



История ARM: 
от возникновения до акционерной компании

Сканер радиодиапазона 2.4 ГГц 

Какой масти был белый конь Джорджа Вашингтона? 

Любительская радиосвязь в 21 веке 

Добавьте дополнительный выход 
к повышающему DC/DC преобразователю

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Декабрь 2011



ОГЛАВЛЕНИЕ

НОВОСТИ

Вышла новая версия проектной системы DesignSpark PCB	5
Эластичные элементы памяти предвосхищают наступление эры гибких компьютеров	6
Twine соединит с Интернетом любой домашний прибор	7
STMicroelectronics разворачивает производство нового семейства интеллектуальных электронных предохранителей	9
Atmel запускает платформу Digital Audio для потребительских приложений	10
Texas Instruments представляет высокоэффективную микросхему для устройств сбора энергии от микромощных источников	11
Heliatek подняла эффективность органических солнечных элементов до 9.8%	13
Семейства чипсетов Snapdragon S2 и S3 компании Qualcomm будут поддерживать GPS и ГЛОНАСС	13

СТАТЬИ

История ARM: от возникновения до акционерной компании	15
Какой масти был белый конь Джорджа Вашингтона?	23

PocketBook A 10'': Android-читалка с возможностями хорошего планшета	26
Термоэлектрические генераторы фирмы Micropelt вытеснят батарейки	28
Любительская радиосвязь в 21 веке	31
Обратная связь сэкономит 3 дБ выходной мощности при согласовании импедансов	40
Открытая платформа Arduino высвобождает творческий потенциал	44

СХЕМЫ

Сканер радиодиапазона 2.4 ГГц (Wi-Fi+ISM)	49
Недорогой ПНЧ с хорошей линейностью и широким динамическим диапазоном	56
Добавьте дополнительный выход к повышающему DC/DC преобразователю	59
Диодно-конденсаторным умножителем напряжения управляет программа	63
Детектор перехода сетевого напряжения через ноль с минимальным количеством высоковольтных компонентов	65

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

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

ОКО Мобайл 3G

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

ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ "ОКО АРХИВ"

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

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



"Децима"

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

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>

Вышла новая версия проектной системы DesignSpark PCB

Компания RS Components представила третью версию программного обеспечения для разработки печатных плат. DesignSpark PCB 3 – это стандартное, бесплатное, профессиональное ПО для разработки принципиальных схем и печатных плат, идеально подходящее как для профессиональных разработчиков, так и для радиолюбителей и студентов.

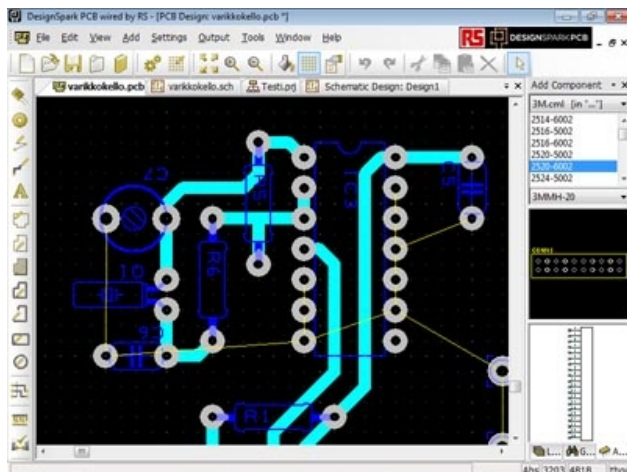
Новая версия проектной системы DesignSpark PCB, разработанная в сотрудничестве с компанией Number One Systems, предоставляет высочайшую функциональность, и теперь может использоваться совместно с инструментами симуляции Spice различных разработчиков. Дополнительно к инструменту симуляции, в состав пакета входят расширения для группировки схем и отдельных компонентов, специализированные калькуляторы, которые позволяют рассчитать характеристики схемы.



«Проектная система DesignSpark PCB – это самый мощный бесплатный инструмент для проектирования печатных плат, не имеющий аналогов в отрасли», – сообщил Макр Кандл (Mark Cundle), технический менеджер по маркетингу компании RS Components. – «Выпуск третьей версии продукта наглядно демонстрирует приверженность RS Components постоянному совершенствованию этого весьма успешного инструмента. Мы обещаем в дальнейшем поддерживать его и делать доступным для пользователей. Благодаря обратной связи с инженерами, были воплощены новые функции и возможности», добавил Кандл. – «Кроме того, этот инструмент является полнофункциональным, без каких-либо ограничений и заблокированных возможностей, и он идеально подходит для коммерческого использования, при котором не всегда доступны бесплатные инструменты».

Более 100,000 пользователей загрузили проектную среду DesignSpark PCB с момента выпуска в июле 2010 г., что говорит о популярности данного инструмента разработки печатных плат. С тех пор тысячи пользователей внесли свои предложения, и основные из них были воплощены в новой версии среды:

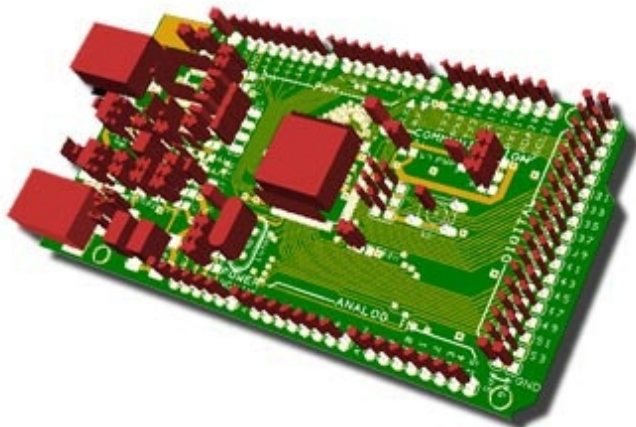
- Интерфейс симуляции позволяет связать DesignSpark PCB с Spice-симуляторами промышленного стандарта, которые помогут проверить правильность функционирования схемы до изготовления печатной платы. На данный момент поддерживается работа с симуляторами LTSpice, LSSpice, TopSpice и TINA.
- Возможность группировки позволяет объединить несколько элементов или схем для использования в качестве отдельной единицы. Кроме того, эта возможность захватывает и инструмент авто-



матической разводки печатной платы, облегчая компоновку элементов на печатной плате.

- Специализированные калькуляторы для проекта позволяют просчитать основные параметры дорожек и переходных отверстий, включая расчет ширины дорожки для заданного тока, сопротивление дорожки, относительную плотность меди, приблизительный расчет температуры проводников, сопротивление переходных отверстий с учетом их физических характеристик.

Новая полнофункциональная версия доступна для скачивания. Для пользователей, использующих предыдущие версии среды проектирования, доступны обновления.



Эластичные элементы памяти предвосхищают наступление эры гибких компьютеров

Группа исследователей из Корейского института науки и технологий (KAIST) разработала способ изготовления гибкой энергонезависимой резистивной памяти (RRAM), обеспечивающей произвольный доступ к каждой ячейке памяти, как для записи, так и для стирания. Эта работа, во главе которой стоял профессор кафедры Материаловедения и Инжиниринга Кеон Джэ Ли (Keon Jae Lee), была закончена в октябре 2011 года.



Профессор кафедры Материаловедения и Инжиниринга KAIST Кеон Джэ Ли (Keon Jae Lee)

Хотя некоторые гибкие материалы для изготовления памяти уже были известны, устройства на их основе не могли преодолеть взаимное влияние ячеек из-за ограничений на структурном и физическом уровнях, требуя наличия таких переключающих элементов, как транзисторы, которые должны быть совмещены с элементами памяти.



Гибкая память, намотанная на кварцевый стержень

К сожалению, большинство транзисторов, изготавливаемых на пластиковых подложках (например, органические и оксидные транзисторы) не способны обеспечить характеристики, требуемые для управления стандартной памятью. Таким образом, для создания гибкой памяти оставалось решить проблему реализации гибких электронных элементов. Недавно исследовательская группа профессора Ли разработала полностью функциональную гибкую память, не подверженную интерференции ячеек, объединив на одной гибкой подложке мемристор (представленный не так давно материал для элементов памяти следующего поколения) и высококачественный кремниевый монокристаллический транзистор.

Совместив эти две технологии, ученые успешно продемонстрировали, что все функции памяти в массиве матрицы элементов, такие как запись, чтение и стирание, являются вполне работоспособными.

Профессор Ли утверждает: «Полученный нами результат, является впечатляющим тех-

нологическим прорывом. В нем заложен мощный потенциал для создания всех типов гибких электронных систем, на основе которых уже в ближайшем будущем будут разрабатываться гибкие и свободно соединяемые компьютеры».

Twine соединит с Интернетом любой домашний прибор

Darren Quick

Gizmag

Выпускники Медиа-лаборатории Массачусетского технологического института (MIT) Дэвид Карр (David Carr) и Джон Кестнер (John Kestner) рассматривают вопрос соединения домашних бытовых устройств с сетью Интернет посредством разработанного ими прибора Twine, который представляет собой небольшого размера коробку (16 см²) с встроенными и/или внешними датчиками, соединяющимися с сетью Wi-Fi с целью послания сообщения, в тот момент, когда определенные, настраиваемые пользователем, критерии распознаются датчиками модуля.



Еще в 1982 году группа студентов из Университета Карнеги-Меллона подключила к Интернету автомат по продаже кока-колы, чтобы не бегать на несколько этажей вниз, когда он был пуст. Несмотря на произошедший с тех пор взрывной рост количества устройств, соединяемых с Интернетом, большинство бытовых приборов не сильно развивались в плане возможностей on-line соединений. Несмотря на разговоры о появляющемся «Интернете Вещей», подключение к Интернету через домашнюю сеть чего-либо, кроме компьютера, игровой приставки, планшета или смартфона обычно все еще требует определенных специальных знаний.

Именно эту проблему стремятся решить Карр и Кестнер с помощью своего устройства Twine, которое позволит, по их словам, соединять бытовые приборы с сетью Интернет «не имея ученой степени компьютерного фаната», имея ввиду, что пользователю не потребуется умение что-либо программировать, паять или соединять проводами. Модуль Twine обеспечивает связь по Wi-Fi и оснащается датчиками температуры и вибрации. Питание к устройству подается либо через порт mini-USB, либо от двух батареек AAA, причем, когда батарейкам требуется замена, на электронную почту пользователя высылается специальное уведомление.

Кроме этого, модуль имеет разъем расширения для подключения дополнительных внешних сенсоров, таких, как датчик влажности или магнитный переключатель, а также, для подключения переходной платы с аналоговыми и цифровыми входами, и контактами питания и «земли», позволяющей без пайки подключать другие датчики. Карр и Кестнер говорят, что за каждые \$10,000 сверх требуемой для развития их проекта суммы в \$35,000,



они будут разрабатывать варианты подключения новых датчиков основываясь на пожеланиях и заявках спонсоров. Так, уже рассматриваются варианты с использованием RFID-считывателя, датчика давления и датчика тока.

Как только модуль соединяется с сетью Wi-Fi, пользователь может настроить устройство, используя веб-приложение под названием Spool. Встроенные, и любые внешние датчики могут контролироваться в режиме реального времени, а правила отправки сообщений могут быть настроены простым выбором условий. Например, когда (WHEN) акселерометр прекращает вибрировать, тогда (THEN) отправляется SMS -сообщение типа «стирка закончена». Пользователи будут обеспечены начальным набором настроек таких правил и возможностью делиться с другими пользователями Twine правилами, которые они сами создали.

В настоящее время с помощью приложения Spool можно настроить Twine на отправку

SMS, письма на электронную почту, размещение сообщения в Твиттере или, для продвинутых пользователей, на создание HTTP запроса.

Карр и Кестнер создали рабочие прототипы Twine и сейчас стремятся собрать \$35,000, чтобы в дальнейшем финансировать процесс усовершенствования прототипов, оборудования и частей к нему, необходимых для запуска устройства в серийное производство. Очевидная простота настройки и легкость использования, наряду с функциональной гибкостью, могли бы сделать Twine популярным устройством для соединения бытовых приборов с сетью Интернет.

STMicroelectronics разворачивает производство нового семейства интеллектуальных электронных предохранителей

Недорогими электронными предохранителями с управляемыми параметрами STMicroelectronics открывает новое семейство устройств управления питанием с поддержкой возможности горячей замены

STMicroelectronics разворачивает производство нового семейства устройств управления питанием с поддержкой возможности горячей замены. Приборы позволяют сократить затраты на эксплуатацию важного оборудования, такого как устройства хранения данных, компьютеры, аксессуары USB, корпоратив-

ные системы и домашняя электроника. Первые два устройства семейства обеспечивают аппаратуру интеллектуальной, недорогой, экономящей место защитой от перенапряжения и перегрузки по току в системах с напряжением питания 5 и 12 В.

STEF05 и STEF12 – это микросхемы электронных предохранителей в корпусах размером 3 × 3 мм, которыми можно заменять как обычные предохранители, так и полупроводниковые устройства защиты, такие, как супрессоры или диоды. В отличие от «классических» предохранителей, электронные не обрывают цепь питания внезапно, и не требуют замены после устранения неисправности, благодаря чему сокращается время восстановления аппаратуры и эксплуатационные расходы. Характеристики новых предохранителей могут легко и гибко программироваться, что дает им существенное преимущество перед супрессорами и диодами.

При неисправности электронный предохранитель сначала ограничивает ток, защищая последующие цепи, а затем, если устройство не возвращается в штатный режим работы, отключает питание полностью. Сбросить предохранитель можно либо внешним сигналом, либо повторным включением питания. В процессе перехода в режим защиты устройство вырабатывает сигнал, позволяющий системе вовремя сформировать предупреждение. Если восстановления работоспособности аппаратуры после сброса не произошло, предохранитель вновь ограничивает и отключает ток.

В приборы интегрированы, также, схема ограничения колебаний напряжения, подаваемого на защищаемую нагрузку и узел программирования времени включения, что

позволяет использовать предохранители в модулях, поддерживающих горячую замену, например, в корпоративных серверах, устройствах хранения информации и телекоммуникационном оборудовании. Возможность горячей замены позволяет заменять неисправные модули без полного отключения всей системы и сократить последствия отказов до минимума.

Основные особенности STEF05 и STEF12:

- Предназначены для использования в устройствах с напряжением питания 5 или 12 В
- Уровень ограничения тока программируется внешним резистором
- Скорость нарастания выходного напряжения устанавливается внешним конденсатором небольшой емкости
- Фиксация выходного напряжения на безопасном уровне

STEF05 и STEF12 выпускаются серийно в 10-выводных корпусах DFN размером 3 × 3 мм, и в партиях от 1000 микросхем продаются по цене \$0.75 за штуку.

Atmel запускает платформу Digital Audio для потребительских приложений

Предложение для разработчиков: полная, простая в использовании платформа, включающая в себя программное обеспечение, аппаратные средства и лицензионные соглашения для разработки аудио приложений

Компания Atmel анонсировала запуск завершенной платформы Digital Audio для потребительских, автомобильных и промышленных приложений. Платформа Digital Audio предлагает OEM производителям звукового оборудования и мобильных аксессуаров все необходимые аппаратные и программные решения, которые значительно упрощают задачу разработки высококачественных цифровых аудио приложений. Реализация платформы осуществляется на базе микроконтроллеров семейства AVR UC3, которые специально разработаны для создания аудио приложений и устройств, таких как док-станции для смартфонов и медиа плееров.



В состав платформы входят специализированные микроконтроллеры, оценочные наборы и программное обеспечение. Программное обеспечение включает интерфейсы управления и потоковые интерфейсы для популярных смартфонов и портативных медиа плееров, а также MP3, WMA и AAC декодеры для воспроизведения сжатых музыкальных файлов. Кроме того, стек протокола USB и поддержка файловой системы позволяют работать с USB Flash накопителями или SD картами памяти. Платформа использует готовую к лицензированию модель ПО, что позволит разработчикам сделать свой программный код конфиденциальным. Digital Audio Platform идеальна для таких приложений, как док-станции, USB аудио устройства, SD плееры,

автомобильные стерео системы, мобильные аксессуары (устройства, подключаемые к смартфонам и коммуникаторам) и прочее голосовое и аудио оборудование.

Архитектура программного обеспечения платформы Digital Audio

Ядро программного обеспечения – это плеер, который интегрирует управление файловой системой, USB стек, пользовательский интерфейс и все синхронизационные механизмы, необходимые для аудио приложения.

При всех преимуществах микроконтроллеров AVR UC3, платформа предоставляет разработчикам систему, имеющую высокую производительность и низкое энергопотребление. Дополнительно, стоит отметить, что микроконтроллеры поддерживают работу с сенсорным интерфейсом по технологии QTouch с использованием соответствующей программной библиотеки, что позволяет реализовать элегантный пользовательский интерфейс.

Для ускорения разработки аудио приложений и систем в состав платформы входят полнофункциональные оценочные наборы с предустановленным демонстрационным ПО:

- EVK1105AU – выполнен на базе микроконтроллера AT32UC3A0512AU;
- EVK1104AU – выполнен на базе микроконтроллера AT32UC3A3256AU;
- EVK1105-MFi – выполнен на базе оценочного набора EVK1105AU и позволяет получить цифровой поток от Apple устройств, отображать пользовательский логотип на экране Apple устройства, удаленно управлять им, а также получать всю информацию о файлах и отображать ее на ЖК дисплее оценочной платы. Набор доступен для пользователей, заре-

гистрированных по программе лицензирования MFi, и может быть приобретен у авторизованных дистрибьюторов Mfi компонентов Apple.

Представители платформы Digital Audio

Микроконтроллер	Стоимость (при заказе от 10000 шт.)
AT32UC3A0512AU-ALUT	\$8.80
AT32UC3A0512AU-ALTRA	\$10.37
AT32UC3A0256AU-ALUT	\$7.46
AT32UC3A0128AU-ALUT	\$6.07
AT32UC3A1512AU-AUR	\$8.00
AT32UC3A1256AU-AUR	\$6.78
AT32UC3A3256AU-ALUT	\$8.74
AT32UC3B0512AU-Z2UR	\$7.39
AT32UC3B0128AU-A2UT	\$5.02
AT32UC3B0128AU-Z2UR	\$5.48
AT32UC3C0512CAU-ALUT	\$9.11

Texas Instruments представляет высокоэффективную микросхему для устройств сбора энергии от микромощных источников

Ток покоя 330 нА и «холодный запуск» при входном напряжении 330 мВ позволят уменьшить затраты на создание сетей беспроводных датчиков

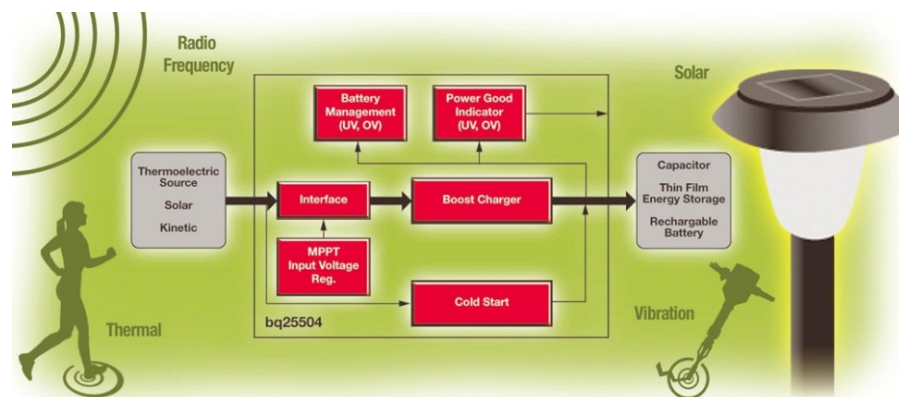
Компания Texas Instruments представила следующее поколение микросхем управления питанием для сбора энергии. Исключительно эффективный повышающий конвертор напряжения для работы с микро- и милливаттными

источниками энергии, генерируемой фотогальваническими, термоэлектрическими, электромагнитными и вибрационными преобразователями, может накапливать извлеченную энергию в элементах различных типов, включая Li-ion аккумуляторы и ионисторы. Микросхема bq25504 также включает в себя схему, защищающую накопитель энергии от повышенного и пониженного напряжения и обеспечивающую запуск системы при глубоком разряде батареи.

Например, при извлечении энергии из питающей портативное устройство солнечной батареи в условиях комнатного освещения новая микросхема позволит увеличить получаемую мощность на 30...70%, по сравнению с линейным стабилизатором. Столь высокая эффективность позволяет разработчикам уменьшить размеры и количество солнечных панелей в своих разработках, сокращая, таким образом, стоимость конечного изделия. Устройство, также, может найти применение в сетях беспроводных датчиков для территориального, промышленного, структурного и коммунального (учет расхода воды) мониторинга, а также в потребительских, особо надежных и медицинских приложениях.

Ключевые особенности и характеристики:

- Малый ток покоя с типовым значением 330 нА, и высокий КПД, превышающий 80%, максимизируют количество энергии, извлекаемой из преобразователя.
- Система слежения за точкой максимальной мощности оптимизирует количество энергии, извлекаемой из солнечных панелей при переменной освещенности, или из термоэлектрических генераторов, работающих в условиях изменяющейся температуры.



- Программируемые пользователем настройки позволяют использовать микросхему преобразователя с разнообразными источниками и накопителями энергии, такими, как аккумуляторы различных типов и ионисторы.
- Низкое напряжение «холодного запуска» (330 мВ) позволяет bq25504 включаться от одной ячейки солнечной батареи при низком уровне освещенности, от термогенератора при малой разности температур, и от других низковольтных устройств.
- Индикатор уровня заряда аккумулятора позволяет контролировать условия подключения внешней нагрузки и защищать накопитель.

Доступность и цена

Микросхема bq25504 уже поставляется в корпусе VQFN с размерами 3 × 3 мм, цена за штуку составляет \$2.10 при заказе от 1000 компонентов.

Heliatek подняла эффективность органических солнечных элементов до 9.8%

Nicolas Mokhoff

EE Times

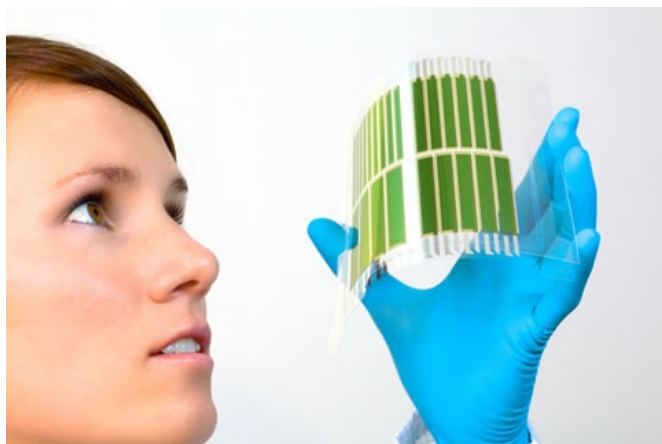


Немецкой компании Heliatek удалось поднять эффективность органических фотогальванических элементов до

9.8% для тандемной ячейки площадью 1.1 см^2 , изготовленной методом низкотемпературного осаждения.

Независимым институтом Фраунгофера это достижение было признано мировым рекордом, уже третьим в ряду рекордов эффективности органических фотоэлементов. Предыдущий рекорд, 8.3% при площади активной поверхности 1.1 см^2 , также принадлежал Heliatek.

«Heliatek – единственная компания в мире, сфокусировавшая свои усилия на изучении процессов низкотемпературного осаждения небольших молекул, – метода, нашедшего широкое применение в производстве органи-



ческих светодиодов (OLED). Эффективность органических солнечных ячеек Heliatek достигла эффективности традиционных фотогальванических элементов из аморфного кремния», – говорит Мартин Пфайфер (Martin Pfeiffer), соучредитель и главный технический директор Heliatek.

Ко второй половине 2012 года ячейка новой конструкции постепенно будет интегрирована в производственный процесс Heliatek. Как показали собственные расчеты Heliatek, в результате масштабирования ячеек на солнечную панель с коэффициентом 120:1, для активной площади модуля можно получить эффективность 9%.

«Следующим шагом будет преодоление в будущем году порога эффективности 10%», заявляет Тибо Ле Сегиллон (Thibaud Le Séguillon), генеральный директор Heliatek.

Компания Heliatek создана в 2006 году сотрудниками Технического университета Дрездена (IAPP) и университета Ульма.

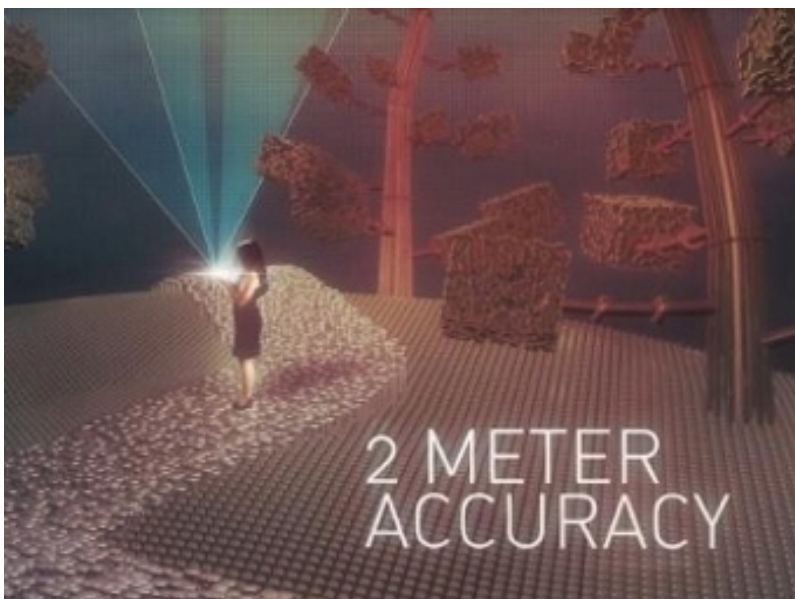
Семейства чипсетов Snapdragon S2 и S3 компании Qualcomm будут поддерживать GPS и ГЛОНАСС

Компания Qualcomm планирует улучшить возможности определения координат в своих мобильных процессорах Snapdragon S2 и S3. На текущий момент для определения положения эти чипсеты используют данные сети GPS, состоящей из 24 спутников. Вскоре будет добавлена поддержка 27 спутников российской сети ГЛОНАСС.



Дополнительным преимуществом будет увеличение времени работы аккумуляторов. Поддержка ГЛОНАСС активизируется только тогда, когда процессор Snapdragon не может получить адекватную информацию от спутников GPS. Такое решение обеспечивает более быстрое определение положения при меньшей потребляемой мощности.

Для определения своего местоположения смартфонам сегодня требуется принять сигналы, как минимум, от четырех спутников. Спутники распределены над землей и находятся в постоянном движении. Получение сигналов от четырех спутников, особенно в урбанизированных районах с плотной застройкой, бывает затруднительно и нередко связано с большими затратами времени. С добавлением 27 спутников ГЛОНАСС определение положения становится более точным и быстрым. Использование сигналов от двух спутниковых сетей позволит вычислять координаты с точностью до двух метров.



История ARM: от возникновения до акционерной компании

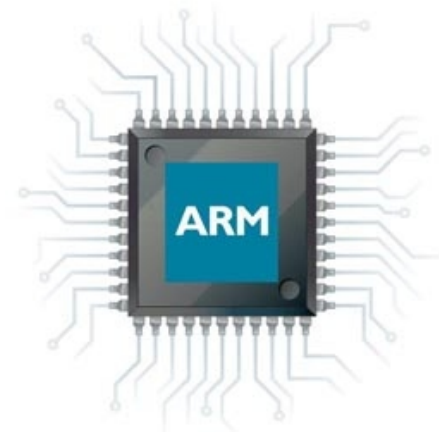
Markus Levy

Acorn – начало

Шел 1979 год. Atari представила свою версию игрового автомата Asteroids. На свет появился язык программирования ADA. Основались такие компании, как 3COM, Oracle, и Seagate. TI вышла на компьютерный рынок. Hayes начала продажи своих первых модемов, которые впоследствии стали промышленным стандартом. Были представлены процессоры Motorola 68K и Intel 8088. И в это же время Герман Хаузер (Hermann Hauser) и Крис Керри (Chris Curry) с группой студентов и исследователей из различных лабораторий



Основатели Acorn Герман Хаузер и Крис Керри в конце 1970-х годов



Персональный компьютер Atom – первый продукт компании Acorn

Кембриджского университета основали Acorn Computers, чтобы начать разработку персональных компьютеров в Кембридже.

Первым продуктом Acorn стал британский домашний компьютер Atom с быстрым по тем временам процессором 1 МГц и 12 килобайтами ПЗУ и ОЗУ. После этого, в целях расширения производства и сбыта домашних компьютеров, а также, для повышения компьютерной грамотности британцев компания начала работу с Британской телерадиовещательной корпорацией (BBC). Получившийся продукт, BBC micro, достиг поразительного успеха после выхода в свет в 1982 году.



Компьютер BBC micro

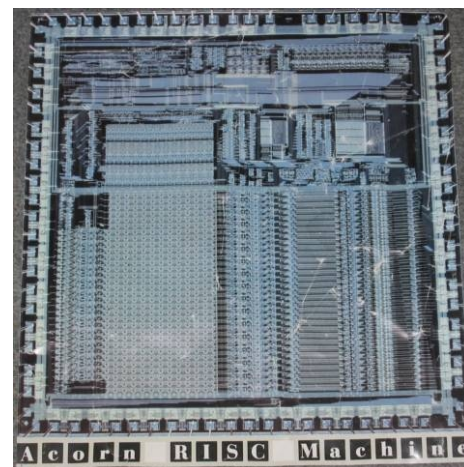
Однако остальные игроки на компьютерном рынке тоже не сидели сложа руки. Например, компания Apple представила компьютер Lisa, который сочетал в себе первую для ПК коммерческую оконную среду и 16-разрядный процессор. Это дало понять людям из Acorn, что все увеличивающаяся производительность будет необходима за пределами сферы 8-разрядных вычислительных машин. И в качестве непосредственного результата в Acorn был организован отдел Перспективных исследований и разработок, чтобы попытаться реализовать специальный проект процессора с сокращенным набором команд (RISC). На тот момент эта идея была довольно-таки революционной.

Рождение ARM процессоров

Результатом этой научно-исследовательской работы стал первый ARM процессор (от сокращения фразы Acorn RISC Machine, которая потом сменилась на Advanced RISC Machine). Первые экземпляры процессора, изготовленного компанией VLSI Technology на основе кремния по 3-мкм технологии, Acorn представила в 1985 году. Результат превзошел первоначально поставленные цели разработ-

ки, так как в процессоре использовалось менее 25000 транзисторов.

ARM1 вскоре сменился моделью ARM2, первой версией ARM процессора, запущенной в массовое производство, и, возможно, самым простым RISC процессором в мире, состоящем всего лишь из 30000 транзисторов. По сравнению с ARM1 он имел улучшенный набор инструкций, повышающий производительность окружающих его систем. Процессор имел 32-разрядную шину данных, 26-разрядную шину адреса, 16 регистров, а также внешний кэш. Среди прочего, были добавлены инструкции умножения и умножения с накоплением, облегчающие цифровую обработку сигналов, необходимую для генерации звуков – важной функции для домашних компьютеров и компьютеров, используемых в сфере образования. Несмотря на все эти дополнения, кристалл ARM2 все равно отличался малыми размерами и небольшим количеством транзисторов. Новый процессор, как и ARM1, также производился компанией VLSI Technology, получившей права на его продажу.



Кристалл процессора ARM2

Первым продуктом на базе ARM2 была ARM система разработки, включающая в себя

сам ARM процессор и три дополнительные микросхемы, 4 Мб ОЗУ и набор средств разработки с расширенной версией BBC BASIC.

Вторым изделием, в котором использовался ARM процессор, был мультимедийный ПК компании Acorn под названием Archimedes, выпущенный в 1987 году. Компьютер состоял из 8-мегагерцовой версии процессора ARM2, трех микросхем поддержки (MEMC, VIDC и IOC), контроллера ввода/вывода и простой операционной системы. После выхода на рынок Archimedes получил довольно прохладные отзывы, поскольку тогда большинство персональных компьютеров придерживалось стандарта IBM PC, в то время как Acorn представила компьютер с новым процессором, новой операционной системой и без какого-либо программного обеспечения, необходимого пользователям. Потребовалось два-три года, чтобы разработать достаточное количество приложений для ARM процессора и ПК Archimedes. После этого компания Acorn улучшила и развила свои модели компьютеров,



Персональный компьютер Acorn Archimedes

чтобы утвердиться в качестве лидера на британском рынке компьютеров для дома и образования.

После выхода Archimedes Acorn продолжала поддерживать свою команду исследователей и разработчиков в создании улучшенных версий ARM процессоров. Для обеспечения такого уровня производительности, который отвечал бы требованиям самых современных персональных компьютеров, были добавлены 4 Кб встроенного кэша данных и команд, а тактовая частота увеличена до 25 МГц. Так появился ARM3. В 1990 он стал использоваться в настольных компьютерах компании Acorn.

Acorn падает с дерева: яблоко и Ньютон

Тем временем, Герман Хаузер начал новый бизнес, основав компанию Active Book Company, сфокусировавшую свою деятельность на формирующемся рынке персональных электронных помощников (PDA). А команда разработчиков ARM переделала продукт, сделав процессор полностью статическим, что позволяло останавливать тактирование для снижения потребляемой мощности — неременное условие для подобных приложений.

Между тем, компания Apple также выходила на рынок PDA, и уже разработала первый Newton, основанный на процессоре AT&T с низким энергопотреблением, названным Hobbit. Джон Стоктон (John Stockton), научный сотрудник VLSI Technology, убедил проектную группу и Ларри Теслера (Larry Tesler), который возглавлял команду в Apple, в необходимости использования ARM. Оба пришли к согласию в том, что компания Apple желала бы использовать в своей продукции процессоры ARM, но по причинам конкуренции в этом плане хочет

сотрудничать с какой-либо другой компанией, а не с Acorn. Только через шесть недель, в 1990 году, удалось договориться о создании совместного предприятия между Apple, VLSI Technology и Acorn.

Причудливым завихрением в этой истории со сделкой было то, что Герман заключил ее с AT&T через Active Book Company, и все это стало называться EO Ltd. Конструкция EO перешла с процессоров ARM на процессоры Hobbit, а Newton фирмы Apple стал, в свою очередь, использовать ARM вместо Hobbit!

Двенадцать инженеров и паб

В свое время Герман Хаузер также создал компанию Cambridge Processor Unit (CPU). Робин Сэксби (Robin Saxby) из Motorola поставлял чипы Герману для CPU, и у них уже тогда наладились хорошие отношения. После собеседования Робин был приглашен на должность генерального директора, но прежде чем согласиться, он попросил организовать ему встречу с «командой двенадцати». Робин вспоминает: «Следовало принять ключевое решение: смогу ли я расширить команду, или же не создавать дополнительных затрат, нани-



Сэр Робин Сэксби

мая кого-нибудь со стороны. После этой встречи я выбрал последнее». Члены команды вспоминают, что Робин хотел встретиться с ними на нейтральной территории, поэтому они выбрали паб неподалеку. Все пришли вовремя, но Робин пришел за 10 минут до назначенного времени. Робин был известен команде как «наемный убийца», который привел в порядок бизнес ES2, поэтому его приветствие «Вы опоздали на четыре минуты, еще одна минута – и я бы ушел» оставило незабываемое впечатление.

Новый ARM на перепутье

В своей новой роли генерального директора, 27 ноября 1990 Робин официально создал компанию Advanced RISC Machines Ltd. (ARM). По заявлению Робина, целью новой компании было «вернуться к растущему рынку и атаковать его высокопроизводительными, малопотребляющими и дешевыми 32-разрядными микросхемами с RISC-архитектурой».

На тот момент Робину пришлось решать множество стратегических дилемм. Так, один из вариантов развития состоял в том, чтобы слить бизнес с полупроводниковой компанией, а затем выделить и возглавить новое подразделение с крупной финансовой поддержкой. Другой путь заключался в создании полупроводниковой компании, которая разрабатывала бы и поставляла на рынок микросхемы, в то время как их производство выполнялось бы на субподрядной основе. Возможно, ARM могла бы стала бы партнером Apple, чтобы стимулировать разработку всей новой продукции. Однако принятое в конечном итоге решение заключалось в разработке основных технологий с последующим их лицензированием в качестве интеллектуальной собственности (IP). Оригинальной мыслью для ARM, в

данном случае, было создание «партнерской модели», посредством которой могли бы быть созданы глобальные стандарты. В последствии это развилось в модель лицензирования IP, используемую сегодня.

По мере развития полупроводниковой отрасли с 1960-х, игроки на этом поле становились все менее интегрированы по вертикали. Впервые это проявило себя, когда компании стали продавать собственные подразделения по изготовлению оборудования для полупроводникового производства. Fairchild, Motorola и Texas Instruments – все прошли этот путь. В 1980-х в Кремниевой долине зародился новый вид бизнеса – фаблесс-компании, т.е., компании без собственного производства. Они заключали субподрядные договоры на производство своей продукции в Японии и на Тайване. В 1990-х появилась новая модель маленьких инновационных компаний, создающих продукцию интеллектуальной собственности, которая превращалась в реальные изделия с помощью уже других компаний, занимающихся также ее продажей и представлением на рынке. И ARM была первооткрывателем этой модели.

Первый год ARM

ARM приступила к работе, невзирая на скептицизм, исходящий от отрасли полупроводниковых приборов. Один из близких друзей Робина настаивал на том, что такая модель совместного предприятия никогда не заработает, потому что все партнеры (которые также были первыми клиентами ARM) имели определенные капиталовложения – Acorn предоставляла персонал, Apple обеспечивала финансовую поддержку, а VLSI Technology – технологии средств разработки. В первый год ARM столкнулась с серьезной проблемой,

исчерпав практически все финансовые ресурсы. Как утверждал Робин, «В первые дни мы были очень экономны и скупы, считая мили, потраченные на перелеты. Начальная фаза была очень тяжелой, и получение кредитной линии также было тяжелым испытанием. В конечном счете, благодаря старым контактам с одним банковским служащим, я все же получил кредит». В качестве одной из мер экономии, маленькая команда ARM располагает свои офисы в переделанном амбаре в местечке Swaffham Bulbeck близ Кембриджа.



Первый офис ARM вблизи Кембриджа

А где же ARM4 и ARM5?

Они никогда не производились, но ARM зарезервировала место для ARM4 и ARM5 в своей линейке на случай, если бы компания пошла по пути создания упрощенной продукции. Так как данная разработка переходила от Acorn к ARM Ltd., числовое обозначение процессоров было изменено. И, в итоге, номера 4 и 5 оказались пропущены.

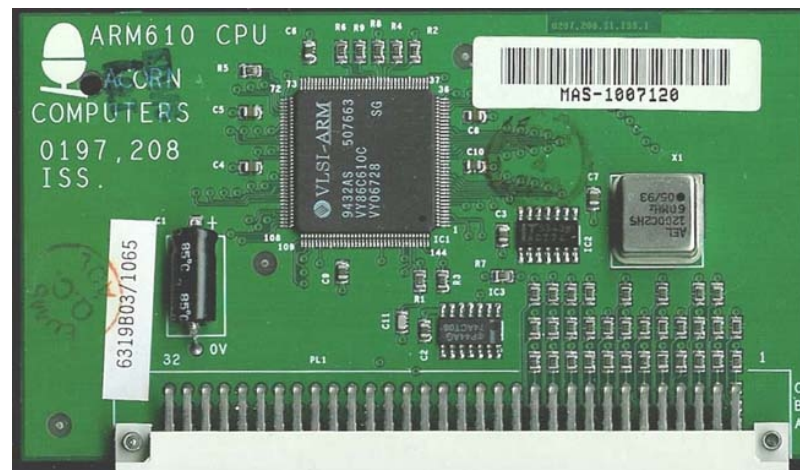
Первая микросхема ARM

Хотя процессор ARM создавался как заказное устройство для совершенно конкретной цели, разрабатывающая его команда чувствовала, что самый правильный путь – это путь производства процессоров с характеристика-

ми, удовлетворяющими как можно более широкому кругу приложений. Однако надо отметить, что судьба архитектуры ARM сложилась случайно. В то время как большинство производителей процессоров с RISC архитектурой занималось конструированием сравнительно больших микросхем (SPARC RISC, Intel i860, AMD 29000 и т. д.), ARM предпочла создавать процессоры с малой степенью интеграции. Одной из причин такого решения, было то, что имеющихся у компании на тот момент средств разработки было недостаточно для создания больших и сложных устройств. Сейчас это является несомненным преимуществом ARM-процессоров, но начиналось все с того, что команде талантливых, но неопытных инженеров (большинство членов команды было программистами и разработчиками схем на уровне печатных плат) потребовалось создать процессор, используя новые для нее инструменты разработки, многие из которых, к тому же, давно устарели.

Несмотря на стесненные условия работы, мотивация и азарт у маленькой команды были высоки. Как и для большинства стартаповых компаний, главной целью ARM было выпустить свою первую готовую продукцию. В данном случае, таковой стал процессор ARM610, специально разработанный для Apple. Это устройство поддерживало полную 32-разрядную адресацию и обратный порядок байтов – одно из многочисленных требований компании Apple, необходимых для использования процессора ARM в ее будущих разработках. Были также разработаны улучшенный видеоконтроллер VIDC20 и сопроцессор с плавающей точкой. Целью Apple было использование их продукта в процессоре персонального карманного органайзера. От процессора, ставшего известным под названием ARM600, впоследствии произошел 20-мегагерцовый

ARM610, использовавшийся в компьютерах Newton. Одновременно, команда разработчиков программного обеспечения из ARM создала межплатформенный кросс-инструментарий разработки, позволявший проектировщикам при работе на разных платформах применять средства разработки ARM, ассемблер, компиляторы, отладчики и эмуляторы.



Процессор ARM610

Производились также аппаратные оценочные комплекты, с помощью которых разработчики могли экспериментировать с ARM6 и начинать разработку операционной системы и программ поддержки для своих приложений, не дожидаясь появления законченной системы. ARM разработала также оценочную кросс-платформу PIE (Platform Independent Evaluation), позволявшую конструктору проверять свои идеи, вставив кросс-плату ARM процессора в хост-компьютер и запустив инструментарий кросс-разработки.

Первая настоящая сделка

В конце 1991 года ARM впервые получила возможность показать себя в телевизионной рекламе, когда продала лицензию на свою продукцию британской компании GEC-Plessey Semiconductor.

Между тем, Sharp лицензировала компьютер Newton фирмы Apple, что повысило интерес к процессорам ARM. ARM начала переговоры с представителями Sharp в Соединенном Королевстве, Японии и Америке, но окончательный договор был подписан в отеле неподалеку от британского городка Мэйденхэд. Стороны не могли прийти к соглашению на протяжении целого вечера. В конце концов, вошел служащий отеля, чтобы сказать, что конференц-зал забронирован для свадебной церемонии, и все должны покинуть помещение. Тогда Робин позвонил жене и сообщил, что они отправляются домой. Чтобы не давить на его семью, вся делегация Sharp и команда ARM, вместе с семьей Робина, пошли на обед, заключили соглашение, и затем принялись обсуждать американский футбол.

Момент решающего прорыва для ARM настал в 1993 году с началом сотрудничества с Texas Instruments (TI). Это был прорыв, который повысил уровень доверия к ARM и доказал жизнеспособность новой бизнес-модели лицензирования. Соглашение подтолкнуло ARM к формализации этой модели, а также к созданию более рентабельных продуктов.

Вслед за TI, за лицензией к ARM обратилась компания Samsung, и всего лишь после четырех встреч соглашение было достигнуто. Деловые связи внутри отрасли оказали существенное влияние на повышение уровня восторженной поддержки продукции ARM и принесли компании новые соглашения о лицензировании. Эти сделки также открыли дополнительные возможности для развития RISC-архитектуры. Относительно небольшая, но динамичная культура ARM дала этому направлению преимущество в сроках разработки продукции, что является существенным фактором в такой быстро развивающейся сфере

производства. Подтверждением этому явилась лицензия Digital Equipment Corporation (DEC), ставшая той движущей силой, которая привела ARM к созданию версии ARM10 названной StrongARM.



Процессор StrongARM

Время выхода в большое плавание

К концу 1997 года капитал компании вырос до 26.6 миллионов фунтов стерлингов, £2.9 миллиона из которых были чистой прибылью, и пришло время выходить в большое плавание. Хотя компания готовилась к расширению на протяжении трех лет, Робин на счет этого советовал всем: «Подождите, пока вы не поймете, что уже готовы, и затем подождите еще шесть месяцев».

17 апреля 1998 года ARM Holdings plc была внесена в объединенный список Лондонской Биржи и рынка NASDAQ. Для такого шага были две причины. Во-первых, как полагала ARM, NASDAQ был тем рынком, выход на который позволит компании, получить ту оценку, которую она заслужила. Во-вторых, два основных акционера ARM были американцами и англичанами, и компания хотела позволить продолжать сотрудничество существующим акционерам Acorn в Великобритании.



Уоррен Ист

Другая проблема для ARM заключалась в продвижении их бренда, так как новые условия требовали привлечения внимания со стороны новой аудитории, включая обычного потребителя. Как говорил Уоррен Ист (Warren East), занявший в феврале 1998 г. пост исполнительного директора ARM, «Наша архитектура лежит в основе широкого спектра потребительской электроники, и нам необходимо учитывать влияние и важность формирования осведомленности о нашей продукции в среде

потребителей. Такая осведомленность поможет как ARM, так и нашим партнерам. Но мы не будем решать эту задачу в одиночку. Наш успех основан на стратегических отношениях с нашими партнерами, и мы продолжим разрабатывать наши стратегические планы, включая планы по продвижению бренда, в тесном сотрудничестве с ними».



Современный офис ARM

Окончание в следующем номере

Какой масти был белый конь Джорджа Вашингтона?

Dave Van Ess

Electronic Design

Наверняка, вам противны подобные вопросы. Типичные вопросы викторины, проводимой в пивнушке, с наиболее вероятной целью – вынудить вас купить всем по кружке пива. С одной стороны, вы чувствуете подвох, и совершенно уверены, что ответ «не белый». Но, в то же время, допускаете, что остается ничтожный шанс другого ответа, и игнорирование такой возможности может сделать вас дураком в глазах окружающих.

Что вы будете делать в такой ситуации? Промолчите, и будете слушать очередную байку подвыпившего приятеля? Или, просто купите на всех пива? А может быть, вы предпочтете задать всему пабу встречный, беспроигрышный вопрос: сколько входов у дифференциального усилителя?

Начнем подсчеты

Импульсивным ответом может быть «два», и, в известном смысле, это будет правильно. На Рисунке 1 показан идеальный дифференциальный усилитель. Уравнение 1 описывает взаимосвязь между входами и выходами идеального дифференциального усилителя:

$$V_{Out} = Gain_d (V_{In+} - V_{In-}) \quad (1)$$

Пока что входов два.

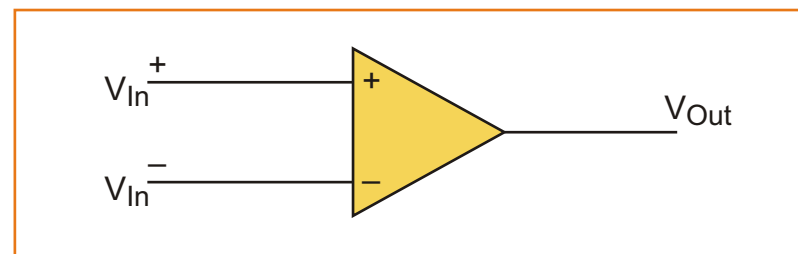


Рисунок 1. Символическое изображение идеального дифференциального усилителя. Усилитель имеет два входа и один выход.

С реальным усилителем связано очень важное понятие – коэффициент усиления синфазного сигнала. Это усложняет уравнение, и оно приобретает вид:

$$V_{Out} = Gain_d (V_{In+} - V_{In-}) + Gain_c \frac{V_{In+} + V_{In-}}{2} \quad (2)$$

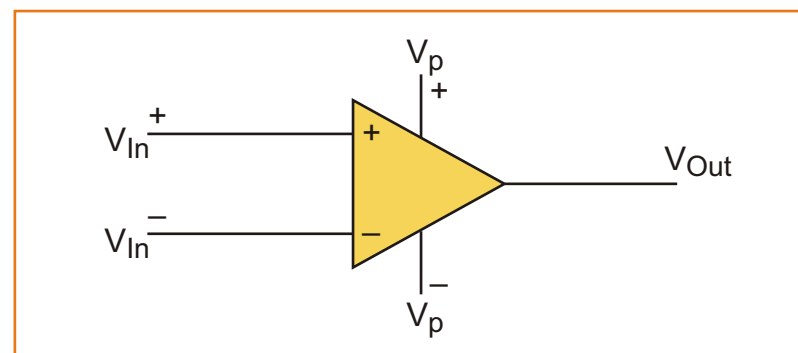


Рисунок 2. У реального усилителя должны быть выводы питания. Это тоже входы.

Коэффициент усиления синфазного сигнала (CMRR) – это отношение двух коэффициентов усиления ($CMRR = Gain_d / Gain_c$). Понятие CMRR эквивалентно наличию в усилителе дополнительного дифференциального входа для синфазного сигнала. Величина CMRR всегда указывается в справочных данных.

Количество входов возросло до четырех.

Реальные усилители имеют выводы питания, являющиеся для усилителей входами (Рисунок 2), которые также оказывают влияние на выход:

$$V_{Out} = Gain_d V_{In} + V_{In} + Gain_c \frac{V_{In} - V_{In}}{2} + Gain_p V_p + V_p \quad (3)$$

Коэффициент подавления пульсаций напряжения питания (PSRR) – это тоже отношение двух коэффициентов усиления ($PSRR = Gain_d / Gain_p$), показывающее, какая доля пульсаций питания доходит до выхода.

источника питания, либо берут усилитель с большим PSRR. В общем случае, усилители с хорошим CMRR имеют также хороший PSRR.

Да, кстати, входов стало шесть.

Чтобы уменьшить уровень пульсаций, проникающих на выход, либо улучшают качество

У реальных усилителей есть ошибки смещения и шумы. Эти входы тоже вносят вклад в выходной сигнал:

$$V_{Out} = Gain_d V_{In} + V_{In} + V_{Offset} + Gain_c \frac{V_{In} - V_{In}}{2} + Gain_p V_p + V_p + \eta_{rti} Gain_n \quad (4)$$

Шум, как и напряжение смещения, приводят к входу усилителя. Эти параметры определяются конструкцией усилителя, и очень сильно влияют на его стоимость. Кроме того, они

доводят количество входов до восьми.

Разумеется, все коэффициенты усиления являются функциями частоты:

$$V_{Out} = Gain_d f V_{In} + V_{In} + V_{Offset} + Gain_c f \frac{V_{In} - V_{In}}{2} + Gain_p f V_p + V_p + \eta_{rti} Gain_n f \quad (5)$$

Таким образом, частота – тоже вход, количество которых достигло девяти.

Шумы зависят от температуры, остальные коэффициенты усиления – тоже:

$$V_{Out} = Gain_d f, T V_{In} + V_{In} + V_{Offset} + Gain_c f, T \frac{V_{In} - V_{In}}{2} + Gain_p f, T V_p + V_p + \eta_{rti} Gain_n f, T \quad (6)$$

С температурой мы насчитали 10 входов.

Итог

Итак, я останавливаюсь на десяти. Может быть, на 11 или 12, если из теплового шума выделить шум $1/f$ и дробовой шум. Любой из обсуждавшихся параметров можно найти в справочных данных. Если вы не получили от усилителя ожидаемых характеристик – значит какой-то из этих параметров вы пропустили.

Все сказанное относится и к аналого-цифровым преобразователям (АЦП). АЦП – это просто усилитель с цифровым выходом. Если вы знаете о каких-то других входах, пожа-

луйста, свяжитесь со мной. Сидя в следующий раз в пабе я не хотел бы выглядеть умнее других.

Постскриптум

Конь Джорджа Вашингтона был серым, как сивый мерин. Серые лошади, родившиеся с темной кожей и серой шерстью, с возрастом часто становятся совершенно белыми. Белые рождаются с белой шерстью и розовой, как у крысят, кожей. А теперь, пожалуйста, кто-нибудь, предложите кандидатуру моей персоны для книги Гиннеса.

Обозначения, использованные в формулах

V_{in}, V_{in}	Напряжения на входах
V_p, V_p	Амплитуда пульсаций напряжения на выводах питания
V_{in}, V_{in}	Напряжение на выходе
$Gain_c$	Коэффициент усиления синфазного сигнала
$Gain_p$	Коэффициент усиления пульсаций напряжения питания
$Gain_n$	Коэффициент усиления шумов
r_{ti}	Приведенное ко входу напряжение шумов

PocketBook A 10": Android-читалка с возможностями хорошего планшета

Выпустив первый в своей истории ридер с TFT-экраном под управлением ОС Android, который получил название PocketBook IQ 710, компания PocketBook не остановилась на достигнутом. В 2011 году на выставке IFA она анонсировала вторую модель на этой операционной системе – PocketBook A 10". О ней мы сегодня и поговорим.



Конечно, читать с TFT-экрана сложнее и утомительнее для глаз, чем с экранов E-Ink (они используются в классических читалках), ведь подсветка быстрее утомляет глаза. Но

если вы из-за этого не испытываете дискомфорта, то обратите внимание вот на что. Десятидюймовый сенсорный емкостный экран разрешением 1024 768 пикселя отображает 16.7 млн. цветов и поддерживает «мультитач» – все как у iPad. С такими характеристиками PocketBook A 10" уже нельзя считать обычным ридером, он успешно сочетает в себе читалку, планшет и медиаплеер. Такая функциональность придется по душе тем, кто хочет получать от ридера больше, чем чтение электронных книг.

Симпатичный дизайн PocketBook A 10" обеспечивают современные материалы корпуса – черный пластик «софт-тач» и молочно-белая глянцевая основа. Толщина ридера всего 15 мм, вес – 670 г. Собран аппарат очень аккуратно – о зазорах, скрипах и люфтах говорить не приходится. Это и неудивительно, ведь практически вся продукция бренда PocketBook собирается на заводах тайваньской компании Foxconn Electronics – крупнейшего контрактного производителя электроники в мире. Мало того, для сборки PocketBook A 10" и моделей линейки PocketBook Pro ею был запущен новый завод.

«Железо» PocketBook A 10" соответствует современным требованиям. Оперативная память 512 Мб, мощный процессор Texas



Instruments OMAP3621 с частотой 1 ГГц (архитектура ARM Cortex-A8) и внутренняя память в 4 Гб (с возможностью расширения до 32 Гб картами памяти microSD) позволяет решать большинство поставленных пользователем задач. К примеру, Android-игры работают быстро и без «тормозов».

В PocketBook A 10" установлена операционная система Android версии 2.3.5. Естественно, есть и клиент для доступа в Android Market, что позволит пользователю без проблем скачивать и устанавливать игры и приложения. Разработчики добавили фирменный софт для чтения электронных книг, кроме того, присутствуют веб-браузер, почтовый клиент и

клиент для доступа в интернет-магазин книг BookLand.net, где продаются более 300 тысяч книг на 59 языках. Привычная для PocketBook функция чтения текста вслух Text-To-Speech здесь также реализована.

PDF, EPUB, FB2, TXT, DJVU, RTF, HTML, DOC, DOCX (документы), JPEG, BMP, PNG, TIFF (графика), MP3, WAV (аудио), AVI, MKV и MP4 (видео) – вот внушительный список форматов файлов, которые поддерживает PocketBook A 10". Если же возникнет необходимость в поддержке какого-либо неизвестного устройству формата, вам придется установить соответствующее специальное приложение.

Производитель анонсировал скорый выход версии PocketBook A 10" с модулем 3G, пока же ридер оснащен только Bluetooth и Wi-Fi, но и этого вполне достаточно не только для подключения к сети Интернет, но и для простого обмена файлами между совместимыми устройствами. Веб-камера на передней панели позволяет совершать видеозвонки.

Итак, PocketBook A 10" – это современный мультимедийный ридер с 10-дюймовым TFT-дисплеем, можно сказать, полноценный планшетный компьютер. Устройство получилось производительным и многофункциональным. На нем можно как читать книги, так и смотреть видео, изображения, слушать музыку и работать в Интернете. Стоимость PocketBook A 10" – 10,990 рублей.

Термоэлектрические генераторы фирмы Micropelt вытеснят батарейки

Значительное упрощение систем преобразования тепловой энергии в электрическую позволит питать беспроводные сенсоры и исполнительные механизмы, используя разность температур

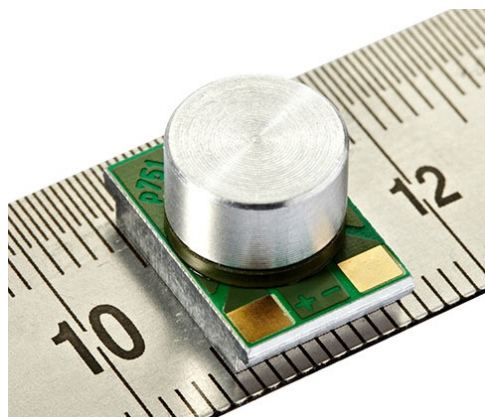
Дочка Infineon Technologies, немецкая компания Micropelt, занимающаяся разработкой эффективных тонкопленочных термоэлектрических элементов для систем преобразования тепловой энергии в электрическую, выпускает миниатюрные термоэлектрические генераторы TGP-651 и TGP-751 в стандартных корпусах для поверхностного монтажа, которые позволят запустить системы сбора, преобразования и накопления энергии в массовое производство. Станет возможной автоматическая сборка автономных источников постоянного тока для беспроводных датчиков и исполнительных механизмов с ультранизким энергопотреблением. Благодаря миниатюрным размерам и высокой эффективности, они могут вытеснить аккумуляторы, которые являются камнем преткновения при разработке

беспроводных сенсорных сетей. Использование батарей и аккумуляторов в таких устройствах можно будет исключить везде, где можно достичь разности температур 5°C и более.

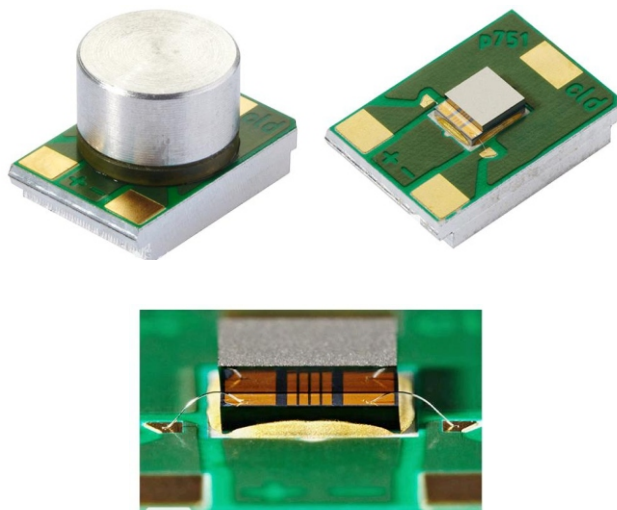
Стандартизированный корпус TGP имеет два полностью взаимозаменяемых исполнения, что позволяет выбирать соответствующий приложению прибор без каких-либо изменений в печатной плате. Уровень выходной мощности термоэлектрических генераторов колеблется от 100 мкВт до 10 мВт, выходное напряжение достигает 1.75 В на 1 Вт тепловой энергии. Этого достаточно, чтобы заменить большинство типов аккумуляторов.

Устройство корпусного термоэлектрического генератора

Конструкция приборов исключительно надежна. Устройства разработаны с расчетом на применение в «сэндвич»-конфигурации: радиатор с одной стороны, печатная плата с другой. Цилиндрической алюминиевой частью, которая является приемником тепловой энергии, генератор устанавливается в отверстие печатной платы. Прямоугольная подложка – «холодная» часть, – имеет электрические контакты для подключения термоэлектрического генератора к схеме, и на нее же устанавли-



ливается радиатор. Вертикальные размеры устройства обеспечивают достаточный зазор для электронных компонентов, устанавливаемых рядом с ним под радиатором.

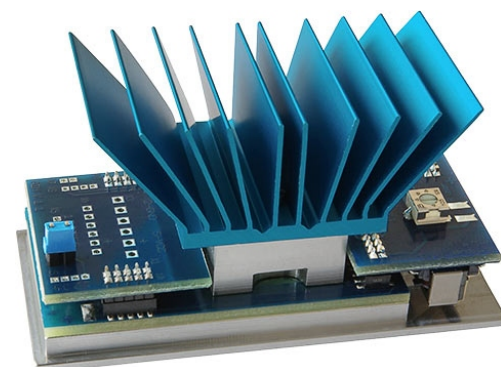
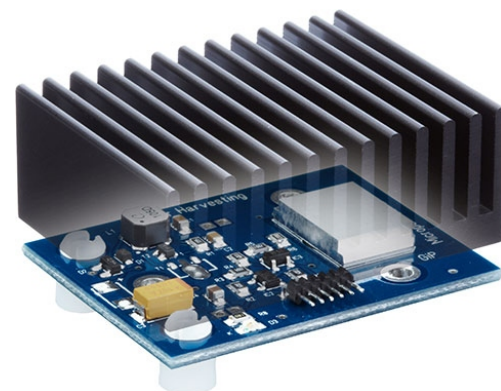


Применение корпусных термоэлектрических генераторов TGP-651, TGP-751:

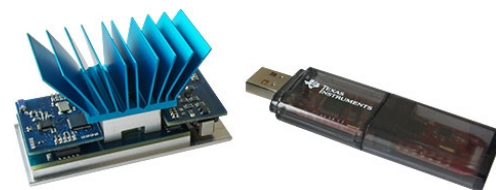
- беспроводные сети датчиков;
- системы мониторинга промышленных процессов;
- системы регистрации температуры;
- системы интеллектуального управления зданиями и климатом;
- системы мониторинга и управления энергопотреблением.

На базе корпусных термоэлектрических генераторов компания предлагает готовые оценочные наборы и решения, основными из которых являются:

- TE-Core power kit – модуль эффективного повышающего DC/DC преобразователя на базе корпусного термогенератора со схемой управления питанием;
- TE-Power Plus – оценочный модуль с повышающим DC/DC преобразователем на базе корпусного термогенератора со стабилизатором выходного напряжения;



- TE-Power Node – беспроводной сенсор с питанием от термогенератора;



- TE-qNODE – беспроводной сенсор с питанием от термогенератора для мониторинга температуры электрических распределительных систем.



Любительская радиосвязь в 21 веке

Doug Grant • K1DG

EDN

Современная любительская радиосвязь значительно отличается от той, что была много лет назад, но все также дает нам замечательную возможность изучения электроники. Вот взгляд на то, как она развивалась, и что она может предложить, как опытным радиолюбителям, так и новичкам.

Многие из нынешних опытных инженеров начинали свое знакомство с электроникой через любительское радио (на Западе его также называют «ham radio», но никто точно не знает, откуда взялся термин «ham»). Однако с годами работа, семья и друзья брали верх, сроки лицензий истекали, а интерес к радиохобби у большинства пропадал. Между тем, с возрастанием роли средств личных коммуникаций и Интернета, многие молодые инженеры никогда не испытывали потребности в любительском радио как способе изучения электроники. Они упустили возможность, которую дает это увлекательное хобби.

Все первые беспроводные средства коммуникаций по определению были любительскими. Гульельмо Маркони (Guglielmo Marconi), известный как изобретатель радио, однажды заметил, что считает себя любителем (Рисунок 1). На заре становления радио коммерческие, правительственные и радиолюбительские станции делили между собой один и тот же спектр частот, посылая широко-



Рисунок 1. **Гульельмо Маркони.**

полосные передачи, модулируемые замыканием и размыканием контактов в соответствии с азбукой Морзе. Такое положение дел привело к ужасающему количеству конфликтов между различными службами, пока правительство не вмешалось в ситуацию и выделило каждой службе по отдельной полосе. Правительственным

и коммерческим радиостанциям предоставили наиболее подходящий, как тогда считалось, длинно- и средневолновый диапазон до 1500 кГц, радиолюбителям же достался диапазон с частотами выше 1500 кГц и длиной волны менее 200 м. Эксперты того времени оценили этот диапазон как непригодный для общения на больших расстояниях.

Но вскоре радиолюбители обнаружили, что передача сообщений на дальние дистанции осуществлялась проще именно на «непригодных» частотах. За этим последовали новые перераспределения частот с целью

выделения правительственным и коммерческим радиостанциям части «хорошего» спектра. Но все же, несколько кусочков этого спектра остались за радиолюбителями. В конце 1960-х радиолюбители заявили свои права на очевидно бесполезные частоты выше 30 ГГц. Но технология шла вперед, и со временем многие службы обнаружили, что эти частоты им нужны, а радиолюбители сегодня могут наслаждаться эксклюзивными правами на частоты свыше 300 ГГц.

В Соединенных Штатах сфера любительского радио регулируется частью 97 статьи 47 Свода федеральных нормативных актов [1]. Статья выражает основную цель любительского радио следующими принципами: признание и повышение значения для общества любительской радиосвязи, как добровольного, некоммерческого средства коммуникаций, особенно в отношении обеспечения связи в экстренных ситуациях; поощрение и расширение возможностей радиолюбителей в продвижении радио-искусства; поддержка и развитие радиолюбительства посредством правил, предусматривающих совершенствование навыков, как в сфере организации связи, так и в технической сфере; расширение резерва сферы радиолюбительских услуг за счет обученных операторов, технического персонала и экспертов в области электроники; поощрение и расширение уникального вклада радиолюбителей в развитие взаимопонимания между народами.

Выдача лицензий

Часть 97 требует, чтобы радиолюбительская станция получила лицензию до начала работы. Процедура получения такой лицензии совершенствовалась в течение многих лет. Когда-то претендент должен был сдать слож-

ный технический экзамен, включавший даже воспроизведение электрических схем по памяти. С тех пор сущность экзамена значительно изменилась. Теперь он проводится в виде тестирования и охватывает технические, эксплуатационные и нормативно-правовые аспекты радиосвязи. Все вопросы и ответы, как правильные, так и неправильные, находятся в открытом доступе. Кроме того, правительства многих стран, и в первую очередь США, успешно перепоручили работу по подготовке и проведению тестирования сторонним организациям.

Тестирование соискателей в Соединенных штатах теперь проводится волонтерами. Координаторы экзаменаторов-добровольцев составляют удобные графики проведения экзаменационных сессий (Рисунок 2). После успешной сдачи кандидатом такого экзамена, координаторы направляют необходимые данные в Федеральную комиссию по связи, которая выпускает лицензии с позывными, чтобы идентифицировать каждого лицензиата и его или её местоположение, используя префикс и суффикс. Сегодня в США используются три класса лицензий, и каждый класс дает определенные привилегии, включая разрешенные



Рисунок 2. Группа будущих радиолюбителей сдает экзамен на получение лицензии.

полосы, режимы и уровни мощности. Успешная сдача более сложного экзамена позволяет кандидату иметь больше привилегий.

Для получения лицензии любого класса в США больше не требуется знания азбуки Морзе. Исторически это требование было главным препятствием для многих технически квалифицированных людей, которые интересовались любительской радиосвязью, но не могли или не хотели изучать азбуку Морзе. По иронии судьбы, часть полос, зарезервированная для работы в режиме CW (continuous wave – здесь: телеграфный режим) теперь занята больше, чем когда-либо, поскольку новые обладатели лицензий обнаружили, что для работы со слабыми сигналами более эффективны узкополосные режимы, нежели широкополосные, такие как, например, SSB (single-sideband – однополосная модуляция) голосовая связь.

Многие радиолюбители устанавливают контакты друг с другом посредством речевых режимов, главным образом SSB на ВЧ, и ЧМ на УКВ и ДМВ. Возможности цифровой обработки сигналов с помощью оборудованного звуковой картой компьютера, подключенного к ВЧ SSB или УКВ ЧМ приемопередатчику, привели к появлению новых режимов. Даже слабый компьютер имеет достаточную скорость, чтобы генерировать и декодировать FSK сигналы (частотно-манипулированные сигналы) для организации стандартного радиотелетайпа. Экспериментаторы разработали схемы модуляции и соответствующие протоколы с коррекцией ошибок, позволяющие поддерживать прямую связь типа keyboard-to-keyboard (клавиатура-клавиатура), даже при низких мощностях и небольших антеннах. Так, разнообразные FSK и PSK (фазоманипулированные) сигналы, создающие в

динамике неестественный шум и скрежет, компьютер с легкостью демодулирует и превращает в удобочитаемый текст. Некоторые продвинутые радиолюбители даже используют возможность обработки сигналов с помощью ПК для эмуляции применявшихся в годы Второй мировой войны механических систем кодирования текста, подобных Hellschreiber.

Есть, также, радиолюбители, передающие полноценное видео, обычно в обладающих достаточной пропускной способностью диапазонах УКВ или ДМВ. А некоторые, используя компьютер, передают на КВ фотоснимки в полосе речевого сигнала. Получили свое развитие и сети передачи данных, основанные на разных принципах, включая TCP/IP.

Оборудование 21 века

Имеющие лицензии любители могут работать в НЧ, СЧ, ВЧ, УКВ, ДМВ и микроволновом диапазонах, во многих из которых, при наличии хорошей антенны, любительское оборудование позволяет связаться с любой точкой планеты.



Рисунок 3. По совокупности характеристик высокочастотный приемопередатчик FTDX-5000 компании Yaesu сегодня не имеет себе равных.

Большинство радиолюбителей покупает свое оборудование в магазинах. Много лет назад самыми известными брендами были, преимущественно, американские компании, такие как EF Johnson и Heathkit, а также, прекратившие свое существование, Collins, Hallicrafters и Hammarlund. На сегодняшний день наиболее популярны, в основном, японские компании, в том числе Icom, Kenwood, Yaesu и Alinco (Рисунок 3). В прошлом десятилетии на рынок вышли несколько американских изготовителей, среди которых компании Elecraft и FlexRadio (Рисунок 4). Начинают появляться и первые китайские приемопередатчики от таких производителей, как, например, Wouxun.



Рисунок 4. В высокочастотном приемопередатчике Elecraft K3 сочетаются отличные параметры и малые размеры.

Применяемые в радиолюбительском оборудовании технологии получили значительное развитие. В большинстве высококачественных ВЧ/УКВ приемопередатчиков теперь используется цифровая обработка сигналов, как минимум, для функций модуляции, демодуляции и фильтрации. Наилучшие характеристики достигаются при оптимальном соотношении аналоговой и цифровой обработки, что позволяет современной радиоаппаратуре иметь превосходную чувствительность, динамический диапазон до 100 дБ и

более, и селективность, обеспечиваемую цифровой обработкой сигналов. Хотя большинство радиосистем все еще имеет переднюю панель традиционного вида, с большой ручкой настройки и множеством кнопок и переключателей, некоторые новые SDR трансиверы (SDR – software-defined radios – программно определяемое радио), например, выпускаемые компанией FlexRadio, отходят от этой традиции в пользу работы с клавиатурой и мышью – на передней панели у них нет никаких органов управления (Рисунок 5).

В результате постоянного совершенствования, портативные УКВ ЧМ приемопередатчики приобрели многополосность, встроенный GPS, дисплей спектрального анализатора для отображения сигналов соседних частот, и даже Bluetooth. Ни один из них еще не достиг



Рисунок 5. Flex-5000A компании FlexRadio Systems вообще не имеет передней панели управления.

уровня сложности смартфонов, но не далеко время появления радиоаппаратуры с сенсорным экраном и возможностью интернет-соединения. Говоря о смартфонах, следует заметить, что для них доступны сотни радилюбительских приложений, от курсов подготовки к экзаменам на получение лицензии до программ спутникового слежения для управления удаленными станциями.

Однако не все радилюбители покупают свое оборудование в магазинах. Некоторые из них предпочитают создавать его собственными руками. Радилюбители всегда славятся как умельцы, способные собрать свое оборудование из деталей от выброшенного на ближайшую свалку электронного ширпотреба. Многим из них хорошо известна суть таких понятий, как, к примеру, интермодуляционные искажения или фазовый шум, поскольку имели возможность собственными ушами слышать проявления этих эффектов, и они прекрасно понимают, что происходит, когда линейный усилитель мощности входит в режим жесткой компрессии.

Самодельные радиостанции могут представлять собой как простейшие приемопередатчики, так и вполне современные SDR-системы. Что касается простейших конструкций, известен один изобретательный радилюбитель, разобравший компактную флуоресцентную лампу и обнаруживший в ней высокочастотный высоковольтный импульсный транзистор и богатый ассортимент конденсаторов и индуктивностей. Добавив кварцевый резонатор на 3.579 МГц от телевизионного формирователя сигналов цветовой синхронизации, он ухитрился собрать из этих деталей 1.5-ваттный передатчик, удобно расположенный в самой середине радилюбительского диапазона 80 м [2].

Простые приемники просты и в сборке. Радилюбитель Чарльз Китчин (Charles Kitchen) разработал серию сверхгенеративных приемников, которые легко сделать самому, и которые на удивление хорошо работают [3].

В авангарде создания современного радиооборудования стоит Организация по разработке высококачественной SDR аппаратуры (High-Performance Software-Defined Radio Organization). Объединенными усилиями этой группы разработана серия модулей, в которых используются новейшие компоненты, включая высокочастотные усилители, смесители, АЦП и ЦАП, процессоры и память. Например, в модуле приемника Mercury, способном производить прямую дискретизацию сигнала в полосе частот от 0 до 65 МГц, используется 16-разрядный АЦП со скоростью выборки 130 Мвыб/с и ПЛИС для реализации понижающего смесителя (Рисунок 6). Программное обеспечение с открытым исходным кодом выполняет всю обработку сигналов и функции управления. Кроме того, аппаратная часть поддерживает программы сторонних разработчиков.



Рисунок 6. **Модуль приемника Mercury, предназначенный для прямой дискретизации радиосигнала в полосе частот от 0 до 65 МГц.**

Инженер, заинтересованный в разработке собственного SDR-радио, может собрать или купить внешний понижающий квадратурный преобразователь, подключить его к входу звуковой карты своего компьютера и купить, или написать самостоятельно соответствующее программное обеспечение для реализации функций приема и демодуляции. Все работа с аппаратной частью завершается подключением выходов синфазного и квадратурного каналов к левому и правому каналам аудио входа. Некоторые радиолюбители создали SDR модули в габарите флеш-карты и питают их от разъемов USB.

Тем, кто более склонен к классическому дизайну аналогового радио, возможно, будет интересен проект OpenQRP. «QRP» – радиолюбительская аббревиатура для обозначения маломощного передатчика (Рисунок 7). Соз-



Рисунок 7. Этот дешевый маломощный CW-приемопередатчик сочетает в себе классическое аналоговое радио и программируемый интерфейс управления.

датель группы, Стив Эллиот (Steve Elliott), позывной K1EL, разработал набор аппаратных и программных средств с открытым исходным кодом для CW-передатчика низкой мощности. Для организации интерфейса пользователя и различных функций управления он использует микроконтроллер Atmel на популярной платформе Arduino. Кроме того, Эллиот предлагает печатные платы и полный набор компонентов. В ходе работы над проектом Эллиот документировал все свои пробы и ошибки, и теперь его блог является отличным учебным пособием по проектированию радиоаппаратуры [4].

Любительская радиосвязь на современном этапе

Некоторые стороны радио-хобби могут произвести впечатление на ваших технически грамотных друзей, а может, и на друзей, мало разбирающихся в технике. Когда вы представляетесь людям в качестве радиолюбителя, они часто спрашивают: «На каком максимальном расстоянии ты можешь установить связь?». Ответить на такой вопрос непросто, но вы можете сделать акцент на аспектах, более всего восхищающих слушателей. Неспециалистам автор данной статьи любит отвечать следующим образом. Многие годы самым дальним контактом, который ему удалось установить из своего дома в Новой Англии, был Техас¹, с которым он связался по длинному пути. Однажды утром, лет 20 назад, работая на волне 15 м, в диапазоне 21 МГц, автор нацелил направленный луч своей антенны на Европу. Друг из Техаса, связавшись, сообщил, что может слышать его, но лишь тогда, когда

¹⁾ Новая Англия – территория, объединяющая несколько небольших штатов на северо-востоке США. Расстояние до штата Техас – порядка 3000 км.

направит антенну в сторону Тихого океана. Они провели ряд экспериментов и пришли к заключению, что действительно переговаривались по длинному пути. Распространение радиоволн КВ диапазона характеризуется интересным поведением, зависящим от времени суток и сезона, и контакты по длинному пути относительно нередки.

Радиолюбители экспериментируют также и с другими интересными и необычными режимами распространения сигналов, в частности, в микроволновом диапазоне. В 2010 году группа французских и швейцарских радиолюбителей использовала приповерхностный волновод, образуемый испарениями с поверхности океана на высоте 10-20 м, в котором затухание радиоволн значительно меньше, чем в другой среде. С помощью такого канала радиолюбители установили двухстороннюю голосовую SSB связь между Кабо-Верде и Португалией на частотах 5.7 и 10 ГГц (расстояние 2700 км). Мощность передатчиков составляла от 15 до 25 Вт, а антенны представляли собой небольшие тарелки диаметром порядка 1 метра.

Несколько лет назад Джо Тэйлор (позывной K1JT), получивший Нобелевскую премию по астрофизике, разработал WSJT (weaksignal Joe Taylor – слабосигнальный, Джо Тэйлора) набор протоколов и схем модуляции для различных видов УКВ/ДМВ связи (Рисунок 8). В нормальных условиях дальность распространения УКВ и ДМВ сигналов, в зависимости от ландшафта, усиления антенны и мощности, составляет от десятков до сотен миль. WSJT меняет такое положение вещей.

Одна из версий протокола предназначена для метеорной связи, продолжительность сеансов которой определяется временем жизни ионизированных следов метеоритов, и



Рисунок 8. Разработчик WSJT, лауреат Нобелевской премии по астрофизике Джо Тэйлор.

составляет доли секунды. Она передает 30 секундную последовательность четырехтоновых FSK сигналов со скоростью, соответствующей передаче примерно 100 слов в минуту, или 441 бод, чтобы за короткий жизненный цикл метеорного следа получить достаточное количество бит для обмена позывными и отчетами. Станции попеременно передают и принимают информацию, обмениваясь определенными деталями для проверки правильности обнаружения и декодирования сигналов на обеих сторонах. Хотя вооруженные силы США следы сгорающих в атмосфере метеоритов использовали на протяжении многих лет, для надежной работы им требовались огромные антенны и высокие мощности. Система Тэйлора сделала метеорную связь доступной обладателям относительно небольших станций.

Другой режим WSJT предназначен для связи Земля-Луна-Земля (Earth-Moon-Earth, EMS), называемой также «moon-bounce», что можно перевести как «лунный отскок». Луна здесь используется как пассивный, и не очень эффективный отражатель. Сигналы частотой 144 МГц, «отскочившие» от Луны, с задержкой

порядка 2.5 секунд возвращаются на Землю ослабленными примерно на 250 дБ (Рисунок 9).

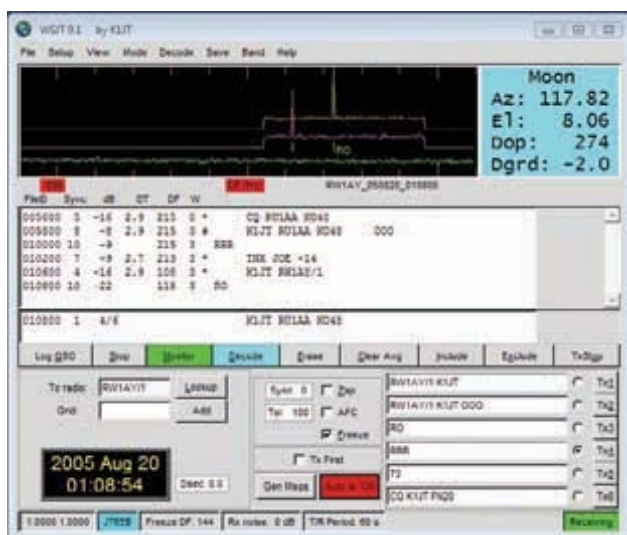


Рисунок 9. Для двухстороннего обмена с использованием отражения от Луны разработано открытое ПО WSJT.

EMS доступна радиолюбителям уже не одно десятилетие, но лишь те, у кого имеются мощные передатчики, очень чувствительные приемники и огромные антенны, могут использовать «лунный отскок» в традиционных голосовых режимах CW или SSB. Например, при излучаемой мощности 1000 Вт, или 60 дБм, и усилении антенны 20 дБи, как для передатчика, так и для приемника, принятый сигнал будет составлять –150 дБм. Высококачественный приемник может обнаружить этот слабый сигнал в узкой полосе частот. Для экспериментов с «лунным отскоком» радиолюбители когда-то использовали расположенную в Арекибо (Пуэрто-Рико) известную 1000-футовую параболическую антенну радиотелескопа. В радиолюбительской полосе 432 МГц парабола имела усиление примерно 60 дБ и позволяла организовать двухстороннюю связь с обычными станциями как в SSB, так и в CW режиме.

Разработанная Тейлором в рамках WSJT система «лунного отскока» использует примерно одноминутную последовательность 65-тоновой FSK-модуляции с большим количеством кодов коррекции ошибок. К счастью, кодирование и декодирование легко выполняется на современных персональных компьютерах, способных в полосе частот 2.4 кГц декодировать сигналы с уровнями на 24-28 дБ ниже уровня шумов. Станции с простыми 100-ваттными передатчиками и антеннами не больше обычных телевизионных теперь могут устанавливать друг с другом связь на расстоянии многих тысяч миль, пока луна находится в зоне прямой «видимости».

Радиолюбители использовали для связи не только Луну, но и искусственные спутники Земли. За многие годы они разработали, собрали и запустили свыше 100 спутников, на которых обычно размещались один или



Рисунок 10. Спутник ARISat-1 был запущен двумя космонавтами во время выхода в открытый космос.

несколько радиомаяков, телеметрическая аппаратура для контроля оборудования и, по совместительству, для обучения студентов, а также транспондеры, использующие одну радиоловительскую полосу для передачи сигналов и другую – для приема. Спутник ARISSat-1 был запущен двумя космонавтами во время выхода в открытый космос (Рисунок 10). Радиоловительские лицензии имели многие космонавты и астронавты. Программа ARISS Американской ассоциации радиоловителей (ARRL) зачастую использовалась для показательных радиоконтактов астронавтов, находящихся на борту МКС, с группами школьников. За свою практически столетнюю историю ARRL опубликовала огромное количество книг, тематически связанных с радиохобби, включая учебники и руководства.

Любительское радио может добавить новое измерение к хобби, которым Вы увлечены. Некоторые радиоловители совмещают ориентирование на местности с радиопеленгацией при «охоте на лис». Организаторы таких соревнований прячут несколько маленьких передатчиков в определенных местах на территории в несколько квадратных миль, а участники должны использовать переносное радио и направленную антенну для того, что-

бы засечь каждую «лису». Комбинация технических навыков и физической подготовки участников делает такое соревнование видом спорта. Другой вид активного времяпрепровождения сочетает в себе альпинизм и радиохобби. Альпинисты несут на своих плечах легкое радиооборудование с аккумуляторным питанием и переносные антенны для того, чтобы воспользоваться преимуществом отличного распространения сигналов с высокогорья. Кроме того, многие моряки получают любительские лицензии и устанавливают оборудование на своих судах, как для использования в свободное от работы время, так и для экстренных вызовов в случае, если основные системы радиосвязи выйдет из строя.

Сообщества наиболее активных радиоловителей на местах координируют свою деятельность с местными и региональными службами общественной безопасности в целях обеспечения связи в экстренных ситуациях. В то время как большинство проводных и беспроводных средств коммуникаций опираются на инфраструктуру, которая может быть разрушена в результате природных или антропогенных катастроф, радиоловителью для выхода в эфир требуются лишь радио, батарея и кусок провода.

Ссылки

1. Часть 97 статьи 47, Федеральная комиссия связи, 7 сентября 2006 г., с 587 <http://1.usa.gov/oDDViH>.
2. «Das DereLicht,» <http://bit.ly/qkZM0Y>.
3. Кичин Чарльз, «Проект коротковолнового регенеративного приемника», <http://bit.ly/qm9UHu>.
4. OpenQRP, <http://openqrp.org>.

Обратная связь сбережет 3 дБ выходной мощности при согласовании импедансов

Vic Jordan, США

EDN

Подключение последовательного резистора к выходу – общепринятый метод согласования выходного сопротивления операционного усилителя с импедансом нагрузки. Такой метод, однако, обходится в 3 дБ мощности, теряемой на этом резисторе (Рисунок 1). Ограниченный размах выходного сигнала новых операционных усилителей с напряжением питания 3 или 5 В делает последовательное согласование особенно нежелательным, и заставляет искать другие пути. Вместо этого, для управления выходным импедансом может использоваться последовательная обратная

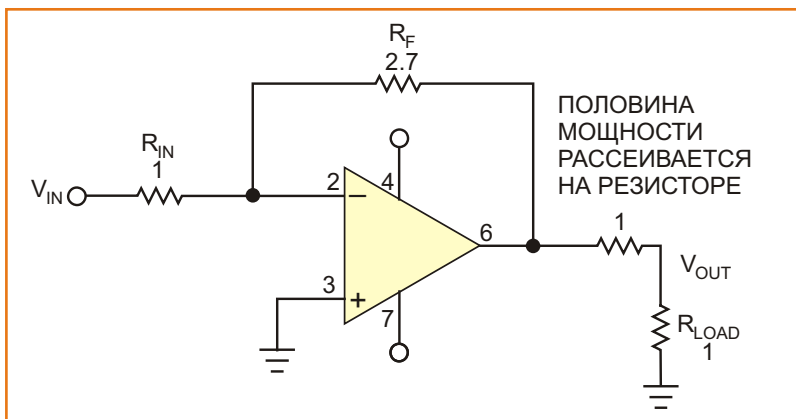


Рисунок 1. При согласовании с помощью последовательного сопротивления, равного сопротивлению нагрузки, теряется 3 дБ мощности, а размах выходного сигнала уменьшается вдвое.

связь. Эта технология более 40 лет назад была предложена Джоном Виттменом (John Wittman), работавшим тогда ведущим специалистом в компании GTE Lenkurt Electric.

Суть метода заключается в том, чтобы с помощью встречной обратной связи глубиной 6 дБ установить такой выходной импеданс, при котором возвратные потери превысят 30 дБ. Для этого добавляется последовательный резистор – датчик тока, еще один операционный усилитель и ограничивающий резистор (Рисунок 2). В этом примере показаны датчик в положительном полюсе нагрузки и несимметричная нагрузка. Основной усилитель рассчитывается таким образом, чтобы его усиление без нагрузки вдвое превышало требуемое. В нашем примере коэффициент усиления в режиме холостого хода равен 2.7, а входной импеданс – 1 Ом. Входной ток равен 1 А при входном сигнале 1 В.

Чтобы согласовать усилитель с нагрузкой 1 Ом, схема последовательной обратной связи должна отобрать половину входного тока от инвертирующего входа операционного усилителя. Первоначальный ток 1 А, протекающий через R_F , уменьшится до 0.5 А, что означает уменьшение выходного напряжения вдвое, по

сравнению с напряжением холостого хода. Выходной импеданс стал равным 1 Ом, а глубина обратной связи – 6 дБ. Выход усилителя теперь согласован с нагрузкой, а размах выходного напряжения при этом остался практически равным максимально возможному. Вы не теряете больше половину выходной мощности на последовательном согласующем резисторе. В нашем примере в датчике используется резистор с сопротивлением, составляющем 3% от сопротивления нагрузки, и потери мощности также равны 3%. При тщательном конструировании усилителя можно снизить потери до величины менее 1%.

Для продольного баланса телекоммуникационных линий импедансы обоих проводников относительно земли должны быть равны. Продольный баланс защищает от перекрестных помех и наводок сети 60 Гц. Он важен также на более высоких частотах для служб DSL (digital subscriber line – цифровая абонентская линия). Для обеспечения продольного баланса на уровне от 80 до 120 дБ телекоммуникационные службы обычно используют трансформаторы. Трансформаторы также изолируют линию от переходных процессов, вызванных, например, разрядами молний. Вы можете применить этот метод согласования, используя трансформаторную связь и датчик тока в отрицательном полюсе нагрузки (Рисунок 3). Расчет и конструирование этого варианта схемы аналогичны предыдущему, за исключением того, что обратная связь 6 дБ обеспечивается лишь двумя резисторами. Формализовать анализ схемы можно с помощью уравнений состояния. Для схемы, изображенной на Рисунке 2, с учетом того, что инвертирующий вход усилителя является виртуальной «землей», связь между входным

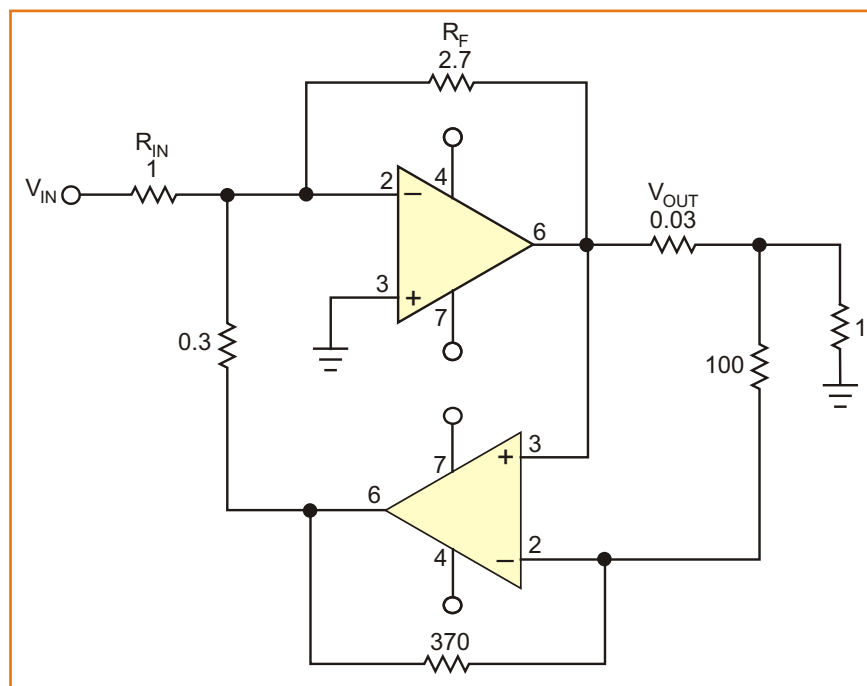


Рисунок 2. Для того, чтобы согласовать выходной импеданс с нагрузкой и получить практически полный размах выходного напряжения, в этой схеме используются резистор датчика тока в положительном полюсе нагрузки и второй усилитель.

напряжением и током можно выразить соотношением:

$$I_{IN} = \frac{V_{IN}}{1 \text{ Ом}} = \frac{V_{IN}}{1 \text{ Ом}}$$

Можно получить второе уравнение, используя тот факт, что инвертирующий вход ОУ имеет высокий импеданс, и сумма токов этого узла должна равняться нулю.

Просуммируем токи в узле V– без учета тока, возвращающегося к резистору датчика:

$$0 = \frac{V_{IN}}{1 \text{ Ом}} - \frac{V_{OUT}}{2.7 \text{ Ом}} - \frac{0.37V_{OUT}}{R_{LOAD}}$$

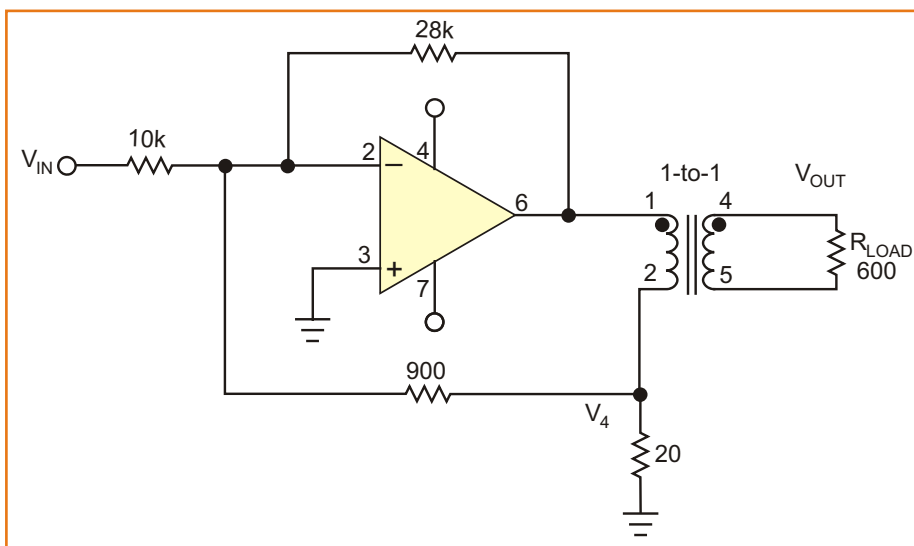


Рисунок 3. При трансформаторной связи с линией для согласования выходного импеданса используется датчик тока в отрицательном полюсе нагрузки.

Можно выразить схемную функцию в векторной и матричной форме:

$$(I) = (\text{ПОЛНАЯ_ПРОВОДИМОСТЬ}) (V)$$

Учтем выражения для токов:

$$(I) \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} I_1 = I_{IN} \\ I_2 = 0 \end{pmatrix}$$

и затем раскроем векторное представление напряжения:

$$(V) \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} V_1 = V_{IN} \\ V_2 = V_{OUT} \end{pmatrix}$$

Подставим эти значение в уравнение $(I) = (\text{ПОЛНАЯ_ПРОВОДИМОСТЬ}) (V)$ и решим его относительно (V) :

$$(\text{ПОЛНАЯ_ПРОВОДИМОСТЬ}) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & \frac{0.37}{R_{LOAD}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2.7 \end{pmatrix}$$

Для схемы на Рисунке 2: I_1 – вынуждающая функция; входной ток равен 1 А. Чтобы найти вектор напряжений, инвертируем матрицу полной проводимости и умножим ее на вектор токов. Громоздкие вычисления можно выполнить с помощью калькулятора Hewlett-Packard HP-48. Мы получим $V_{IN} = 1$ В, на основании чего рассчитаем $V_{OUT} = -1.35$ В, что составит половину от усиления 2.7 при отсутствии нагрузки. Затем повторим расчеты для сопротивления нагрузки 1000 Ом:

$$(\text{ПОЛНАЯ_ПРОВОДИМОСТЬ}) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & \frac{0}{1000} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2.7 \end{pmatrix}$$

Инвертировав матрицу (Y) и умножив ее на матрицу I , в которой $I_1 = 1$ А, получим вектор напряжений для режима холостого хода, где $V_{IN} = 1$ В и $V_{OUT} = -2.7$ В, чем подтверждается правильность расчетов.

Составляя собственные уравнения, будьте осторожны: два зависимых уравнения легко могут привести к некорректному результату. HP-48 решает уравнения методом наименьших квадратов, но не проверяет детерминант на равенство нулю, что бы предупредить вас о независимости уравнений. С помощью HP-48 можно сложить две действительные матрицы, и получить комплексную. Этот подход полезен, когда в модели схемы вы включаете реактивные элементы. Если бумажной салфетке вы предпочитаете компьютер, можете для анализа схемы использовать также ее Spice модель.

Для анализа схемы, изображенной на Рисунке 3, воспользуемся тремя уравнениями. Входной ток можно выразить как функцию входного сопротивления:

$$I_{IN} = \frac{V_{IN}}{R_{IN}} - \frac{V}{R_{IN}}$$

Как и в предыдущем примере, необходимо приравнять к нулю сумму токов в узле инвертирующего входа усилителя:

$$0 = \frac{V_{IN}}{R_{IN}} - \frac{V_{OUT}}{28 \text{ кОм}} - \frac{V_4}{900 \text{ Ом}}$$

(ПОЛНАЯ_ПРОВОДИМОСТЬ)

$$\begin{pmatrix} 1 \\ R_{IN} \\ 1 \\ R_{IN} \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ R_F \\ 1 \\ R_{LOAD} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 900 \text{ Ом} \\ 1 \\ 20 \text{ Ом} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 900 \text{ Ом} \end{pmatrix}$$

Это уравнение определяет матрицу полной проводимости Y.

В этом случае входной ток должен быть равным 100 мкА, а сопротивление нагрузки 600 Ом. Для того чтобы инвертировать матрицу полной проводимости и умножить ее на матрицу тока, воспользуемся калькулятором HP-48. Матрица результирующего напряжения дает следующие значения:

входное напряжение – 1 В,
выходное напряжение – 1.4 В,
 $V_4 = -0.05 \text{ В}$.

а, затем, то же самое проделать с токами узла V4:

$$0 = \frac{V_4}{900 \text{ Ом}} - \frac{V_4}{R_{LOAD}} - \frac{V_4}{20 \text{ Ом}}$$

Выразим ток в векторной форме:

$$(I) \begin{pmatrix} I_{IN} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \text{ где } (V) \begin{pmatrix} V_{IN} \\ V_{OUT} \\ V_4 \end{pmatrix}$$

Матрица полной проводимости приобретает вид:

$$\begin{pmatrix} 1 \\ R_{IN} \\ 1 \\ R_{IN} \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ R_F \\ 1 \\ R_{LOAD} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 900 \text{ Ом} \\ 1 \\ 20 \text{ Ом} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 900 \text{ Ом} \end{pmatrix}$$

Затем, зададимся сопротивлением нагрузки 10,000 Ом. Индуктивность намагничивания трансформатора будем считать бесконечной. Повторив вычисления, мы сможем убедиться, что выходное напряжение равно |2.8 В|.

Чтобы забрать от выхода усилителя максимально возможную мощность, всегда можно подобрать подходящее соотношение витков обмоток трансформатора. Оптимальный выходной импеданс ОУ рассчитывается как отношение пикового размаха выходного напряжения к максимально допустимому пиковому выходному току ОУ.

Открытая платформа Arduino высвобождает творческий потенциал

Lee Goldberg

Electronic Products

Во многом таким же образом, как мир программирования перевернули операционные системы с открытым исходным кодом GNU, Linux и другие, аппаратные платформы с открытым исходным кодом, поддерживающие Arduino, начинают вносить свои изменения в устоявшиеся правила для многих встраиваемых приложений. Изначально разработанная для сообщества радиолюбителей и устройств формата «сделай сам», платформа прототипирования электронных устройств с открытым исходным кодом Arduino основана на гибком, легком в использовании аппаратном и программном обеспечении. Однако для многих коммерческих разработчиков немаловажную роль играет низкая стоимость платформы и быстро растущая экосистема бесплатного ПО и приложений. В этом кратком обзоре мы рассмотрим аппаратную и программную часть платформы Arduino, а также некоторые приложения на ее базе.

История Arduino

Arduino – это не специализированный продукт или технология, это экосистема аппаратного и программного обеспечения, инструментов и человеческих ресурсов, в центре которой 8-разрядные микроконтроллеры семейства megaAVR. Входящие в состав платформы

компактная плата, основанная на C++ языке программирования и среда программирования своей универсальностью и простотой исполь-



Рисунок 1. Дешевый, в сравнении с традиционными станками с ЧПУ, 3D принтер Thing-O-Matic компании MakerBot использует процессорную плату Arduino для управления шаговыми двигателями, печатающей термоголовкой и другими электромеханическими устройствами. Этот продукт превращает недорогой АБС-пластик в готовые объекты для создания прототипов или малотиражных изделий с допусками размеров 0.02 мм.

зования во многом обязаны пробной платформе Wiring, разработанной в 2003 году Эрнандо Барраган (Hernando Barrag). Его целью было упрощение разработки электронных систем для любителей, исследователей и других непрофессионалов, обеспечивая легкий доступ ко всем возможностям и ресурсам, которые нужны опытным разработчикам. Выполненные на базе микроконтроллеров ATmega1281 и ATmega 2561, компактные и недорогие процессорные платы Wiring и WiringMini использовались для разработки интерактивных игрушек, роботов, играющих в футбол и контроллеров для сканирующего электронного микроскопа.

Платформа Arduino была разработана в Италии Массимо Банци (Massimo Banzi) и Дэвидом Куартилле (David Cuartielles) в 2005 году как инструмент для студенческих проектов. Это расширение платформы Wiring, к которой добавлены несколько новых возможностей программирования и стандартная система соединений, позволяющие подключать к процессорной плате широкий круг взаимозаменяемых дополнительных модулей.

Аппаратная часть платформы Arduino

Как и ее предшественник, аппаратная платформа с открытым исходным кодом Arduino основана на универсальных микроконтроллерах Atmel семейства ATmega. Процессорное ядро AVR микроконтроллеров с модифицированной Гарвардской архитектурой сочетает в себе обширный набор инструкций с 32 рабочими регистрами общего назначения. Все 32 регистра непосредственно подключены к арифметико-логическому устройству (АЛУ), позволяя получить доступ к двум независимым регистрам за один машинный цикл. Микро-

контроллеры ATmega могут иметь 4 или 8 КБайт внутрисхемно программируемой Flash-памяти, а также SRAM и EEPROM в различных комбинациях объема.

Процессорное ядро микроконтроллеров окружено разнообразной периферией и устройствами ввода/вывода. Хотя некоторые устройства различаются конфигурацией, многие из них имеют:

- 23 линии ввода/вывода общего назначения;
- 6- или 8-канальный 10-разрядный АЦП;
- шесть каналов ШИМ;
- последовательный интерфейс USART;
- 2-проводной байт-ориентированный последовательный интерфейс;
- последовательный порт SPI;
- три гибких таймера/счетчика;
- счетчик реального времени с отдельным генератором;
- программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором.

Форм – фактор на любой случай

Платформа постоянно совершенствуется и пополняется новыми процессорными платами, разработанными под специфический форм-фактор или конкретное приложение. Многие проекты снабжены стабилизатором напряжения и набором разъемов для доступа к сигналам и линиям ввода/вывода. Одной из популярных плат, созданных командой Arduino, является плата Arduino Uno (Рисунок 2). На плате установлен кварцевый резонатор 16 МГц, разъем интерфейса USB, разъем питания, разъем интерфейса внутрисхемного программирования и кнопка сброса. Встроенный стабилизатор напряжения позволяет питать



Рисунок 2. Процессорная плата Arduino Uno.

плату от сетевого адаптера или батареи, а также от интерфейса USB.

Сигналы 14 цифровых линий ввода/вывода и 6 аналоговых входов платы Arduino Uno выведены на разъемы. Шесть линий ввода/вывода могут использоваться как выходы ШИМ, – удобная функция для чего угодно – от диммирования освещения до управления электродвигателями. Эти же разъемы позволяют подключать мезонинные платы расширения (называемые Arduino Shield), которые могут содержать дополнительные электронные устройства и разъемы ввода/вывода.

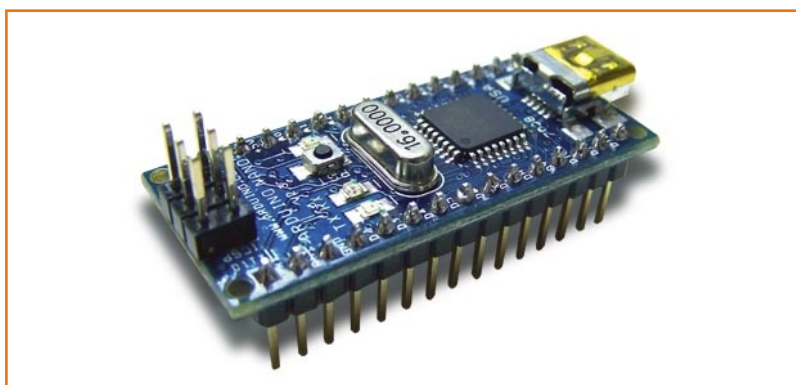


Рисунок 3. Arduino Nano.

Arduino Nano – чуть более компактная плата на микроконтроллерах ATmega328 или ATmega168, разработанная специально для

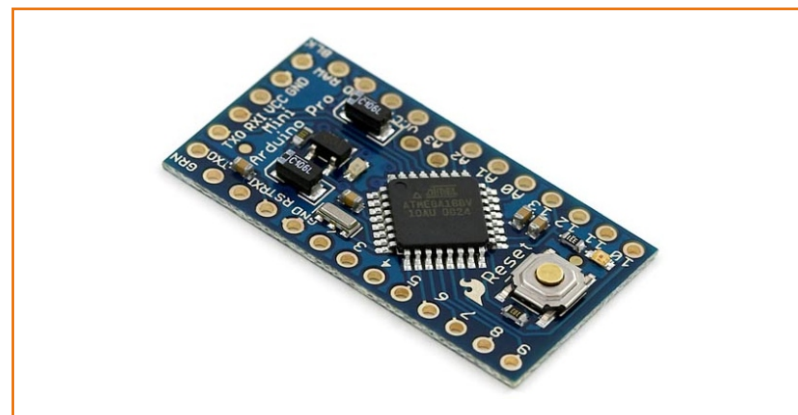


Рисунок 4. Arduino Mini.

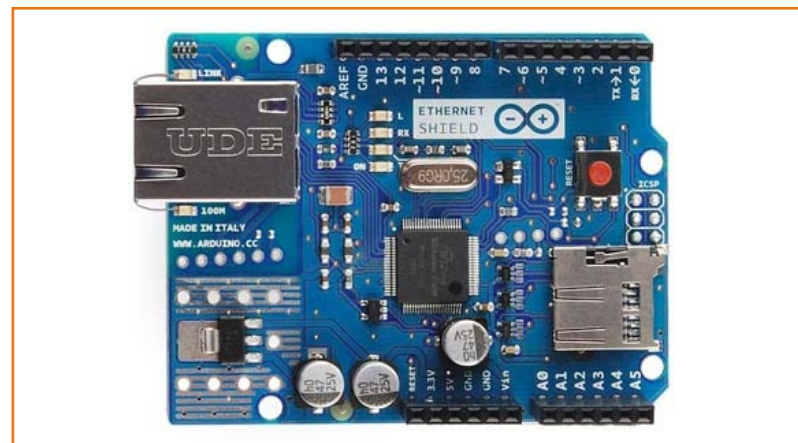


Рисунок 5. Arduino Ethernet.



Рисунок 6. Arduino LilyPad.

установки на макетные платы (Рисунок 3). В приложениях, для которых объем играет решающую роль, может использоваться плата

Arduino Mini (Рисунок 4). Другие доступные варианты процессорных плат содержат небольшую область для макетирования или встроенные коммуникационные средства, такие как Ethernet или Bluetooth (Рисунок 5). Одним из уникальных представителей семейства Arduino является плата LilyPad, разработанная для применения в «умной» одежде (Рисунок 6). Она может быть зашита в ткань и с использованием проводящих нитей соединена со встроенными источниками питания, датчиками и исполнительными устройствами. Плату даже можно стирать.

Программирование Arduino

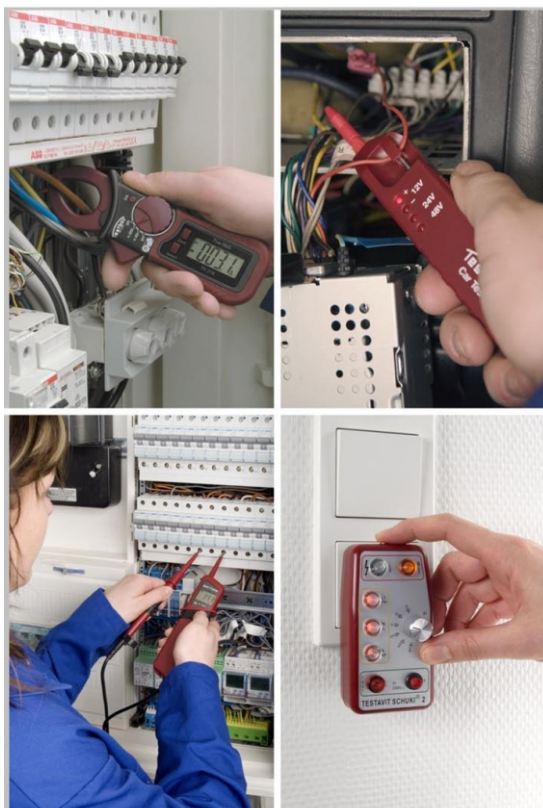
Аппаратная платформа Arduino поддерживается пакетом программного обеспечения с открытым исходным кодом, в который входит интегрированная среда разработки (IDE), стандартный язык программирования с компилятором и загрузчик, запускаемый непосредственно на процессорной плате.

Разработка программного обеспечения осуществляется с помощью Arduino IDE – осно-

ванного на языке программирования Processing и проекте Wiring кросс-платформенного приложения, написанного на Java. Хотя первоначально оно создавалась как введение в программирование для новичков, не знакомых с разработкой ПО, Arduino IDE имеет возможности расширения, позволяющие опытным программистам работать более комфортно и продуктивно. Редактор кода включает в себя такие функции, как подсветка синтаксиса, подсветка скобок и автоматический отступ, а также имеется функция компиляции и загрузки программы в микроконтроллер одним щелчком мыши.

Интегрированная среда разработки включает большой набор библиотек функций Си/Си++, поддерживающих большинство операций ввода/вывода. Полная версия среды разработки, коллекция расширений и демонстрационных приложений, коллекция разнообразных учебных программ – все доступно для свободного скачивания на сайте сообщества Arduino.

Окончание в следующем номере



**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ
www.decima.ru



**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ
РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ РАЗДЕЛКИ КАБЕЛЯ
И СНЯТИЯ ИЗОЛЯЦИИ**

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ
www.decima.ru



Сделано в Германии

**КЛЕММЫ, РАЗЪЕМЫ
МОДУЛИ ВВОДА-ВЫВОДА,
АКСЕССУАРЫ**

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ
www.decima.ru

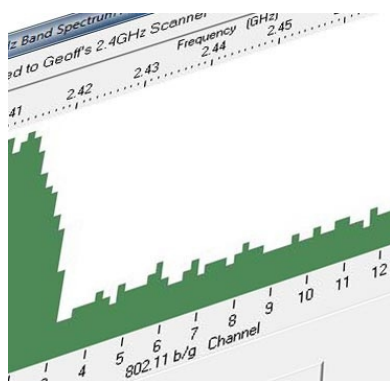
Сканер радиодиапазона 2.4 ГГц (Wi-Fi+ISM)

Geoff Graham

Задумывались ли вы над тем, что происходит в радиочастотном диапазоне 2.4 ГГц, в котором работают Wi-Fi и ISM устройства. На какой канал лучше настроить свой беспроводной маршрутизатор? Почему вы получаете такие низкие качественные показатели своей беспроводной сети? Соседские беспроводные устройства работают на той же частоте?

Просканировать Wi-Fi и ISM диапазон поможет описываемое устройство, кроме того, оно представит информацию в виде диаграмм, по которым вы сможете оценить уровень сигнала на каждой частоте диапазона. Сканер подключается к компьютеру (ноутбуку) по интерфейсу USB 2.0, на котором установлено специальное программное обеспечение, с помощью которого можно построить спектр или сохранить данные для дальнейшей обработки.

В устройстве используются два основных электронных компонента: радиомодуль компании Cypress и PIC микроконтроллер компании Microchip.



ISM диапазон 2.4 ГГц

ISM (Industrial, Scientific and Medical band) – диапазон частот для промышленной, научной и медицинской аппаратуры. Частотный диапазон ISM 2.4 ГГц (2.4...2.4835 ГГц) обеспечивает полосу пропускания 83.5 МГц. В этом диапазоне действуют микроволновые печи, беспроводные телефоны некоторых типов, Bluetooth устройства, беспроводные клавиатуры, игрушки, а также версии беспроводных локальных сетей от IEEE, которые формально обозначаются как 802.11 b/g/n. Чтобы не создавать помех другим пользователям, устройства должны быть относительно маломощными, и их действие ограничивается небольшими расстояниями. Работа в диапазонах ISM не требует лицензирования.

Поскольку вы не можете наблюдать, что происходит в этом диапазоне, вы не можете объяснить странное поведение вашего беспроводного устройства. К примеру, беспроводная клавиатура начинает пропускать символы. А происходит это может из-за того, что кто-то по близости пользуется беспроводным телефоном.

Больше всего страдают Wi-Fi сети. Они требуют широкой полосы пропускания, постоянно передают данные и чувствительны к помехам. Вот почему, не всегда удается наладить беспроводные сети с приличным рабочим расстоянием и приходится отказаться от их использования.

Сканер предоставит визуальные данные, характеризующие активность во всем диапазоне, и подскажет наилучшие частоты для использования. При использовании сканера совместно с ноутбуком вы можете определить виновника «засорения» эфира.

Как работает сканер

Функциональная схема сканера исключительно проста (Рисунок 1).

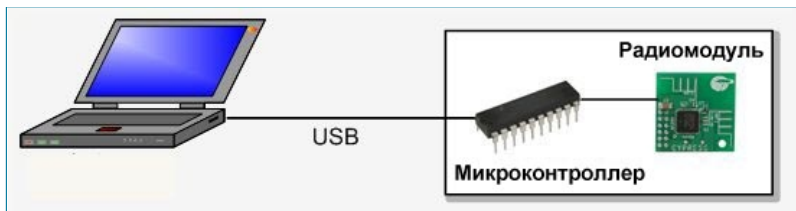


Рисунок 1. Функциональная схема сканера.

Радиомодуль – это компактная плата на базе системы-на-кристалле CYWUSB6935, представляющая собой приемопередатчик диапазона 2.4 ГГц с низким энергопотреблением (Рисунок 2). Управляется модуль микроконтроллером по интерфейсу SPI. Управление чипом означает запись данных в определенные регистры для установки различных параметров (например, рабочей частоты) и чтение данных из регистров. Чип специально разработан для работы в диапазоне 2.4 ГГц, и поддерживает режим прослушивания частот, которые уже используются другими устройствами. Эта возможность позволяет микроконтроллеру перед передачей выбрать свободную частоту.

Радиомодуль выдает уровень сигнала как число от 0 до 30. «0» означает отсутствие сигнала. Мы используем эту возможность в нашем проекте – микроконтроллер передает модулю значение частоты и команду измерения уровня сигнала на этой частоте. Затем, после выполнения запроса, микроконтроллер

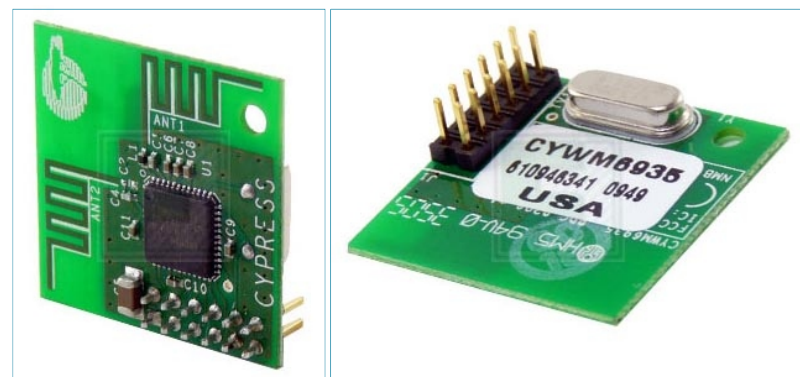


Рисунок 2. Радиомодуль на базе системы-на-кристалле CYWUSB6935.

указывает переход на следующую частоту. И так операции повторяются, пока не будет пройден весь ISM диапазон.

Как вы заметили, мы не используем функции передачи/приема данных, которые в практических приложениях являются основными.

В нашем проекте мы используем микроконтроллер PIC18F2550 со встроенным интерфейсом USB 2.0. Микроконтроллер устанавливает радиомодуль на частоту, получает от него данные об уровне сигнала, сохраняет их во внутренней памяти и устанавливает следующую частоту. После прохождения всего ISM диапазона 2.4 ГГц микроконтроллер отправляет данные в компьютер, где пользовательская программа отображает результирующий спектр.

Принципиальная схема

Принципиальная схема сканера изображена на Рисунке 3. Поскольку микроконтроллер интегрирует в себе все необходимое для USB, в том числе стабилизатор напряжения 3.3 В, буфер памяти и приемопередатчик, все что нужно сделать нам – это подключить USB кабель к выводам 15 и 16 микроконтроллера и конденсатор к выводу 14 для фильтрации напряжения 3.3 В от встроенного стабилизатора.

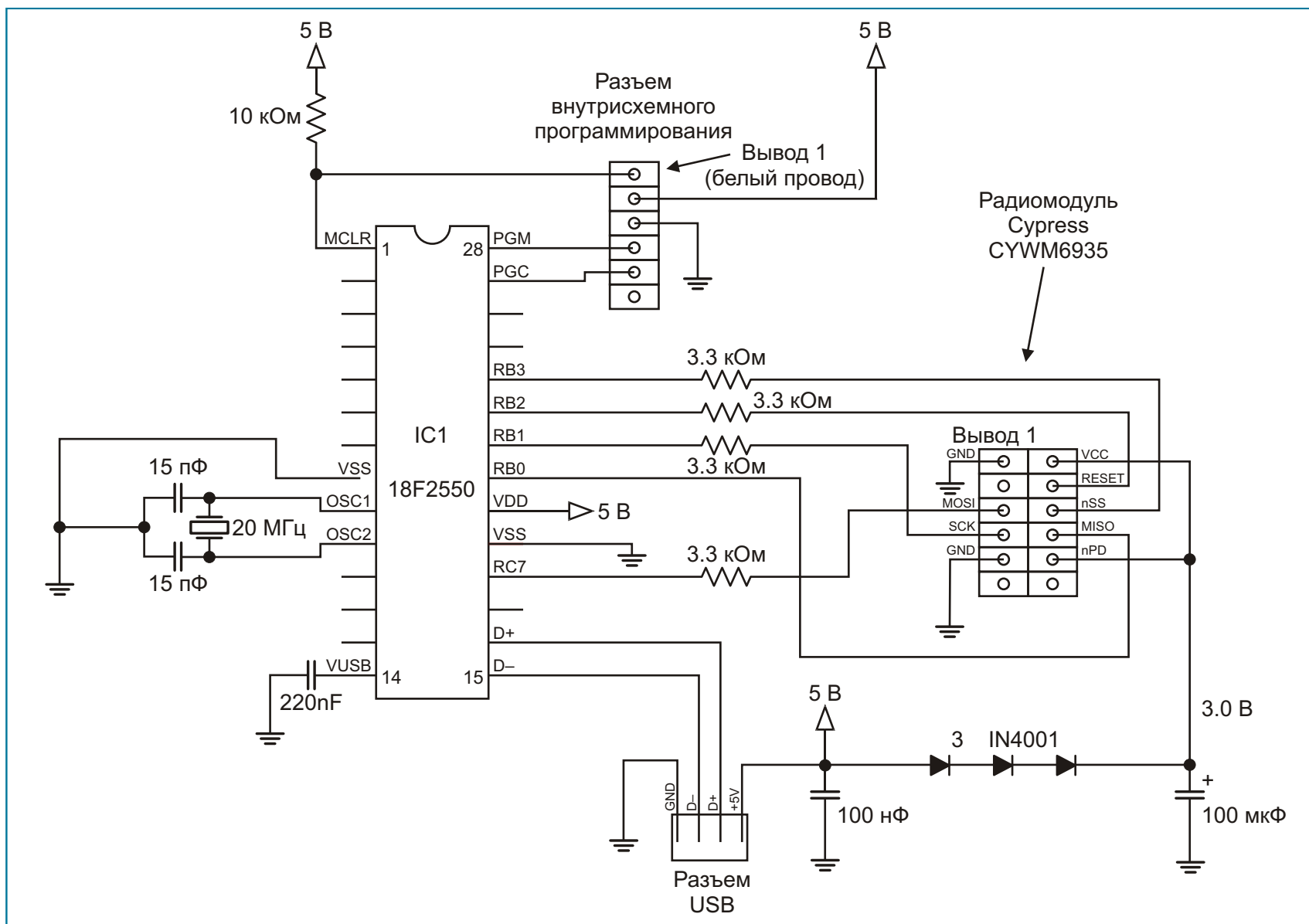


Рисунок 3. Принципиальная схема сканера.

Тактирование микроконтроллера осуществляется от кварцевого резонатора 20 МГц с двумя нагрузочными конденсаторами 15 пФ. Внутренний делитель микроконтроллера делит тактовую частоту на 5, чтобы получить значение частоты 4 МГц, которая будет использоваться для синхронизации системы ФАПЧ, работающей на частоте 48 МГц. Это основная тактовая частота, на которой работают USB интерфейс и ядро.

Разъем внутрисхемного программирования позволяет перепрограммировать микроконтроллер без извлечения из устройства, и его можно не устанавливать. Резистор номиналом 10 кОм, подключенный к выводу 1 микроконтроллера, подтягивает вывод MCLR (сброс) к высокому уровню.

Питание сканера получает от интерфейса USB, т.к. схема потребляет незначительный ток. Для питания радиомодуля необходимо

напряжение от 2.7 до 3.6 В. Напряжение порядка 3.0 В мы можем получить от шины 5 В, включив последовательно 3 диода типа 1N4001 (на каждом диоде падение напряжения около 0.7 В). Это, конечно же, самый простой и дешевый, но вполне надежный способ.

CYWUSB6935 имеет на входах защитные диоды. Это означает, что для управления можно использовать 5-вольтовые логические сигналы микроконтроллера, включив последовательные резисторы для ограничения тока. Мы выбрали резисторы с сопротивлением 3.3 кОм.

Программа микроконтроллера

Программа микроконтроллера PIC18F2550 написана под Си компилятор CCS и использует его стек протокола USB, который, в свою очередь, является производным от кода Microchip. Программа не очень сложна, и сводится к чтению данных об уровне сигнала по каналам частотного диапазона.

Для каждой частоты производится несколько последовательных считываний уровней сигнала, до получения устойчивых данных. Затем это значение сохраняется в памяти микроконтроллера и устанавливается следующее значение частоты для измерения. По завершению сканирования всего диапазона, сохраненные данные передаются в компьютер по интерфейсу USB. Система-на-кристалле CYWUSB6935 поддерживает установку частоты с шагом 1 МГц, и, поскольку ширина нашего ISM диапазона получилась равной 85 МГц, микроконтроллер отправит на компьютер 85 значений. Несмотря на то, что микроконтроллер для получения устойчивых данных проводит несколько операций чтения, общая производительность сканера достаточно высока – 4 полных прохода спектра за одну секунду.

Прошивку и исходный код программы микроконтроллера можно скачать в разделе загрузок.

Программное обеспечение для ПК

Программа для компьютера написана в среде Visual Basic 5. Программа сделана весьма бесхитростно, т.к. постоянно отслеживает USB интерфейс на предмет поступления новых данных, и, соответственно, отнимает много процессорного времени. Но, скорее всего, вы не будете использовать сканер постоянно, и во время работы с ним не будете запускать компьютерные игры, поэтому данное неэффективное решение в нашем случае особого значения не имеет.

Программа при получении данных сохраняет их в массив, и когда дело доходит до прорисовки спектра на дисплее, из массива выбирается максимальное значение для каждой частоты. Для выбранного максимального значения рисуется столбик диаграммы. Поступающие новые данные заменяют в массиве предыдущие. Слайдер в окне программы позволяет установить количество данных, сохраняемых для каждой частоты. По умолчанию значение равно 350, что соответствует времени накопления данных 90 секунд.

Это означает, что у задержки есть «память», т.е. одно максимальное значение уровня сигнала сохраняется на экране около 90 секунд, а затем меняется на новое. Это сделано для того, было проще разобраться, какие частоты используются беспроводными устройствами наиболее интенсивно. Изменяя положение слайдера, пользователь регулирует размер массива данных и, следовательно, время обновления экрана. Чем меньше размер массива, тем быстрее происходит обновление дисплея. Для приостановки отображе-

ния данных предназначена кнопка Pause. При повторном нажатии на кнопку массив данных очищается и начинается его заполнение новыми данными.

Кнопка Export предназначена для экспорта текущих отсчетов в файл .csv, который может быть загружен в программу Excel для обработки и построения графиков.

Помимо исходного кода на Visual Basic, имеется исходный код, портированный на Си, написанный в среде Microsoft Visual C# 2010 Express (бесплатная версия). Его структура при портировании не претерпела каких-либо изменений, но была создана новая версия динамической подключаемой библиотеки функций MPUSBAPI, в соответствии с требованиями Си. Стоит отметить, что файл **mpusbapi.dll** должен находиться в папке с программой.

Использующий стандартный USB интерфейс сканер, может быть подключен к любому компьютеру, на котором установлена ОС



Рисунок 4. *Окно диспетчера задач после установки драйвера сканера.*

Windows XP/Vista/7. Перед тем как подключать устройство к компьютеру необходимо проверить аппаратную часть (монтаж и подключение USB кабеля), затем нужно установить программное обеспечение, вместе с которым будет установлен и драйвер сканера, после чего сканер можно подключать к компьютеру. В диспетчере устройств, в разделе «Другие устройства», вы также увидите подключенный в системе сканер ISM диапазона (Рисунок 4).

При запуске программы на компьютере вы должны увидеть, что устройство подключено: «Connected to Geoff's 2.4GHz Scanner». Если вы увидите сообщение «Scanner not found» – значит устройство либо не подключено, либо не работает.

Так как наша схема не слишком сложна, для сборки устройства был выбран самый простой путь – макетная плата (Рисунок 5). Для подключения радиомодуля использовались отрезки провода, чтобы отдалить радиомодуль от микроконтроллера для минимизации помех. Кабель USB был использован стандартный, сигнальные провода кабеля припаяны непосредственно к макетной плате. Обратите внимание, что провода кабеля цветные, и обычно красный и черный – это линии питания +5 В и «земля», соответственно, но перед пайкой это лучше проверить. Сигнал D+ подключается к выводу 16 микроконтроллера, сигнал D- – к выводу 15.

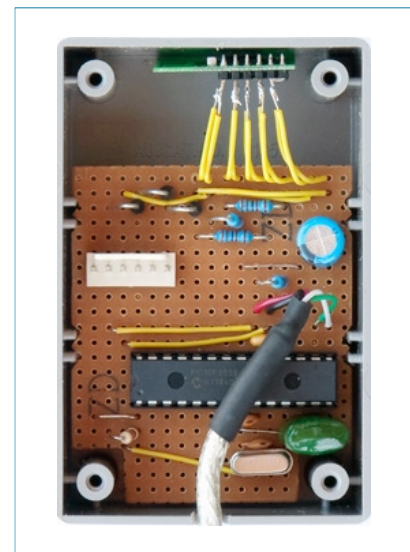


Рисунок 5. *Конструкция сканера.*

Работа со сканером

При запуске программы и подключении сканера к USB в основном окне программы вы увидите спектр сигнала диапазона 2.4 ГГц. Если поблизости нет беспроводных устройств работающих в диапазоне 2.4 ГГц, спектр будет отображать фоновый шум и шум радиочастот-

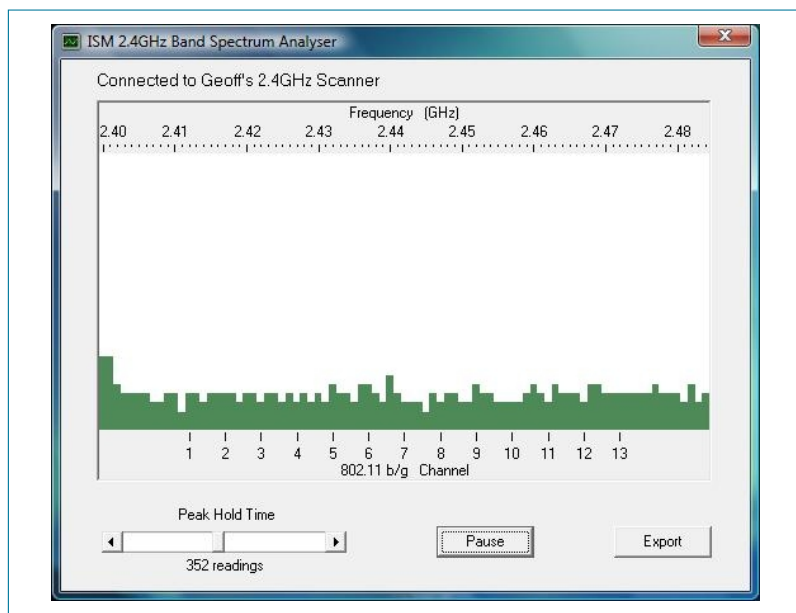


Рисунок 6. Спектр фоновых шумов.

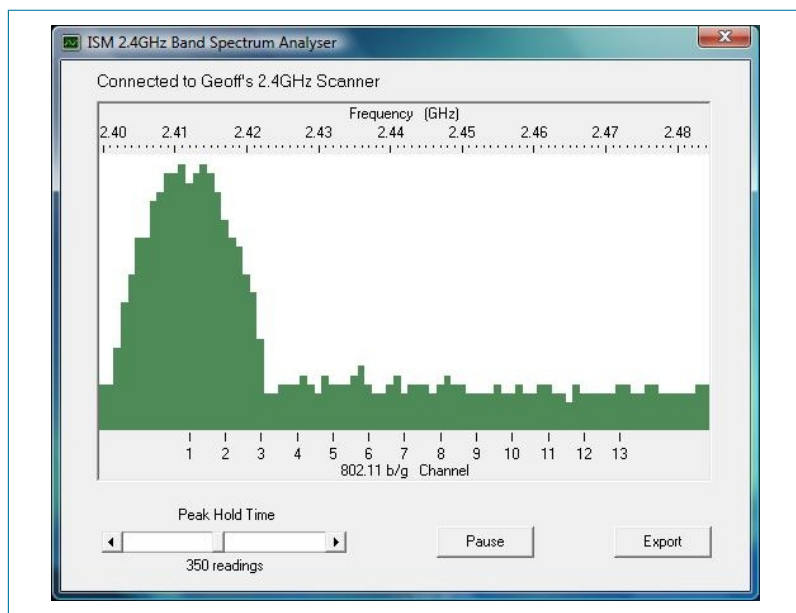


Рисунок 7. Спектр сигнала беспроводного Wi-Fi 802.11n маршрутизатора.

ной части системы-на-кристалле CYWUSB6935 (Рисунок 6).

Обратите внимание, что вертикальная шкала (уровень сигнала) не откалибрована, она носит относительный характер, так как отображает уровень сигнала, сообщаемый радиомодулем.

Спектр сигнала на Рисунке 7 отображает работу беспроводного Wi-Fi 802.11n маршрутизатора, настроенного на 1 канал диапазона и расположенного примерно в 12 метрах от сканера.

Как вы можете видеть, сигнал маршрутизатора 802.11n (а также 802.11g) распространяется на 6 каналов. Следовательно, более оптимальным для установки Wi-Fi сети является использование 1 и 13 канала, т.к. мы получаем некоторое количество свободных каналов с одной стороны. Однако при использовании 13 канала могут возникнуть другие проблемы, т.к. не все беспроводные устройства могут работать на 13 канале.

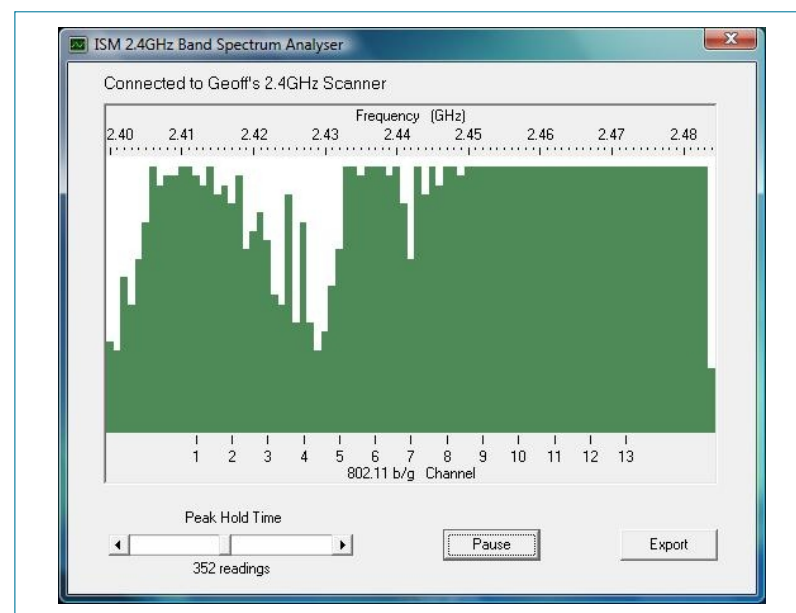


Рисунок 8. Спектр сигнала беспроводного Wi-Fi 802.11n маршрутизатора во время работы микроволновой печи.

Следующий скриншот (Рисунок 8) демонстрирует такую же ситуацию с беспроводным маршрутизатором, но во время работы микроволновой печи.

Это была обычная модель микроволновой печи, без каких либо особенностей, которая работала примерно в 10 метрах от сканера. Как вы видите по спектру, верхние частоты диапазона полностью задавлены. Все микроволновые печи, похоже, используют эту часть диапазона 2.4 ГГц. Поэтому 1 канал диапазона предпочтительнее для настройки беспроводного маршрутизатора, если, конечно, ваш сосед не занял его первым.

На последнем скриншоте (Рисунок 9) изображен спектр сигнала при обмене беспроводной Bluetooth мыши с компьютером. В Bluetooth применяется метод расширения спектра со скачкообразной перестройкой частоты (англ. Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS). Метод FHSS прост в реали-

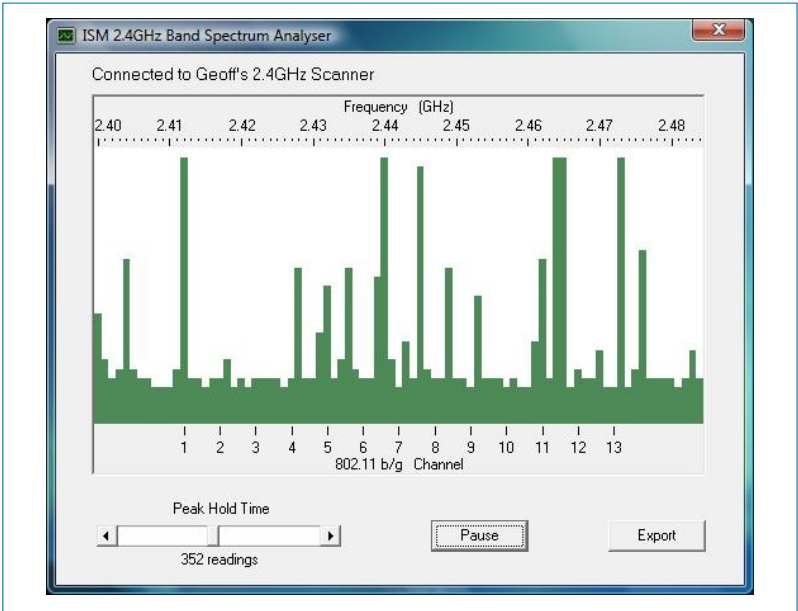


Рисунок 9. Спектр сигнала при обмене беспроводной Bluetooth мыши с компьютером.

зации, обеспечивает устойчивость к широкополосным помехам, а оборудование стоит недорого. На спектре мы видим несколько столбиков, что является показателем хорошей работы Bluetooth устройств.

Загрузки

Прошивка микроконтроллера и исходный код	
Программное обеспечение для ПК, исходные коды (Visual Basic, C#), драйвер для Windows 7 32/64	

Недорогой ПНЧ с хорошей линейностью и широким динамическим диапазоном

Jordan Dimitrov, Канада

EDN

Предлагается недорогая схема преобразователя напряжение-частота (ПНЧ) с хорошими характеристиками. Все компоненты для схемы вы можете за несколько долларов купить в ближайшем магазине электроники.

Схема имеет большое входное сопротивление, работает от однополярного источника питания и может непосредственно подключаться к микроконтроллерам. Нелинейность ПНЧ не превышает 0.1%, вплоть до частоты 700 кГц, а динамический диапазон равен 60 дБ. Схема состоит из интегратора, компаратора и ждущего мультивибратора (Рисунок 1).

Выходная частота пропорциональна входному напряжению:

где

V_{CC} – напряжение питания, равное 5 В,

t_{OS} – длительность импульса мультивибратора, определяемая выражением

$$t_{OS} = 0.7 R_{OS} C_{OS}.$$

Напряжение питания V_{CC} должно быть отфильтрованным и хорошо стабилизированным, так как при изменении V_{CC} наклон характеристики преобразования также изменяется.

Элементы интегратора C_{INT} и R_{INT} в выражение для t_{OS} не входят, поэтому они не должны быть ни стабильными, ни прецизионными. Однако, и это очень важно, конденсатор C_{INT} должен иметь небольшой коэффициент диэлектрической абсорбции.

Для того чтобы ПНЧ гарантированно начинал генерировать импульсы при любом входном напряжении, сделана схема запуска, состоящая из времязадающей цепи R_1 , C_1 , R_2 и интегрального ключа S_1 . После включения питания ключ остается

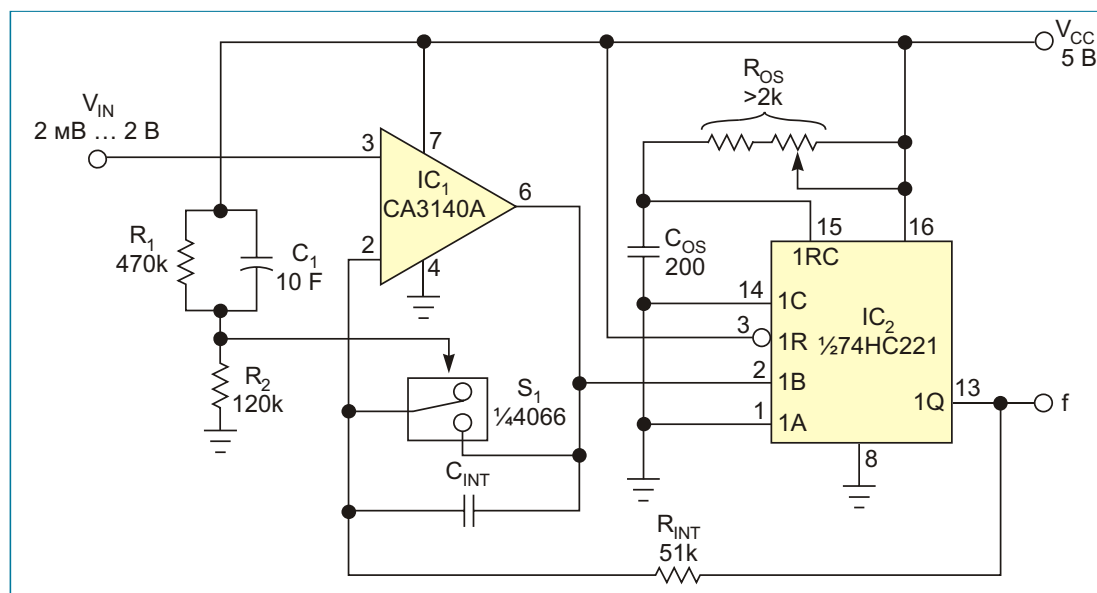


Рисунок 1. Из трех недорогих микросхем и нескольких пассивных компонентов можно собрать ПНЧ с хорошей линейностью, скоростью и динамическим диапазоном.

открытым в течение приблизительно 1 с, давая возможность конденсатору C_{INT} полностью разрядиться. После открывания ключа S_1 конденсатор C_{INT} начинает заряжаться фиксированным током, величина которого прямо пропорциональна входному напряжению. В результате на выходе интегратора образуется нарастающее пилообразное напряжение. В момент, когда это напряжение достигает порогового уровня триггера Шмитта на входе 1В микросхемы IC_2 , последняя генерирует одиночный импульс. Поскольку амплитуда импульса превышает входное напряжение, ток, протекающий через C_{INT} , меняет направление, и конденсатор частично разряжается (Рисунок 2).

После окончания импульса выходное напряжение интегратора вновь начинает линейно нарастать, и цикл повторяется. Благо-

Таблица 1. Характеристики ПНЧ для различных диапазонах выходных частот

Максимальная частота (кГц)	Длительность t_{OS} (мкс)	R_{OS} (кОм)	C_{INT} (пФ)	Ошибка линейности (% от полной шкалы)
50	8	57.2	400	± 0.044
100	4	28.6	200	± 0.056
200	2	14.2	100	± 0.021
400	1	7.15	50	± 0.031
600	0.67	4.77	33	± 0.066
800	0.5	3.58	25	± 0.11
1000	0.4	2.86	20	± 0.42

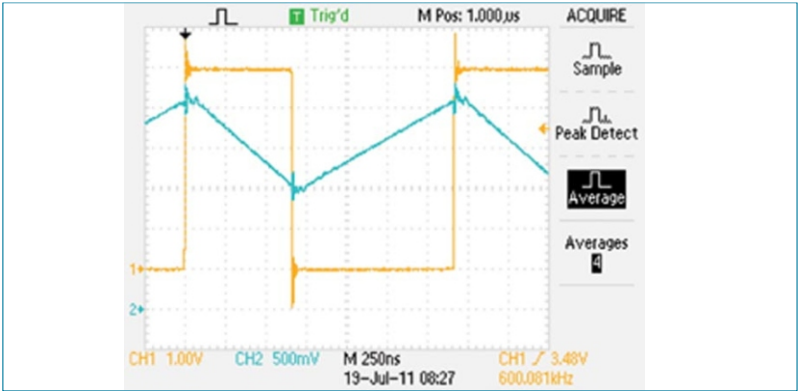


Рисунок 2. Поскольку амплитуда импульса превышает входное напряжение, ток, протекающий через C_{INT} , меняет направление, и конденсатор частично разряжается.

даря триггеру Шмитта, встроенному на вход микросхемы ждущего мультивибратора IC_2 , отпадает необходимость в отдельном компараторе. Для многих приложений какая-либо дополнительная настройка ПНЧ не требуется. Масштаб преобразования, можно менять, руководствуясь Таблицей 1, с помощью подстроечного резистора, составляющего часть R_{OS} .

Варьируя значения C_{INT} и R_{OS} , можно управлять диапазоном выходных частот ПНЧ. От диапазона существенным образом зависит линейность схемы. В таблице приведены значения ошибки линейности в процентах от полной шкалы, определявшейся по результатам измерений одиннадцати равноотстоящих значений входного напряжения в диапазоне от 2 мВ до 2 В.

Ссылки

1. Williams, Jim, «0.02% V/F converter consumes only 26 μ A,» EDN, July 4, 1996.
 2. Williams, Jim, «1-Hz to 100-MHz VFC features 160-dB dynamic range,» EDN, Sept 1, 2005, pg 82.
 3. «LM231A/LM231/LM331A/LM331 precision voltage-to-frequency converters,» National Semiconductor, April 2006.
 4. Pease, Robert A, «Wide-Range Current-to-Frequency converters,» AN-240, National Semiconductor, May 1980.
 5. Pease, Robert A, «New Phase- Locked-Loops Have Advantages as Frequency-to-Voltage Converters (and more),» AN-210, National Semiconductor, April 1979.
-

Добавьте дополнительный выход к повышающему DC/DC преобразователю

Владимир Олейник, Россия

EDN

Микросхемы повышающих преобразователей широко используются в аппаратуре с батарейным питанием. Как правило, такие микрос-

хемы имеют один выход с фиксированным или регулируемым напряжением. Некоторые преобразователи снабжены функцией контроля

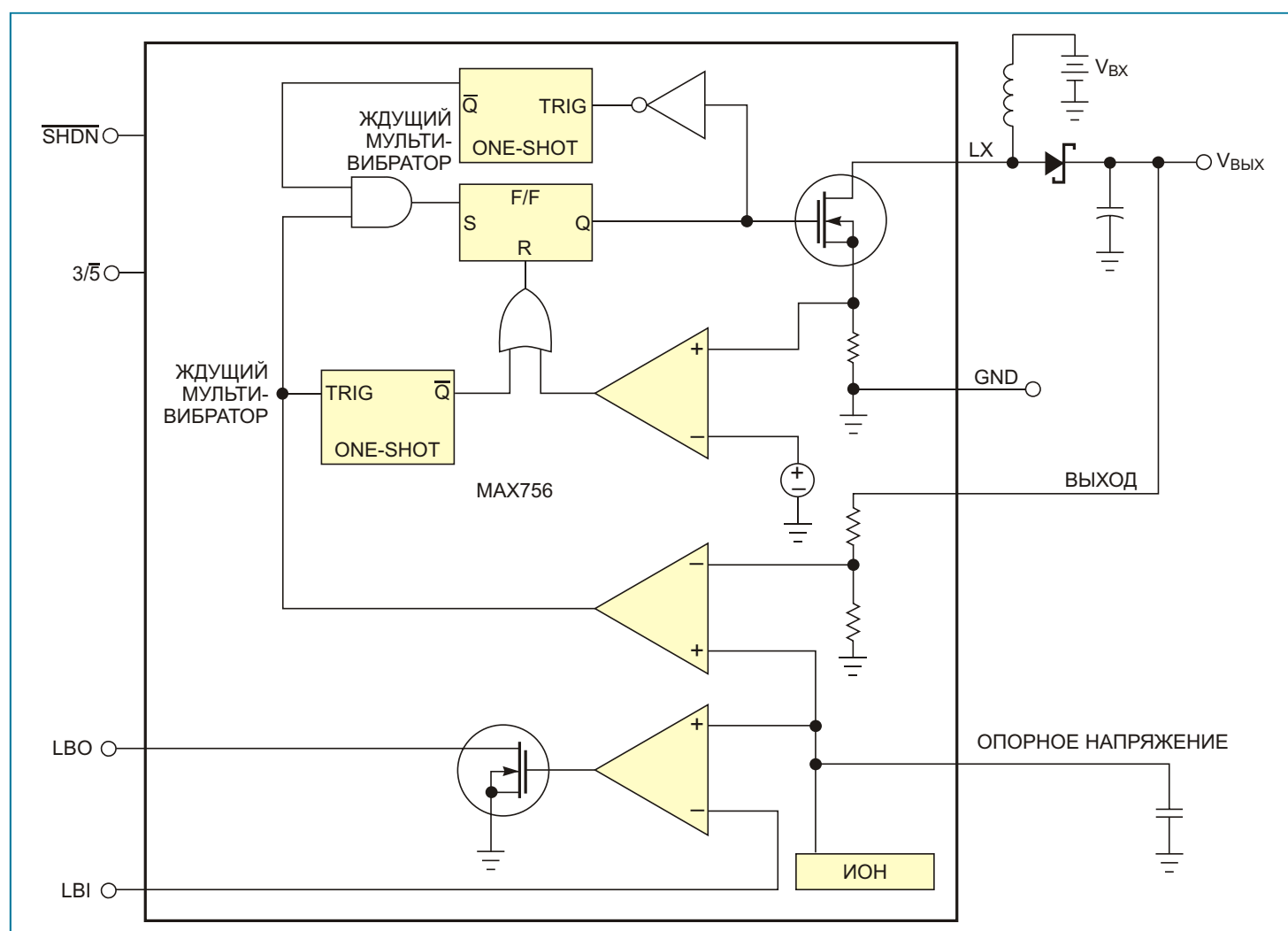


Рисунок 1. Элементы схемы контроля состояния батареи в этом повышающем DC/DC преобразователе с фиксированным выходом можно использовать для создания второго канала стабилизированного напряжения.

напряжения батареи, для чего в них предусматриваются выводы LBI/LBO (low-battery-in/low-battery-out – батарея-разряжена-вход/батарея-разряжена-выход). Разработчики компонентов добавляют эти выводы для того, чтобы следить за состоянием батареи и предупреждать пользователей гаджетов о ее разряде. Отказавшись от использования этой функции, можно получить дополнительный выход стабилизированного напряжения.

Повышающий преобразователь MAX756 обеспечивает выбираемые внешним выводом выходные напряжения 3.3 и 5 В, с токами 300 и 200 мА, соответственно (Рисунок 1). Диапазон входных напряжений – от 0.7 до 5.5 В. Для контроля разряда батареи в микросхеме имеются компаратор, источник опорного напряжения и MOSFET транзистор с открытым стоком. Если напряжение на входе LBI опускается ниже порога 1.25 В, соединенный с выходом LBO MOSFET транзистор открывается и начинает пропускать втекающий ток на «землю».

Эти элементы микросхемы можно использовать для того, чтобы сделать второй канал стабилизированного напряжения (Рисунок 2).

Выходное напряжение устанавливается делителем R1, R2 согласно выражению:

$$\text{ВЫХОД_2} = V_{\text{REF}}(R_1 + R_2)/R_2$$

где V_{REF} – напряжение внутреннего опорного источника, равное для данной микросхемы 1.25 В.

Напряжение на ВЫХОД_2 можно устанавливать в пределах 1.25...5 В, если оно остается меньше напряжения на ВЫХОД_1. Поскольку ВЫХОД_2 забирает ток от ВЫХОД_1, суммарный ток обоих выходов не должен превышать 200 мА при напряжении 5 В, и 300 мА при напряжении 3.3 В.

Выводы LBI/LBO можно также использовать для создания второго повышающего преобразователя. На Рисунке 3 показан возможный вариант построения его схемы на микросхеме счетверенного триггера Шмитта CD4093 с логикой «2И-НЕ», дросселе L₂, резисторах R₂...R₄ и элементах Q₁, D₁, C₁, C₂. Элементы IC_{1B}, R₂ и C₁ образуют автоколебательный генератор, работа которого разрешается элементом IC_{1A}. Для указанных на схеме номина-

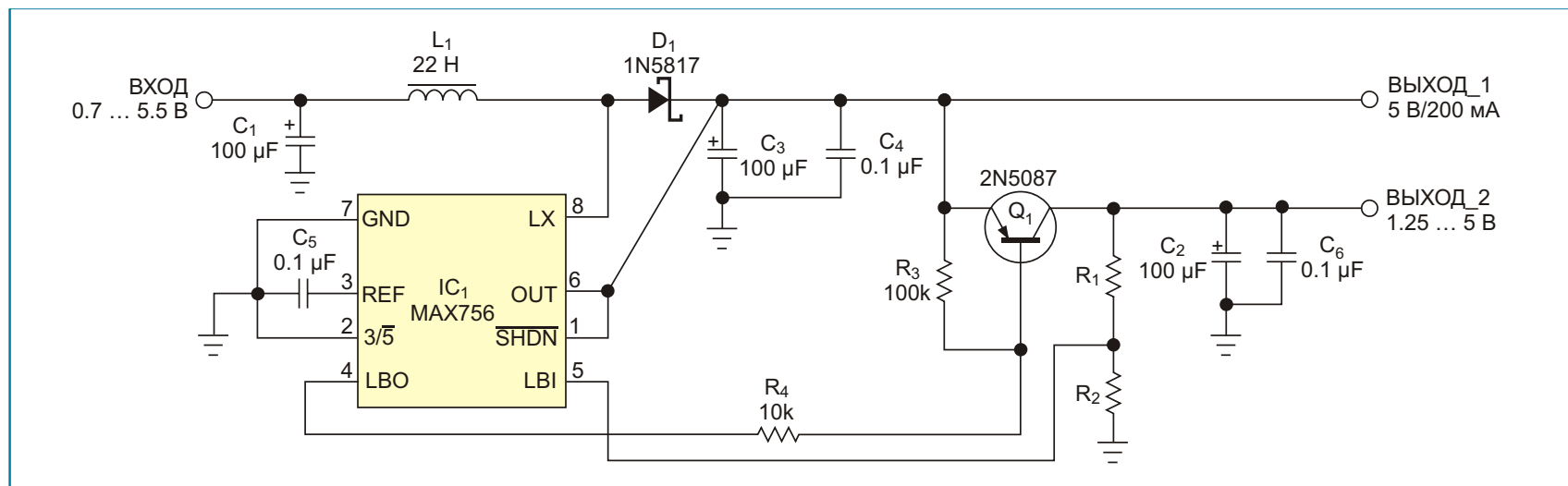


Рисунок 2. С помощью выводов LBI и LBO повышающего DC/DC преобразователя можно управлять LDO стабилизатором напряжения.

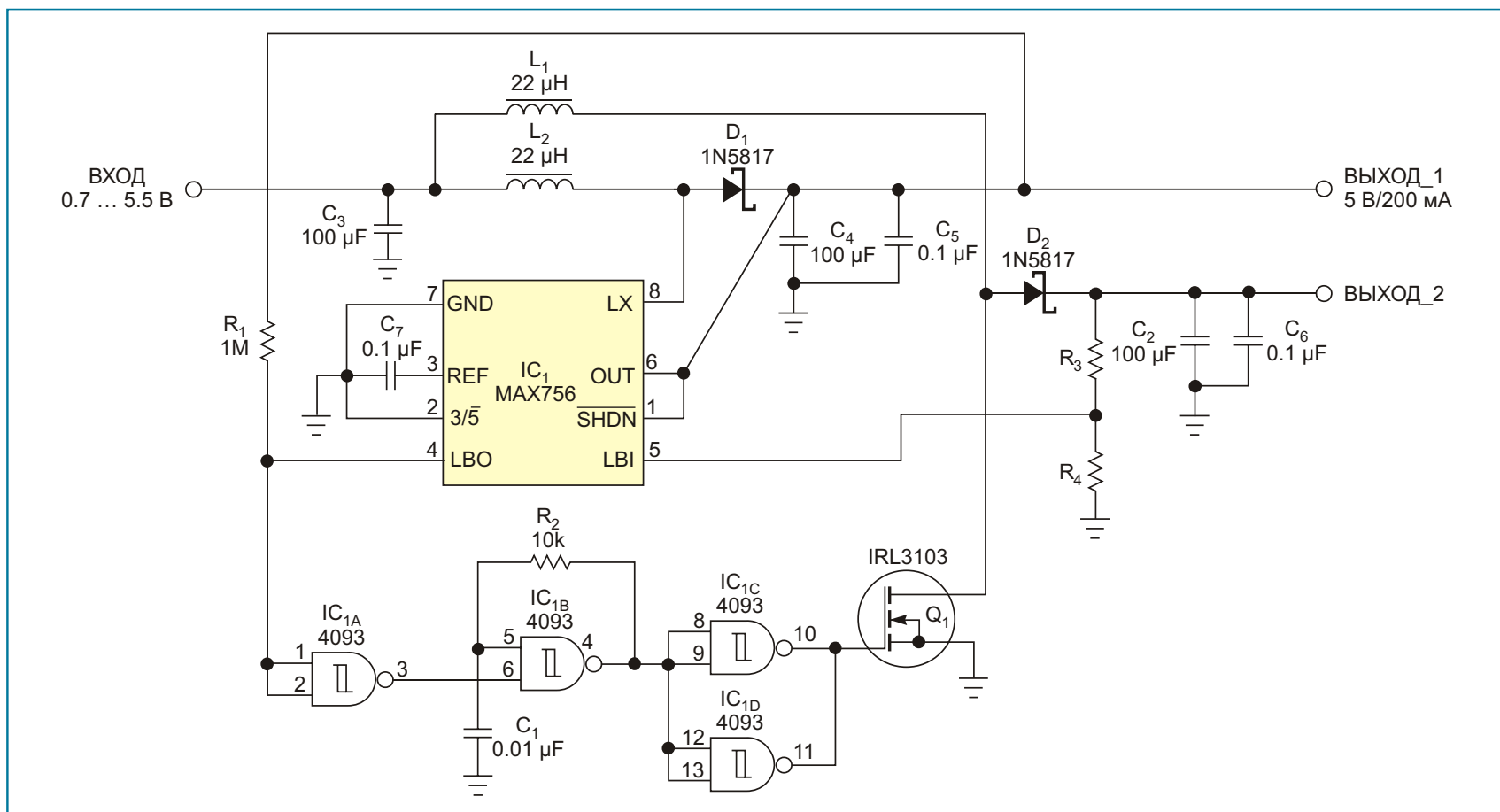


Рисунок 3. **Используя выводы LBI и LBO, можно сделать еще один повышающий преобразователь напряжения.**

лов R_2 и C_1 частота генерации равна приблизительно 17 кГц.

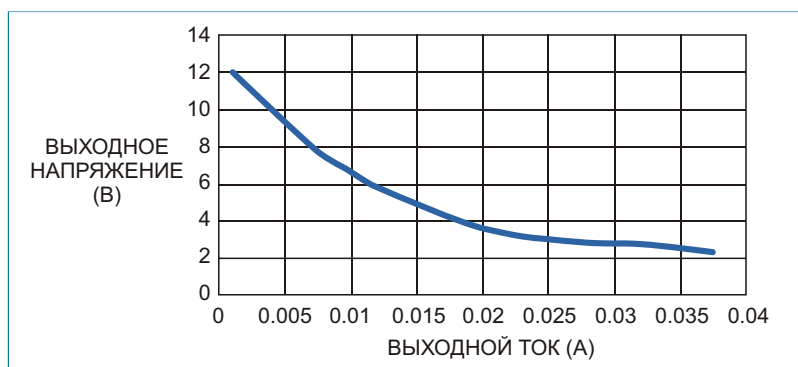


Рисунок 4. **При входном напряжении 1 В схема не в состоянии стабилизировать выходное напряжение, которое падает пропорционально выходному току.**

Когда напряжение на выводе LBI меньше 1.25 В, низкий уровень напряжения на выходе LBO разрешает работу генератора на элементе IC_{1B} . IC_{1C} и IC_{1D} буферизуют выход генератора и управляют MOSFET транзистором Q_1 . При включенном Q_1 через него протекает ток дросселя L_1 . При выключенном транзисторе энергия, накопленная в дросселе заряжает конденсатор C_2 через диод D_1 . Делителем R_3 , R_4 устанавливается необходимое напряжение на ВЫХОД_2, в соответствии с выражением

$$\text{ВЫХОД}_2 = 1.25 \text{ В} \cdot (R_3 + R_4) / R_4$$

IC_1 питается напряжением, получаемым с ВЫХОД_1.

Напряжение на ВЫХОД_2 является функцией выходного тока и входного напряжения (Рисунок 4). При достаточном входном напряжении график зависимости напряжения от

тока будет иметь плоский участок, в пределах которого происходит эффективная стабилизация напряжения (Рисунки 5 и 6).

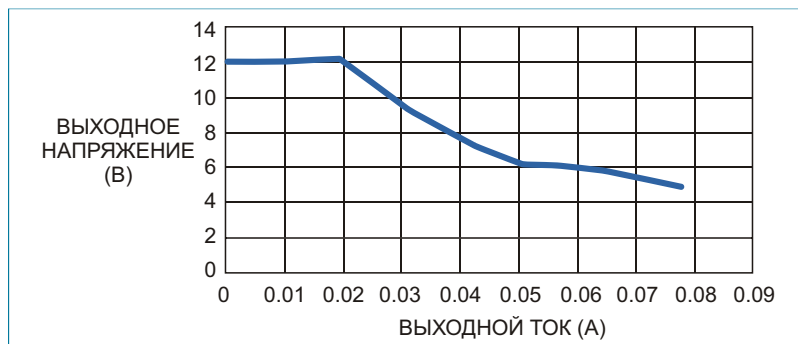


Рисунок 5. При входном напряжении 2 В схема стабилизирует напряжение при выходном токе до 20 мА.

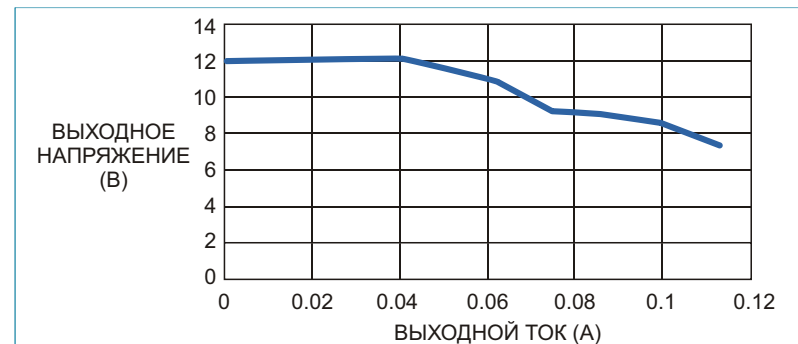


Рисунок 6. При входном напряжении 3 В схема стабилизирует напряжение при выходном токе до 40 мА.

Диодно-конденсаторным умножителем напряжения управляет программа



William Grill, Riverhead Systems

EDN

8-выводной микроконтроллер умножает и стабилизирует напряжение, питающее внешнюю нагрузку

В предлагаемой схеме микроконтроллер PIC12F510 фирмы Microchip используется для управления многозвенным умножителем напряжения. Один из выводов контроллера выполняет две функции, являясь выходом статусного сигнала и входом подключения нагрузки (Рисунок 1). Часть выходного напряжения умножителя сравнивается на внутреннем аналоговом компараторе контроллера с опорным напряжением 0.6 В, которое также вырабатывается в контроллере. Таким образом, через микроконтроллер замыкается цепь обратной связи умножителя.

Эта схема надежно работает в составе беспроводного монитора, повышая напряжение питания периодически включающегося

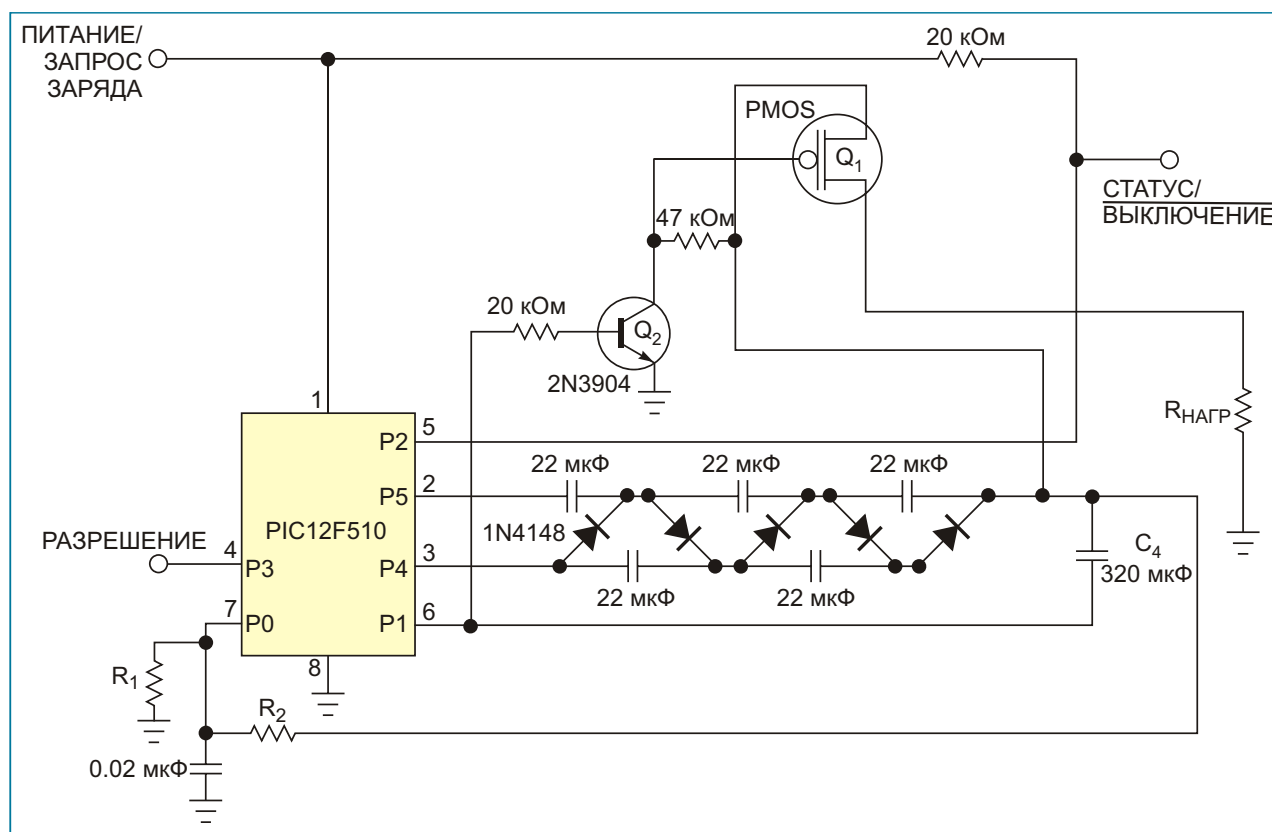


Рисунок 1. Эта схема под управлением микроконтроллера превращает 3 В в стабилизированное напряжение 12 В.

передатчика для увеличения дальности связи. Умножитель позволяет получить выходное напряжение от 12 до 15 В при токе нагрузки от 9 до 11 мА.

При включении питания программа, исходный ассемблерный код которой можно скачать по ссылке в конце статьи, проверяет состояние порта P3 (вывод 4) микроконтроллера. Высокий уровень напряжения на этом входе считается разрешающим сигналом, и контроллер начинают генерацию парафазных импульсов ШИМ на выходах P4 и P5 (выводы 3 и 4, соответственно).

Конденсаторы многозвенного умножителя начинают заряжаться. На это время контроллер устанавливает логический «0» на статусном выводе 5 (порт P2), сообщая о том, что выходное напряжение еще не достигло установившегося значения. Сопротивления резисторов делителя R_1 , R_2 выбирают таким образом, чтобы требуемому значению выходного напряжения соответствовало 0.6 В на входе P0 (вывод 7). Когда выходное напряжение достигает заданного значения, статусный вывод переключается в третье состояние, и резистор сопротивлением 20 кОм подтягивает напряжение вывода к шине положительного питания. Затем выход P2 становится входом.

Если теперь подать на этот вывод логический «0», микроконтроллер установит на выводе 6 (P1) высокий уровень. Транзистор Q_2 откроется, открывая, в свою очередь MOSFET транзистор Q_1 , и выходное напряжение умножителя с конденсатора C_4 будет подано на нагрузку. В тоже время, нижний по схеме вывод конденсатора C_4 оказывается подключенным теперь не к «земле», а к положительной шине питания, добавляя несколько вольт к выходному напряжению умножителя.

Программно генерируемые на выводах 2 и 3 сигналы ШИМ имеют длительность 700 мкс и коэффициент заполнения 50%. Меняя программный код, вы можете управлять этими параметрами. Контроллер использует внутренний генератор 4 МГц и поддерживает блок пользовательских настроек. При разряде умножителя на нагрузку программа продолжает контролировать вход разрешения и напряжение обратной связи на конденсаторе C_4 , а также, генерировать импульсы ШИМ. Для правильной работы программы необходимо установить некоторые конфигурационные биты:

```
Configuration Bits
Settings
IKTOSC with 1.125 ms DRT
WDT disabled
Code protection off
GF3/MCLR pin functions as GP3, MCLR internally tied to VDD
4 MHz INTOSC Speed
```

Загрузки

Исходный ассемблерный код программы микроконтроллера



Детектор перехода сетевого напряжения через ноль с минимальным количеством высоковольтных компонентов

Luca Matteini, Италия

EDN

Предлагается гальванически изолированная схема, формирующая короткий импульс при переходе сетевого напряжения через ноль. Импульс возникает примерно за 200 мкс до пересечения нуля. Схема может иметь много применений, в частности, для улучшения условий выключения тиристора путем упреждающего разрыва тока управляющего электрода. Поскольку импульс генерируется только тогда, когда входное напряжение сети близко к нулю, потребляемая схемой мощность невелика и составляет порядка 200 мВт при входном напряжении 230 В/50 Гц.

Конденсатор C_1 заряжается до 22 В – уровня ограничения стабилитрона D_3 (Рисунок 1, [1]). Входной ток ограничивается резисторами R_1 и R_5 . Когда выпрямленное входное напряжение опускается ниже

напряжения на конденсаторе C_1 , открывается транзистор Q_1 и генерирует импульс длительностью в несколько сотен микросекунд. Оптопара IC_1 обостряет фронты и делает выходной импульс более прямоугольным. Требования к R_1 и R_5 определяются среднеквадратичным значением (с.к.з.) входного напряжения. Подойдут резисторы типоразмера 1206, рассчитанные, как правило, на рабочее напряжение 200 В с.к.з. Входное напряжение схемы делится поровну между резисторами R_1 и R_5 , так что номинальное входное напряжение

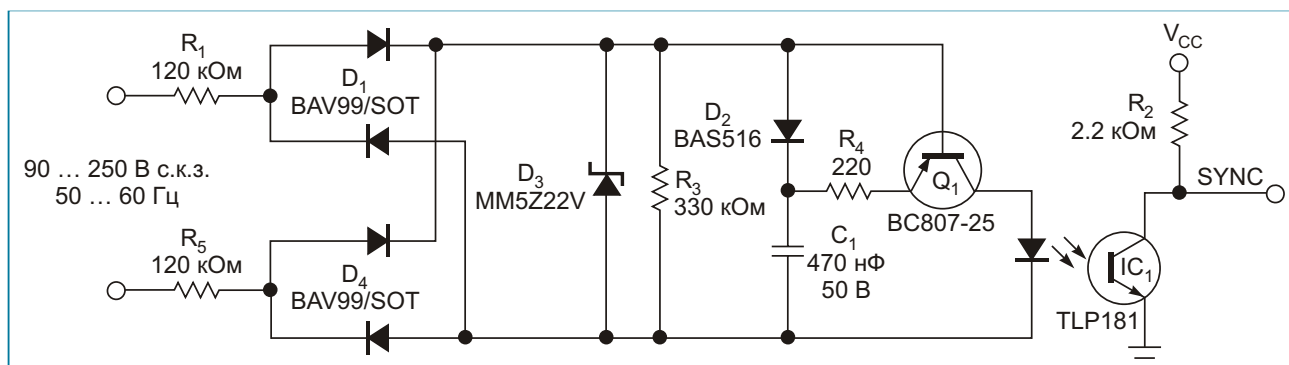


Рисунок 1. Этот детектор перехода через ноль собран из низковольтных компонентов и рассеивает небольшую мощность.

будет равно 400 В – вполне достаточно для работы в сети 230 В. Больше ни одного высоковольтного компонента для схемы не требуется. Отметим только, что стабилитрон D₃ с номинальным напряжением стабилизации 22 В может пробиваться при напряжении до 30 В, в связи с чем рабочее напряжение конденсатора 470 нФ (C₁) надо выбирать с запасом, скажем 50 В. И предпочтительно, чтобы C₁ был керамическим, поскольку керамические конденсаторы намного надежнее электролитических, – алюминиевых или танталовых, – особенно, при повышенных температурах. Если вы предпочтете более малогабаритные и дешевые конденсаторы с рабочим напряжением 25 В, замените D₃ стабилитроном на 18 В. Резистор R₄ ограничивает пиковый ток светодиода оптопары. Первичное ограничение тока происходит за счет плавного наклона выпрямленного переменного напряжения, не позволяющего Q₁ генерировать пики тока в то время, когда он разряжает конденсатор C₁.

Результат моделирования схемы в LTspice Version IV представлен на Рисунке 2 [2]. При входном напряжении 230 В/50 Гц пиковый ток светодиода оптопары равен 17 мА. Модель демонстрирует хорошие результаты в диапазоне сетевых напряжений от 90 до 250 В при частоте как 50, так и 60 Гц. В сети 110 В/60 Гц протекающий через светодиод пиковый ток равен 8.5 мА, для работы IC₁ этого еще достаточно. Если, все же, вы захотите увеличить ток

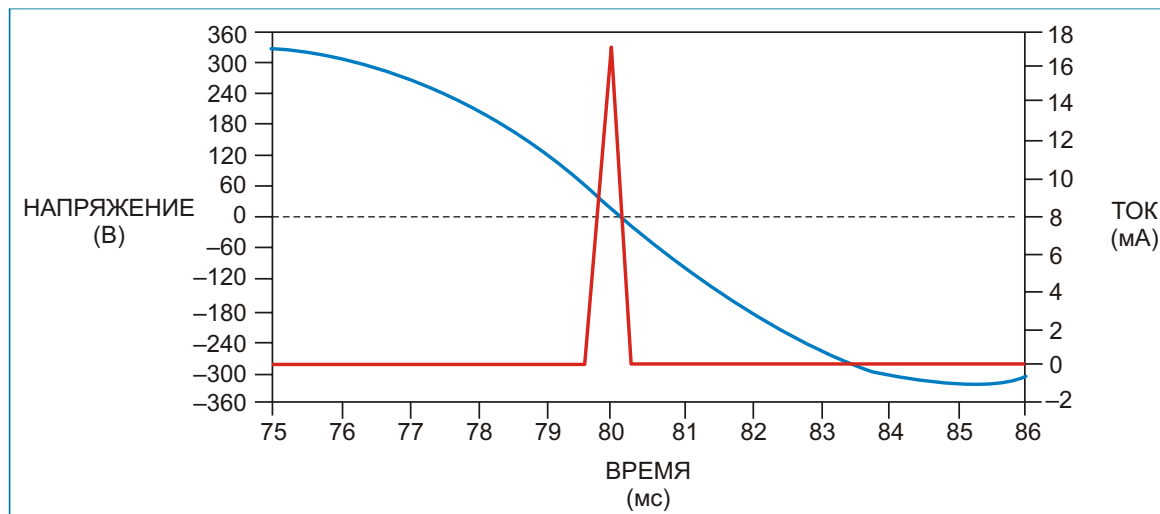


Рисунок 2. Отклик схемы, смоделированной в LTspice. При снижении входного напряжения до 0 формируется короткий импульс тока через светодиод, передний фронт которого опережает, а задний отстает от точки пересечения. Пиковый ток светодиода равен 17 мА.

светодиода, надо уменьшить сопротивление R₃ или увеличить емкость конденсатора C₁.

Тестирование реальной схемы продемонстрировало хорошее совпадение с моделью (Рисунок 3). При питании фототранзистора оптрона напряжением 5 В получился импульс

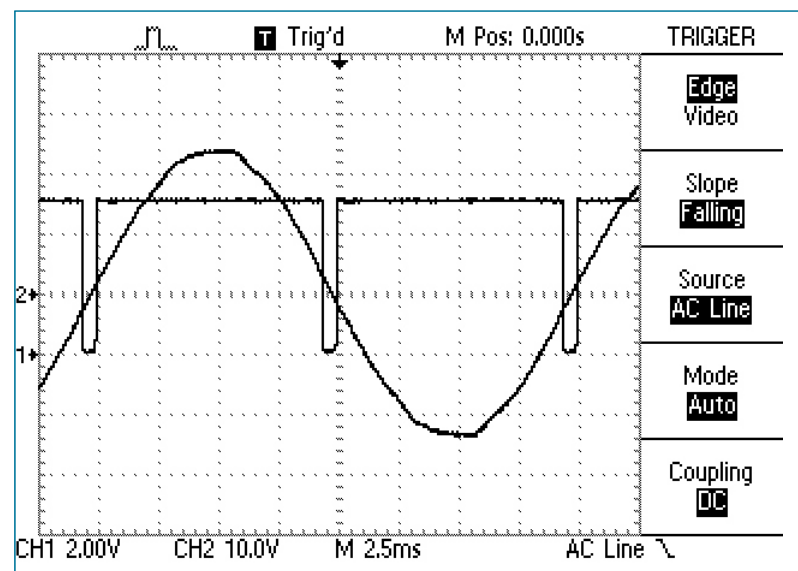


Рисунок 3. Тестирование реальной схемы демонстрирует хорошее совпадение с моделью.

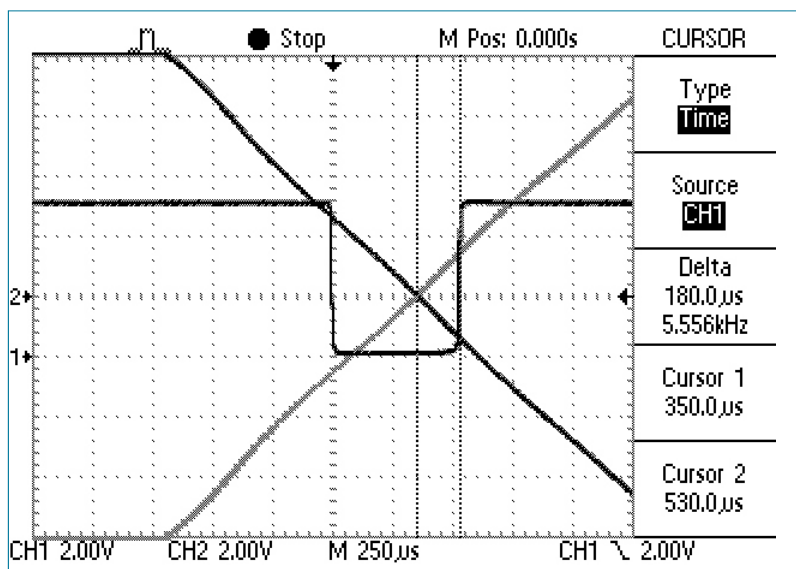


Рисунок 4. Чтобы в деталях рассмотреть процессы в точке пересечения нуля, можно использовать растяжку и свойство послесвечения осциллографа.

хорошей формы (Осциллограмма 1). Сетевой вход для безопасности подключался к осциллографу через изолирующий трансформатор с выходным напряжением 15 В (Осциллограмма 2). Вы можете использовать растяжку и свойство послесвечения осциллографа, чтобы в деталях рассмотреть процессы в точке пересечения нуля (Рисунок 4). Это позволит вам точно измерить интервал времени между моментом пересечения нуля и возникновением импульса.

Ссылки

1. Demchenko, Peter, «Improved optocoupler circuits reduce current draw, resist LED aging,» EDN, Dec 14, 2007, pg 60.
2. «LTspice IV,» Linear Technology Corp.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

1. www.decima.ru - Системы видеонаблюдения, клеммы WAGO, измерительное оборудование Testboy, ручной инструмент Jokari.

2. www.datasheet.ru - Поиск даташитов от Google (только сайты производителей!)

3. www.rlostan.ru/comp/shop.html - Цены: от транзистора до осциллографа, прайс-листы лучших дистрибьюторов.

4. www.rlostan.ru/pr/ - Описания и сравнение параметров большой базы измерительного оборудования.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Журнал РАДИОЛОЦМАН

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

декабрь 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

НОВОСТИ

Вышла новая версия проектной системы DesignSpark PCB	5
Эластичные элементы памяти предвосхищают наступление эры гибких компьютеров	6
Twine соединит с Интернетом любой домашний прибор	7
STMicroelectronics разворачивает производство нового семейства интеллектуальных электронных предохранителей	9
Atmel запускает платформу Digital Audio для потребительских приложений	10
Texas Instruments представляет высокоэффективную микросхему для устройств сбора энергии от микромощных источников	11
Heliatek подняла эффективность органических солнечных элементов до 9.8%	13
Семейства чипсетов Snapdragon S2 и S3 компании Qualcomm будут поддерживать GPS и ГЛОНАСС	13

СТАТЬИ

История ARM: от возникновения до акционерной компании	15
Какой масти был белый конь Джорджа Вашингтона?	23
PocketBook A 10": Android-читалка с возможностями хорошего планшета	26
Термоэлектрические генераторы фирмы Micropelt вытеснят батарейки	28
Любительская радиосвязь в 21 веке	31
Обратная связь сэкономит 3 дБ выходной мощности при согласовании импедансов	40
Открытая платформа Arduino высвобождает творческий потенциал	44

СХЕМЫ

Сканер радиодиапазона 2.4 ГГц (Wi-Fi+ISM)	49
Недорогой ПНЧ с хорошей линейностью и широким динамическим диапазоном	56
Добавьте дополнительный выход к повышающему DC/DC преобразователю	59
Диодно-конденсаторным умножителем напряжения управляет программа	63
Детектор перехода сетевого напряжения через ноль с минимальным количеством высоковольтных компонентов	65