причиной возникновения заметных искажений типа «ступенька». Однако при слишком больших сопротивлениях резисторов мощные транзисторы будут сильно нагреваться, что приведет к неоправданному падению КПД усилителя. Для маломощных приложений, таких, скажем, как усилитель детекторного приемника, сопротивления эмиттерных резисторов 1 Ом можно увеличить, вследствие чего пропорционально уменьшится ток покоя. Благодаря этому ток покоя снизится почти до нуля, но качество звука останется отличным, – идеальный вариант для небольших проектов с батарейным питанием.

Диоды 1N4148 ограничивают размах выходного напряжения ОУ при выключении соответствующего транзистора. Для замыкания обратной связи на инвертирующий вход выходное напряжение ОУ должно лишь превысить падение напряжения на диоде. Здесь было бы очень заманчиво использовать германиевые диоды! Эта маленькая хитрость в сочетании с полным коэффициентом усиления и полосой пропускания ОУ, использованными для того, чтобы просто повторять входное напряжение, позволила получить очень низкие искажения, даже на высоких частотах и при максимальной выходной мощности.

Какой операционный усилитель использовать

Первые два ОУ должны быть пригодны для аудио приложений. Таковыми являются MC33182, LM833 и многие другие. Если где-нибудь в техническом описании микросхемы промелькнут слова «аудио» или «искажения», скорее всего, это будет хороший выбор. :-) Помните, что многие современные операционные усилители имеют узкий диапазон допустимых напряжений питания! Коэффициент усиления в каждом из этих первых двух каскадов установлен равным всего 34, поэтому здесь довольно хорошо будут работать даже более медленные ОУ,

однако следите за тем, чтобы производство их усиления на полосе пропускания равнялось хотя бы 1 МГц. У некоторых операционных усилителей, прекрасных во всех отношениях, размах выходного напряжения недостаточен для этой схемы, выходной каскад которой не имеет усиления. Меньшая амплитуда на выходе IC1b означает снижение максимальной мощности, но впрочем, большого значения это обычно не имеет. Не пытайтесь использовать ОУ LM358 в первых двух каскадах; в режиме усилителя напряжения эта микросхема создаст неприятную проблему переходных искажений.

Для выходного каскада был выбран операционный усилитель LM358. При попытках использовать любые другие микросхемы я сталкивался с какими-нибудь трудностями. Первоначально я брал более быстрые ОУ, и на 8-омном эквиваленте нагрузки они показывали хорошие результаты, однако реактивность некоторых реальных громкоговорителей вызывала возбуждение схемы. Небольшие искажения, вносимые LM358, видны как очень слабое дрожание вблизи точки пересечения нуля на частоте в несколько килогерц, однако уровень результирующих гармоник находится за пределами человеческого слуха. При использовании более быстрых ОУ фазовый сдвиг в транзисторах TIP31 и TIP32 приводил к неустойчивости схемы.

Я временно снижал усиление первых каскадов, шунтируя два резистора 33 кОм резисторами 1 кОм. С помощью анализатора нелинейных искажений я измерил, что суммарный уровень гармоник при напряжении питания от 15 В до 18 В и выходной мощности, близкой к максимальной, равен 0.16%. Для LM358 это совсем неплохо! При сопротивлении нагрузки 16 Ом и напряжении питания 18 В искажения снижались до 0.1%. Замена транзисторов на 2N2219 и 2N2905 привела к росту искажений до 0.2% при питании 12 В.

Какой транзистор выбрать

При использовании TIP31 и TIP32 транзисторы моего прототипа работали без теплоотводов в диапазоне напряжений питания от 9 В до 21 В. Эти комплементарные транзисторы в корпусах TO-220 при естественном воздушном охлаждении допускают рассеяние мощности до 2 Вт, в то время как в моей схеме при нагрузке 8 Ом и питании 21 В на

них выделяется максимум 1.3 В. Технически тут все нормально, однако транзисторы настолько горячи, что до них невозможно дотронуться. Поэтому, все же было бы неплохо воспользоваться небольшими навесными радиаторами с пружинными зажимами. При 8-омном динамике и напряжениях питания менее 18 В теплоотводы не нужны. Максимальная мощность, отдаваемая моим прототипом, аппроксимируется следующим выражением, полученным на основании эмпирических данных:

$$P_{\text{MAX}} = 0.183 V_{\text{CC}} - 1.3.$$

Используя эту формулу, вы можете определить, что мой прототип при питании напряжением 9 В отдает в нагрузку 8 Ом respectable 350 мВт. Это совсем немало для небольших радио проектов. На другом полюсе – при напряжении питания 21 В и нагрузке 8 Ом – формула предсказывает мощность 2.5 Вт, и это ровно то, что я измерил в точке начала ограничения. В этом тесте я использовал синусоидальный сигнал частотой 1 кГц.

Как ни странно, похоже, что своей устойчивостью схема обязана низкой граничной частоте силовых транзисторов. Я пробовал использовать более быстрые транзисторы (44Н11 и 45Н11), но получил возбуждение вблизи 700 кГц, несмотря на то, что SPICE моделирование предсказывало противоположное! Подозреваю, что более высокочастотные транзисторы просто не успевали внести дополнительный фазовый сдвиг вблизи частоты единичного усиления ОУ LM358 (1 МГц). (Это не более чем мое предположение). Выбор намного более быстрых транзисторов, таких как 2N2219 и 2N2905, возвращал схеме устойчивость, скорее всего потому, что присущий LM358 спад уже наступал к тому времени, когда транзисторы начинали сдвигать фазу. В этом случае результаты находились в согласии со SPICE. SPICE предупреждает, что совсем медленные транзисторы, такие как старинные 2N3055, будут еще более неустойчивыми. Одним словом, нужно экспериментировать!

При напряжении питания V_{CC} ниже 12 В рассеиваемая транзистором мощность становится меньше 350 мВт, и многие малосигнальные приборы будут хорошо работать без теплоотвода.

С какими проблемами я столкнулся

В этой схеме много усиления собрано в небольшом объеме и, что еще хуже, есть много тока, идущего через выходной каскад. Операционные усилители довольно хорошо подавляют обратную связь, создаваемую помехами по шинам питания и земли, но, тем не менее, эта обратная связь может создавать проблемы устойчивости. Провода от источника питания подключайте к схеме вблизи выходных транзисторов. Провод «земли» припаяйте возле точки соединения трех конденсаторов 10 мкФ и резистора 330 кОм. Обратите также внимание на входной фильтр 1 кОм/10 мкФ. Мощности, потребляемой усилителем, достаточно для небольшого проседания V_{CC} , и небольшая часть возникающей в связи с этим помехи, проникая на вход, приводит к генерации или, в моем случае, к заградочному падению входного импеданса. Небольшой RC фильтр эту обратную связь устраняет. Снизить усиление схемы вы можете, уменьшив сопротивления резисторов 33 кОм, или ограничившись только одним входным каскадом. Дополнительное усиление можно будет получить с помощью внешней схемы.

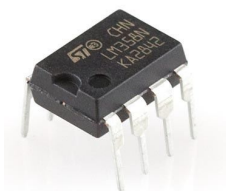
Помимо этого, вы можете столкнуться с проблемами устойчивости, связанными с выбором ОУ и транзисторов, о которых говорилось выше, поэтому было бы неплохо воспользоваться осциллографом и убедиться, что усилитель работает правильно.

Стабилизированный источник питания не является абсолютно необходимым для этой схемы, но, как минимум, нужно использовать конденсатор очень большой емкости, такой, как показанный на схеме конденсатор 2200 мкФ. Трехвыводной стабилизатор обеспечивает некоторую дополнительную степень защиты транзисторов в случае короткого замыкания выхода на землю.

Чего хорошего в этом усилителе

Существуют микросхемы аудио усилителей, работающие не хуже, чем этот проект. Однако в предлагаемой схеме использованы детали, которые всегда есть под рукой у большинства радиолюбителей. Усилитель работает в широком диапазоне напряжений питания, а его ток покоя легко изменить в соответствии с требованиями конкретного приложения.

Питание напряжением 9 В делает эту схему прекрасным усилителем для небольших проектов. При замене транзисторов на 2N4401 и 2N4403 получается усилитель, похожий на популярный LM386, однако с регулируемым током покоя и несоизмеримо меньшими искажениями на полной мощности.



Подключив электрогитару, я получил отличный репетиционный усилитель! При питании 18 В и с хорошими динамиками он звучит удивительно громко и чисто. Гитаре его усиления более чем достаточно. Для регулировки громкости параллельно входу я добавил резистор, подключив его движок через конденсатор 1 мкФ. Сопротивление этого

потенциометра изменяет входной импеданс усилителя. Хорошо подойдет потенциометр 10 кОм с обратной логарифмической зависимостью характеристики.

Сердцевиной проекта является выходной каскад, а предварительный усилитель может быть и другим. Только не забывайте, что для получения максимальной мощности размах напряжения должен быть близок к шинам питания, так как выходной каскад не имеет усиления по напряжению. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments LM358](#)
2. [Datasheet Texas Instruments LM386](#)
3. [Datasheet ON Semiconductor TIP31](#)
4. [Datasheet ON Semiconductor TIP32](#)

Простой источник коротких импульсов не уступает дорогостоящему лабораторному оборудованию

Mitchell Lee

LT Journal of Analog Innovation

Источники импульсов с крутыми фронтами, имитирующие ступенчатую функцию, часто оказываются полезными при выполнении тех или иных лабораторных измерений. Например, если крутизна фронтов имеет порядок 1...2 нс, можно оценить время нарастания сигнала в кабеле RG-58/U или любом другом, взяв отрезок длиной всего 3...6 м. Рабочая лошадка многих лабораторий – вездесущий генератор импульсов HP8012B – не дотягивает до 5 нс, что недостаточно быстро для решения подобной задачи. Между тем, времена нарастания и спада выходных сигналов драйверов затворов неко-

торых контроллеров импульсных регуляторов могут быть менее 2 нс, что делает эти устройства потенциально идеальными источниками импульсов.

На Рисунке 1 показана простая схема реализации этой идеи, основанная на использовании контроллера обратного преобразователя LTC3803, работающего на фиксированной частоте переключения. Собственная рабочая частота контроллера равна 200 кГц. Подача части выходного сигнала на вывод SENSE заставляет устройство работать с минимальным коэффициентом заполнения, формируя выходные импульсы дли-

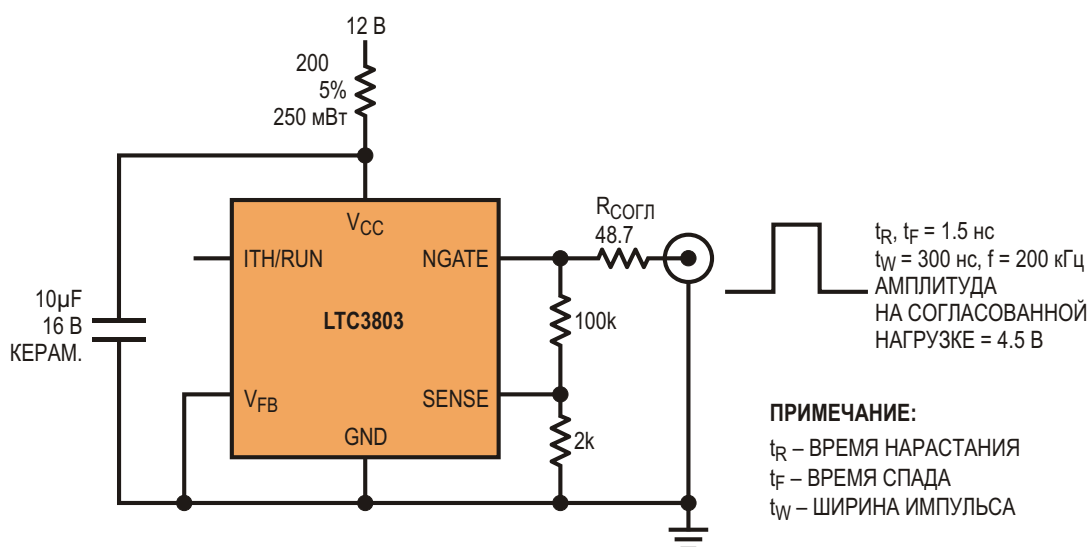


Рисунок 1. Контроллер импульсного преобразователя на нагрузке 50 Ом формирует импульсы с фронтами 1.5 нс.

тельностью 300 нс. Немаловажное значение для этой схемы имеет развязка питания, поскольку выходной ток, отдаваемый в нагрузку 50 Ом, превышает 180 мА. Элементы развязки 10 мкФ и 200 Ом минимизируют искажения вершины импульса без ущерба для крутизны фронтов.

Выход схемы подключается непосредственно к согласованной нагрузке 50 Ом, обеспечивая на ней размах сигнала около 9 В. В случае, когда первостепенное значение имеет качество импульсов, рекомендуется подавлять сигнал тройного прохождения, поглощая отражения от кабеля и удаленной нагрузки с помощью показанного на схеме последовательного согласования. Последовательное согласование, то есть, согласование на передающей стороне, оказывается полезным также тогда, когда схема работает на пассивные фильтры и иные аттенюаторы, рассчитанные на определенный импеданс источника сигнала. Выходной импеданс микросхемы LTC3803 равен примерно 1.5 Ом, что следует принимать во внимание при выборе сопротивления последовательного согласующего резистора. Последовательное согласование работает хорошо до импедансов, по меньшей мере, 2 кОм, выше которых становится трудно обеспечивать необходи-

мую полосу пропускания в точке соединения резистора и схемы, что приводит к ухудшению качества импульсов.

В системе с последовательным согласованием выходной сигнал имеет следующие характеристики:

- амплитуда импульсов – 4.5 В;
- времена нарастания и спада одинаковы, и равны 1.5 нс;
- искажение плоской вершины импульса – менее 10%;
- спад вершины импульса – менее 5%.

При непосредственном подключении нагрузки 50 Ом времена нарастания и спада не ухудшаются. Для того, чтобы получить импульсы наилучшей формы, конденсатор 10 мкФ подключите как можно ближе к выводам V_{CC} и GND микросхемы LTC3803, а выход соедините прямо с согласующим резистором, используя полосковую технологию. Волновое сопротивление, примерно равное 50 Ом, имеет печатный проводник шириной 2.5 мм на двухсторонней печатной плате толщиной 1.6 мм. **ПЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC3803](#)

4-амперный инвертирующий преобразователь работает при входном напряжении до 50 В

Victor Khasiev, Linear Technology

Design Note 552

Введение

DC/DC преобразование положительного напряжения в отрицательное широко используется в устройствах с ЖК индикаторами, OLED дисплеях, аудио усилителях, промышленном оборудовании, драйверах светодиодов и в зарядных устройствах для аккумуля-

торов. Во всех этих случаях инвертирующий преобразователь должен быть компактным, отдавать большую мощность и поддерживать расширенный диапазон входных напряжений. Всем этим требованиям в полной мере отвечает микросхема LTC7149. В ней интегрированы 4-амперные ключи и входной каскад с широким диапазоном напряжений от

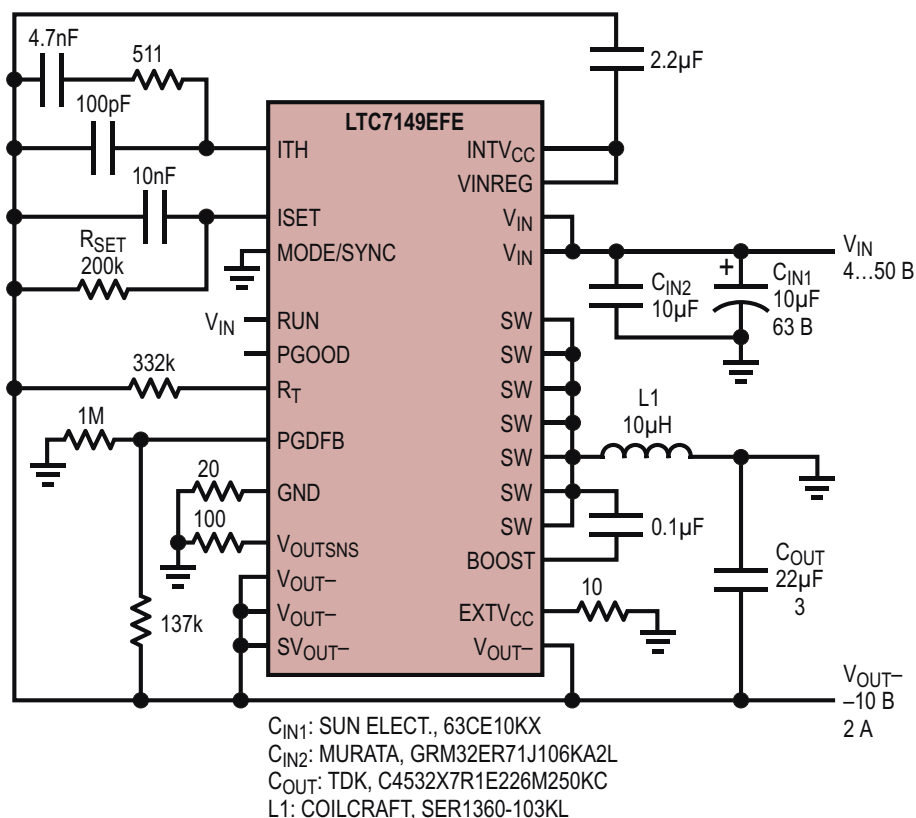


Рисунок 1. Преобразователь положительного напряжения в отрицательное на основе микросхемы LTC7149. (V_{IN} : 4 В ... 50 В, V_{OUT} : -10 В/2 А).

3.4 В до 60 В, превышающим требования большинства самых критичных приложений, включая автомобильные.

Описание схемы

На Рисунке 1 изображена схема преобразователя положительного напряжения в отрицательное, основанная на микросхеме LTC7149. При входном напряжении 12 В, например, в случае подключения к бортовой сети автомобиля, эта схема отдает в нагрузку ток 2 А при напряжении -10 В. Компоненты силовой цепи выбирались исходя из номинального входного напряжения 12 В, однако при соответствующем перерасчете это напряжение можно уменьшить до 4 В или увеличить до 50 В.

Способность LTC7149 работать при столь высоких входных напряжениях позволяет в автомобильных приложениях отказаться от дорогих ограничителей напряжения. Очень низкое минимальное входное напряжение дает гарантию, что работоспособность чувствительных систем сохранится даже при запуске непрогретого двигателя. Детальные указания по расчетам предельных напряжений и токов компонентов, окружающих LTC7149, даны в техническом описании микросхемы. В качестве примера на Рисунке 2 приведена зависимость, позволяющая оце-



Рисунок 2. Зависимость максимально допустимого тока нагрузки от входного напряжения для схемы на Рисунке 1.

нить величины максимально допустимых токов нагрузки при входных напряжениях ниже 12 В.

В схеме на Рисунке 1 используется внешняя цепь частотной компенсации петли ОС. Соединением выводов ITH и INTV_{CC}, как это показано на Рисунке 3, включаются внутренние цепи коррекции. Подключение к шине GND вывода MODE/SYNC активизирует работу в пульсирующем режиме. КПД схемы достигает 94%.

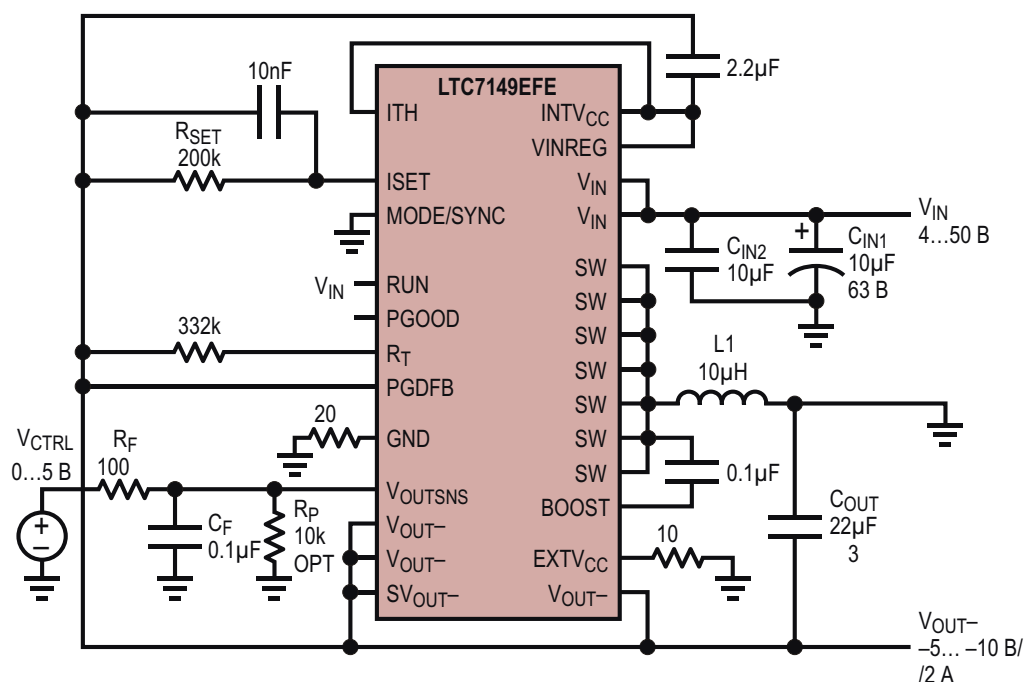


Рисунок 3. Преобразователь положительного напряжения в отрицательное с регулировкой V_{OUT-} в диапазоне от -5 В до -10 В.

Схема источника отрицательного напряжения, управляемая положительным напряжением

Есть немало приложений, включающих ЖК и OLED мониторы и измерительное оборудование, где отрицательное напряжение смещения необходимо менять в процессе работы. Функции, заложенные в LTC7149, упрощают эту задачу.

На Рисунке 3 изображен источник отрицательного напряжения, в котором уровень выхода устанавливается положительным напряжением на входе управления. Положительное относительно шины GND управляющее напряжение подается на вывод V_{OUTSNS} . На Рисунке 3 это напряжение, обозначенное как V_{CTRL} , может изменяться в диапазоне от 0 В до 5 В. Результирующее отрицательное выходное напряжение V_{OUT-} определяется формулой:

$$V_{OUT-} = -50 \text{ мкА} \cdot R_{SET} + V_{CTRL}$$

Фильтр нижних частот R_F/C_F обеспечивает подавление шумов. Вход V_{OUTSNS} нельзя

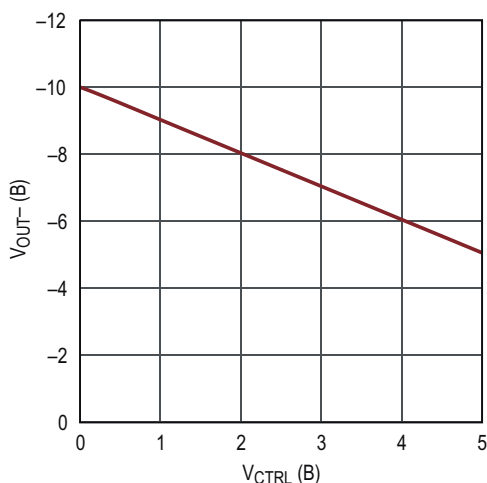


Рисунок 4. Линейная зависимость отрицательного выходного напряжения V_{OUT-} от управляющего напряжения V_{CTRL} .

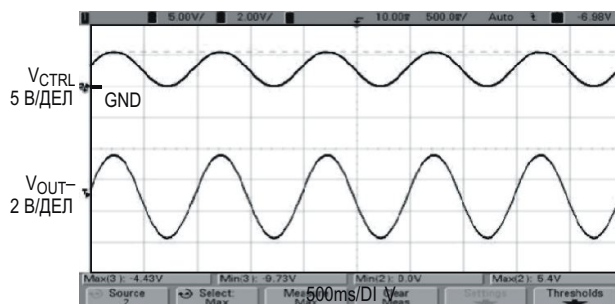


Рисунок 5. Отрицательное выходное напряжение V_{OUT-} повторяет синусоидальную форму управляющего напряжения V_{CTRL} .

оставлять неподключенным ни при каких условиях – на этом выводе всегда должен присутствовать некоторый потенциал. Если по какой-то причине, например, во время испытаний системы, выполнение этого требования невозможно, необходимо установить резистор R_P .

На Рисунке 4 показана зависимость выходного напряжения V_{OUT-} от напряжения V_{CTRL} . Рисунок 5 иллюстрирует широкие возможности применения данного подхода на примере синусоидального управляющего напряжения V_{CTRL} с амплитудой 2.5 В.

Заключение

LTC7149 – это 50-вольтный 4-амперный монолитный синхронный регулятор для источников питания с отрицательным напряжением. Широкие диапазоны входных и выходных напряжений сочетаются в нем с наличием встроенных силовых транзисторов, упрощающих конструкцию преобразователей. Обсуждавшиеся в этой статье решения и схемы могут помочь в использовании регулятора в схемах автомобильных и промышленных приложений, а также в дисплеях и системах наблюдения. [РЛ](#)

Материалы по теме

1. [Datasheet Linear Technology LTC7149](#)



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)



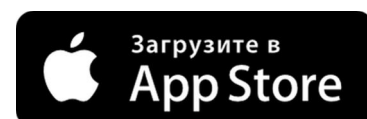
ANDROID »
GOOGLE PLAY



<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.