

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Э

Август 2013 (27)

Экраны – ваши друзья,
кроме случаев, когда...

32

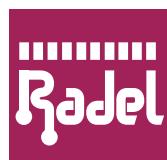
Адаптивный триггер
Шмитта укрощает
непослушные
сигналы

47



3D ПРИНТЕРЫ: ФАБРИКА НА СТОЛЕ

17

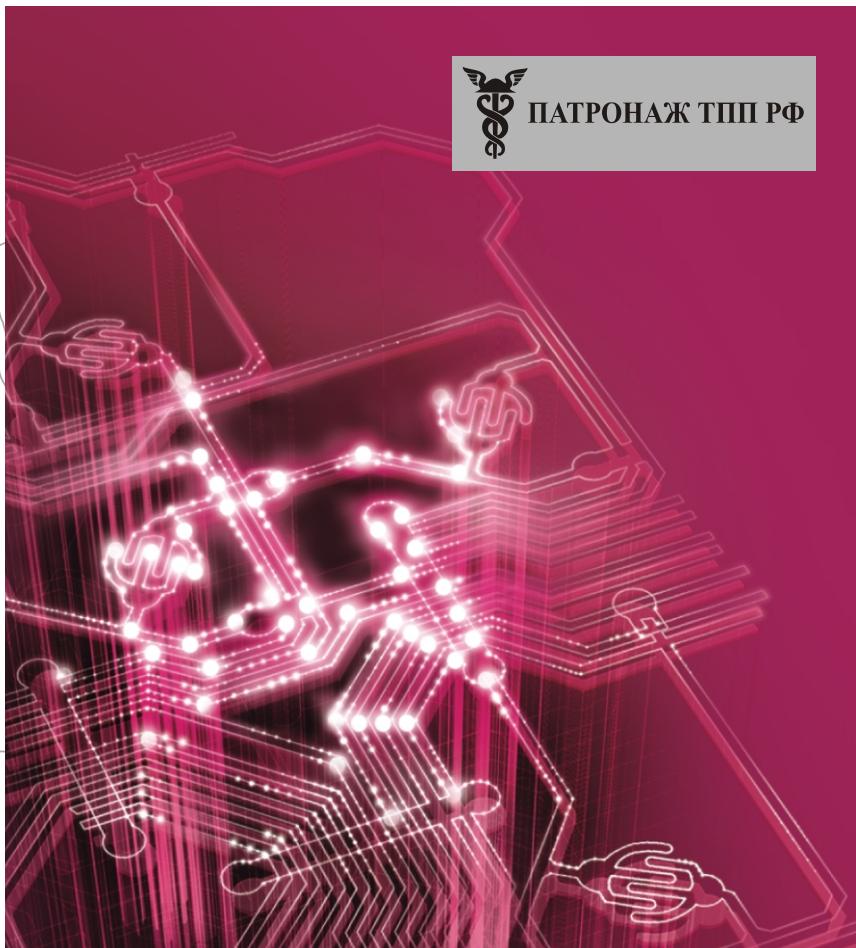


РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА



ПАТРОНАЖ ТПП РФ



- Электронные компоненты
- Комплектующие
- Печатные платы
- Светотехника
- Материалы
- Конструктивы
- Технологии
- Промышленное оборудование и инструменты
- Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование

Организаторы выставки:



raDEL2@orticon.com, www.farexpo.ru/raDEL
тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»

30 октября – 1 ноября 2013
Санкт-Петербург, СКК

РАДИОЛОЦМАН

Август 2013 (27)

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник
С. Муратчев
А. Николаев
Н. Радунцева
М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчев

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

rlocman@rlocman.ru

— +7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

Оформление
бесплатной подписки:
www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Уникальные микросхемы STMicroelectronics позволяют заряжать мобильные устройства от порта USB при выключенном ПК
- 5 STMicroelectronics выпустила МЭМС акселерометр LIS344AHN
- 5 Беспроводная связь между устройствами на базе Arduino станет проще и дешевле
- 6 Diodes создала экономичные переключатели на основе датчиков Холла
- 7 MATLAB и Simulink развернуты на борту МКС для проекта НАСА SPHERES
- 8 Cypress представила малопотребляющие СнК PSoC 1 с встроенным модулем USB
- 9 Выпущен мини-компьютер CuBox-i стоимостью \$45
- 10 Wistron начала использовать микросхемы компании Dialog Semiconductor для многоточечных датчиков сенсорных экранов
- 11 Torex Semiconductor разработала серию DC/DC преобразователей с повышенной скоростью реакции на переходные процессы
- 12 Iris начинает продажи полностью готового к полету БПЛА с автопилотом следующего поколения
- 13 NXP создала лучшую в отрасли защиту для интерфейсов USB 3.0
- 14 e-con Systems выпустила 8-мегапиксельную Full HD камеру с интерфейсом USB 3.0 и автофокусом

Статьи

- 17 3D принтеры: фабрика на столе. Часть 1
- 23 DuraAct: пьезоэлектрические «пластырьные» преобразователи для промышленности и научных исследований
- 30 МАСТЕР-ЛОМАСТЕР. Bluetooth адаптер OBD-II
- 32 Экраны – ваши друзья, кроме случаев, когда...
- 36 Рынок DRAM вступает в пору зрелости... 43 года спустя
- 38 Контроллеры сенсорных экранов с интерфейсом I²C
- 43 ARM догоняет Intel? Система обнаружения пешеходов отвечает на этот вопрос

Схемы

- 47 Адаптивный триггер Шmittа укрощает непослушные сигналы
- 49 Поквадрантно-линейный усилитель различает полярность входного сигнала
- 51 Простая схема формирования регулируемых сигналов интерфейса CAN
- 54 Управляемый светом генератор использует емкость солнечной батареи
- 57 Коэффициент заполнения любого сигнала станет равным 50%

Уникальные микросхемы STMicroelectronics позволяют заряжать мобильные устройства от порта USB при выключенном ПК

Эмуляторы зарядных устройств имеют запатентованную функцию определения подключения и уникальную функцию прекращения заряда, что делает зарядку мобильного устройства более безопасной для окружающей среды и более удобной для пользователя

Компания STMicroelectronics усовершенствовала свои последние микросхемы семейства PC USB, что позволит значительно снизить негативное влияние на окружающую среду при зарядке мобильных устройств.

Поскольку смартфоны и медиаплееры чаще всего имеют возможность обмена данными с ПК через порты USB, совершенно естественно предоставить пользователям возможность через эти же порты одновременно заряжать свои устройства. Поэтому Международная электротехническая комиссия (IEC) активно продвигает стандарт для универсальных телефонных зарядных устройств (ЗУ), использующих спецификации интерфейса USB. IEC утверждает, что этот стандарт поможет уменьшить количество зарядных устройств, которых в массовом эквиваленте выпускается 51000 тонн в год, и сократить ежегодные выбросы парниковых газов на 13.6 млн. тонн.



Новые микросхемы STCC5011 и STCC5021 делают еще один шаг на пути экономии энергии и сокращения выбросов углекислого газа, давая возможность пользователям заряжать свои мобильные устройства через порт USB, даже если компьютер находится в состоянии программно-управляемого отключения. Благодаря запатентованной компанией ST уникальной функции определения подключения, работающей при отключенном ПК, микросхемы, названные

эмуляторами зарядных устройств, могут определять момент подключения мобильного устройства. Это позволяет источнику питания компьютера активироваться для зарядки. Микросхемы также следят за током для того, чтобы выключить источник питания после завершения зарядки, тем самым, максимально экономя энергию. Другие эмуляторы ЗУ требуют, чтобы во время зарядки ПК был включен или находился в спящем режиме, что увеличивает энергопотребление по сравнению с тем, когда ПК отключен.

Работа STCC5011 или STCC5021 при выключенном ПК улучшает энергоэффективность зарядки через USB и делает ее более удобной для конечных пользователей. Более того, когда порт USB активен и ждет подключения устройства для заряда, сами микросхемы потребляют 1/16 той мощности, которую потребляют другие эмуляторы. Это минимизирует влияние на энергопотребление ПК или время автономной работы при питании от аккумулятора при нормальном режиме работы. Обе микросхемы имеют цепи, предотвращающие разрядку аккумулятора ПК, что позволяет даже самым мобильным пользователям безопасно заряжать свои устройства, используя ПК с питанием только от аккумулятора.

STCC5011 имеет ограничение тока заряда 1 А, что делает ее подходящей для Apple iPod и iPhone. Ток заряда STCC5021 ограничен уровнем 2 А, соответствующим требованиям iPad, а также iPod и iPhone. Обе микросхемы совместимы со стандартами заряда BC1.2, USB2.0, USB3.0 и китайским телекоммуникационным стандартом YD/T 1591-2009, который предписывает использование зарядки через USB для минимизации электронных отходов и защиты окружающей среды. STCC5011 и STCC5021 также поддерживают фирменные зарядные устройства, например, режим зарядки BlackBerry и режим делителя Apple (для токов заряда 1 и 2 А).

Основные особенности STCC5011/5021:

- Выбор профилей эмуляции зарядки с помощью управляющих выводов
- Коммутатор данных, совместимый с USB 2.0 с полосой пропускания 1000 МГц
- Встроенный переключатель питания с низким сопротивлением 60 мОм
- Встроенная защита
- Вывод индикации состояния заряда в режимах DCP (Dedicated Charging Port – выделенный порт заряда) и CDP (Charging Downstream Port – стандартный порт USB)

Работа в режимах ACPI:

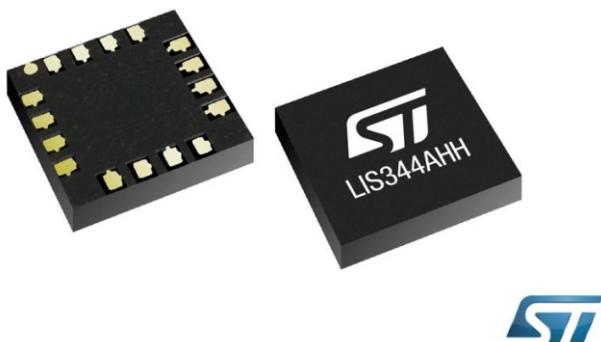
- Поддержка функции удаленного пробуждения в режиме ACPI S3 (спящий режим ПК)

- Определение подключения устройства в режиме ACPI G2 (программное отключение, или S5)

Микросхемы STCC5011 и STCC5021 производятся серийно, их можно приобрести в 16-выводном корпусе VFQFPN размерами 3 × 0.8 мм по цене \$0.75 при заказе свыше 1000 компонентов.

STMicroelectronics выпустила МЭМС акселерометр LIS344АНН

Новый трехосевой МЭМС акселерометр LIS344АНН компании STMicroelectronics благодаря широкому диапазону измерений до ±18g, повышенному быстродействию, низкому уровню шумов и высокой механической и температурной стабильности улучшит игровые приложения, пользовательские интерфейсы и устройства расширенной реальности, а также промышленные системы управления и средства контроля состояния окружающей среды.



Высокое быстродействие нового устройства обеспечивает большую скорость обновления выходных данных, что позволяет

точно измерять быстро меняющиеся ускорения. Это повысит качество работы промышленных систем управления, робототехнического оборудования и носимой электроники, например, устройств для мониторинга спортивной активности. Способность нового акселерометра регистрировать смещений малой амплитуды, основанная на сочетании высокой скорости передачи данных с низким уровнем шума, обеспечивает более быстрый отклик в системах активации движением и поддерживает такие требовательные приложения, как устройства расширенной реальности.

Полный диапазон измерений акселерометра LIS344АНН выбирается пользователем, и может составлять ±6g или ±18g, что повышает точность по сравнению с другими устройствами, способными работать в единственном диапазоне ±16g. Акселерометр может питаться напряжением от 2.4 до 3.6 В, имеет встроенный модуль самодиагностики и поставляется в компактном 16-выводном корпусе LGA-16 размером 4 × 1.5 мм.

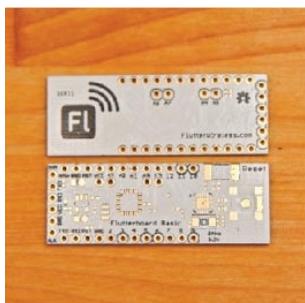
Инженерные образцы LIS344АНН уже доступны для заказа по цене \$8.40 за штуку при покупке более 1000 приборов.

Беспроводная связь между устройствами на базе Arduino станет проще и дешевле

В случае успеха на Kickstarter проекта компании Flutter Wireless устанавливать беспроводную связь с большим радиусом действия

между устройствами на базе Arduino станет проще и дешевле. Flutter представляет собой беспроводную платформу разработки для

Arduino с областью покрытия около километра, что делает ее удобной для устройств, которым недостаточно дальности действия сети Wi-Fi.



Flutter Basic



Flutter Pro

Возможными областями использования могут быть системы домашней автоматики, летающие роботы, подобные квадрокоптерам, оборудование для мониторинга окружающей среды и радиоуправляемые модели автомобилей, то есть любые проекты на основе Arduino, которые должны передавать данные из одной удаленной точки пространства в другую. Дальность действия Flutter превышает 1 км, но разработчики включили еще и поддержку сотовых сетей, поэтому, разместив определенным образом несколько таких устройств, стандартную область покрытия можно расширить.

Согласно планам компании, после сбора целевой суммы \$80,000 начнется выпуск серийной продукции. Она будет представлена двумя вариантами: базовая плата Flutter Basic стоимостью \$20 и усовершенствованная версия Flutter Pro стоимостью \$30. Обе платы оснащены ARM-процессором Atmel SAM3s.

На плате Flutter Basic будет встроенная, а не внешняя, антенна, и благодаря установке компонентов с обеих сторон она будет компактней. Кроме того, на ней имеется разъем micro-USB для питания и программирования, светодиод, кнопка, а также цифровые и аналоговые линии ввода/вывода. Flutter Pro будет поставляться с устройством заряда аккумулятора, профессиональной съемной антенной, дополнительной кнопкой и увеличенным объемом памяти.

Разработчики также планируют выпустить несколько дополнительных наборов, делающих их продукт более функциональным. В них войдут различные модули для удобного подключения (при минимуме пайки), домашняя базовая станция, которая может соединяться с роутером через Ethernet или Wi-Fi, и модуль Bluetooth для разговора по смартфону и взаимодействия с планируемым к выпуску мобильным приложением для Flutter.

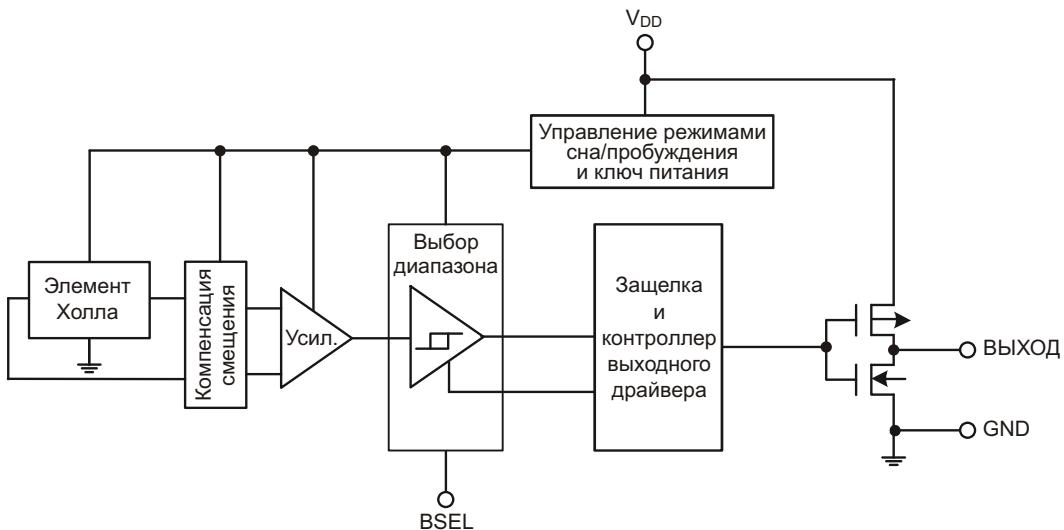
Безопасность является важным моментом, которому разработчики уделяют много внимания, поскольку устройство должно передавать информацию на относительно большое расстояние, где она может быть перехвачена. Поэтому передаваемые данные будут зашифрованы, а Flutter будет иметь в своем составе криптографический модуль для хранения и защиты ключей шифрования.

Проект относится к категории open source, то есть весь исходный код и все схемы будут находиться в открытом доступе. Также разработчики планируют выпустить несколько руководств для облегчения процесса проектирования беспроводных систем.

Diodes создала экономичные переключатели на основе датчиков Холла

Diodes Incorporated выпустила шесть высокоэффективных переключателей на основе датчиков Холла, разработанных для снижения мощности, потребляемой датчиками положения и приближения в разнообразном потребительском, домашнем и промышленном оборудовании. Приборы оптимизированы для работы при напряжении от 1.6 В до 3.6 В, и благодаря наличию спящего режима системы синхронизации имеют типичный сред-





Функциональная схема программируемого переключателя AH1894

ний ток потребления всего 4.3 мА при напряжении питания 1.8 В.

В новое семейство микромощных продуктов на основе эффекта Холла вошли биполярные переключатели среднего уровня чувствительности AH1895 и переключатели высокой чувствительности AH1893, AH1897 и AH1812. Кроме того, предлагаются программируемый биполярный ключ AH1894 и высокочувствительный однополярный (южный полюс) ключ AH3360. Эти простые устройства выпускаются в миниатюрных низкопрофильных корпусах X1-DFN1216-4 (1.2 1.6 0.5 мм) и SOT553 (1.6 1.6 0.5 мм).

Все приборы, за исключением AH1812, имеют двухтактные выходы, позволяющие сократить количество внешних компонентов и упростить топологию печатной платы. При необходимости логического объединения нескольких переключателей можно воспользоваться микросхемой AH1812, имеющей выход с открытым стоком.

МДМ стабилизация устройств позволила значительно улучшить их температурную стабильность и устойчивость к механическим воздействиям, а также минимизировать дрейф во всем диапазоне рабочих температур от -40 °C до +85 °C. Способность выдерживать статические разряды до 8 кВ повышает надежность конечных изделий и упрощает обращение с приборами на этапе производства.

Дополнительную гибкость при конструировании дает программируемый вариант AH1894, позволяющий выбирать один из двух диапазонов чувствительности к магнитному полю с помощью специального вывода BSEL и подстраиваться под различную напряженность магнитного поля при различных расстояниях между датчиком Холла и магнитом. Выбор диапазона может выполняться как аппаратными средствами, так и программно, в случае подключения вывода управления к микроконтроллеру.

MATLAB и Simulink развернуты на борту МКС для проекта NASA SPHERES

Компания MathWorks объявила о том, что пакеты MATLAB и Simulink были развернуты на борту МКС в качестве составной части проекта NASA SPHERES – экспериментальных спутников с функциями удержания синхронизированного положения, взаимодействия и переориентации.

SPHERES представляют собой сферические спутники размером с шар для боулинга, которые используются внутри космической станции для отработки набора конкретных инструкций по выполнению космическими аппаратами автономных маневров сближения.



Астронавт НАСА с тремя SPHERES парят в невесомости на Международной Космической станции.

ния и стыковки. Экипаж космической станции, наземные инженеры и приглашенные ученые планируют обучить SPHERES обслуживанию спутников, сборке космических аппаратов на орбите, фигурам группового пилотажа космических аппаратов. Использование MATLAB и Simulink позволит команде разработчиков проанализировать алгоритмы, связанные с управлением взаимной ориентацией и удержанием взаимного расположения между спутниками, переориентацией

и маневрами причаливания к плоскости для подзарядки, а также алгоритмов предупреждения столкновений и поддержания энергетического баланса.

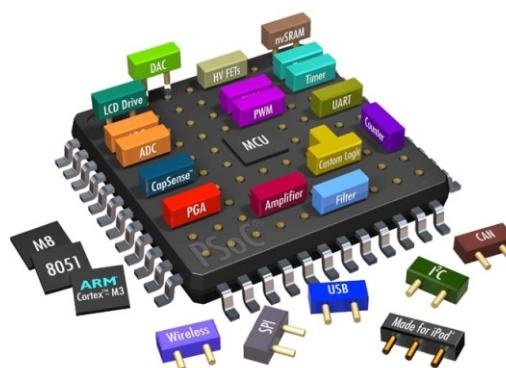
Кроме того, MATLAB будет использоваться в ходе экспериментов при рендеринге в реальном времени трехмерного изображения спутников, позволяя наземным исследователям получать лучшее качество визуализации текущего эксперимента и рассматривать происходящее под любым углом. До сих пор единственным средством визуализации была видеосъемка из фиксированного положения.

«Мы рады, что НАСА сертифицировала и развернула MATLAB и Simulink на космической станции», говорит Джон Фридман (Jon Friedman), руководитель отдела маркетинга аэрокосмических продуктов компании MathWorks. «Это решение поможет команде НАСА, работающей над проектом SPHERES, ускорить работу благодаря тому, что более сложные алгоритмы и инструменты могут быть отработаны в MATLAB и Simulink и после этого использованы непосредственно на спутниках».

Сypress представила малопотребляющие СнК PSoC 1 с встроенным модулем USB

Устройства CY8C24x93 идеальны для быстрой и дешевой разработки приложений с батарейным питанием

Cypress Semiconductor представила новую серию программируемых систем-на-кристалле (СнК) PSoC1. Самые дешевые и малопотребляющие в семействе PSoC1 микросхемы серии CY8C24x93 оптимизированы для работы в приложениях с батарейным питанием, их энергопотребление в режиме ожидания составляет 1.1 мкА, а в режиме сна – 100 нА. Новые СнК оснащены интерфейсами Full Speed USB 2.0 и SPI, что позволяет быстро и без больших затрат проектировать программируемые коммуникационные мосты.



CY8C24x93 PSoC 1 поставляются в различных корпусах, в частности в корпусе QFN размером 3 × 3 мм. Микросхемы содержат 10-разрядный АЦП и два компаратора, а также 16-разрядные таймеры. Сочетание компак-



тных корпусов и аналоговых ресурсов делает семейство PSoC 1 идеальным средством реализации высокointегрированных системных решений с ограниченным пространством для монтажа, выполняющих базовую обработку аналоговых сигналов.

Устройства PSoC 1 поддерживаются интегрированной средой разработки PSoC Designer компании Cypress. Она содержит готовые пользовательские модули, называемые Virtual Chips, сочетающие функции различных микросхем других производителей, и могут заменять их, что позволяет создавать собственные решения. Разработчики могут

сократить время создания и вывода продукции на рынок, включив пользовательские модули в состав СнК, чтобы расширить ее функциональные возможности.

Приборы семейства CY8C24x93 поставляются с флэш-памятью объемом 8, 16 и 32 КБ. Они могут работать в широком диапазоне питающих напряжений от 1.71 до 5.5 В.

Доступность

Цены СнК CY8C24x93 начинаются от \$0.50 за штуку при заказе свыше 10,000 компонентов. Получить образцы и приобрести серийную продукцию можно уже сегодня.

Выпущен мини-компьютер CuBox-i стоимостью \$45

SolidRun представила компактный, современный и стильный мини-компьютер, который будет по карману каждому

С мечтой о доступности своего мини-компьютера для всех и каждого компания SolidRun начала выпуск серии устройств CuBox-i со стартовой ценой \$45 за модель начального уровня CuBox-i1. В семейство вошли также CuBox-i2, CuBox-i2ultra и CuBox-i4pro. Все приборы основаны на системе-на-кристалле i.MX6 компании Freescale и содержат от одного до четырех ядер ARM, работающих на частоте до 1.2 МГц.



Разработчики сообщили, что открытый комплект средств разработки и множество доступных пакетов программного обеспечения позволяют использовать эти компьютеры в самых разных областях, включая встраиваемые системы, мультимедиа, образование, облачные сервисы и человеко-машинные интерфейсы.

Работа над многими программными пакетами с открытым кодом уже завершена, или



же идет процесс портирования. Среди программных средств есть последние версии ядра Linux, XBMC Media Center и многое другое. Помимо Linux новые компьютеры будут поддерживать одну из наиболее популярных ОС Android 4.2.2 Jelly Bean.

CuBox-i впечатляет низким энергопотреблением и стильным полированым корпусом размером всего 5 × 5 × 5 см.

Основные особенности CuBox-i:

- Процессор i.MX6 Cortex A9 ARM, имеющий до четырех ядер, работающих на частоте до 1.2 ГГц
- Набор инструкций ARMv7 с поддержкой расширения NEON
- Память DDR-3 объемом до 2 ГБ
- Видеовыход HDMI 1080р
- Мультиформатный аппаратный движок для кодирования и декодирования видео
- Интегрированный процессор обработки видеоизображений

- Графический процессор с поддержкой библиотек OpenGL ES 2.0 и OpenCL 1.1*
- Ethernet 10/100/1000 Мб/с (гигабитный Ethernet доступен только в моделях CuBox-i2ultra и CuBox-i4pro)
- Два хост-интерфейса USB-2.0
- eSata 3 Гб/с*
- Инфракрасный приемник и передатчик
- Оptический аудиовыход SPDIF
- Поддержка microSD для хранения опера-

- ционной системы
- microUSB для нужд разработки*
- WiFi 802.11 b/g/n и BlueTooth*
- Встроенные часы реального времени с батарейным питанием*

* поддерживается только моделями CuBox-i2ultra и CuBox-i4pro

Предварительный заказ на ограниченное количество мини-компьютеров можно сделать на сайте продукта cubox-i.com.

Wistron начала использовать микросхемы компании Dialog Semiconductor для многоточечных датчиков сенсорных экранов

Wistron обеспечит поставщиков производителей ПК более дешевыми высокопроизводительными мультисенсорными модулями

Dialog Semiconductor сообщила, что ODM-компания Wistron стала первым покупателем ее микросхем DA8901 SmartWave MTIC (Multi-Touch Integrated Circuit – микросхема для многоточечных сенсорных датчиков). MTIC – это первые в мире микросхемы, делающие возможным использование сенсорной технологии FlatFrog при массовом производстве пользовательских устройств. Используя инфракрасное излучение, распространяющееся внутри стекла по всей его площади, система может регистрировать и отслеживать множественные нажатия, жесты и давление от рук в перчатках или от других объектов, предоставляя пользователю возможность взаимодействия с высококачественным сенсорным экраном, имеющим характеристики, превосходящие последние емкостные технологии, но при более низкой цене.



Ориентируясь на моноблоки и мониторы массового производства, компания Wistron разработала 23-дюймовый сенсорный мо-

дуль с поддержкой технологии SmartWave, который может «один к одному» заменить применяемые в настоящее время емкостные сенсорные модули, предоставив OEM производителям возможность быстрого выхода на рынок с новой мультисенсорной технологией при малых рисках, низкой цене и, что самое важное, без необходимости перепроектирования продукта.



Любые другие известные сегодня решения, основанные на оптике, требуют наличия рамки по краю и не отвечают критериям Windows 8. Микросхема DA8901 поддерживает технологию FlatFrog, которая позволяет производителям получить гладкое решение без рамки, идентичное емкостной сенсорной панели. Однако, в отличие от емкостных устройств, в данном случае не используется никаких дорогостоящих слоев оксида индия и олова, которые отражали бы и преломляли

свет от экрана. Кроме того, уникальная способность с высоким разрешением регистрировать силу нажатия открывает новые возможности интерфейса пользователя для навигации по графической среде или в играх. Все это, в сочетании с великолепными впечатлениями от просмотра и гарантированной сертификацией Windows 8, предоставляет ODM- и OEM-производителям долгожданную возможность без ущерба для характеристик расширить сферу использования сенсорных устройств на те области рынка, на которые раньше были ориентированы их более дешевые продукты.

Оптимизированные для экранов с диагональю от 11 до 36 дюймов микросхемы MTIC могут использоваться в современных ноутбуках, моноблоках, ультрабуках и мониторах. MTIC поддерживает до 40 одновременных касаний, используя проверенные принципы сенсорной технологии планарного распознавания рассеяния (Planar Scatter Detection – PSD), запатентованной FlatFrog. Технология позволяет регистрировать изменения инфракрасного излучения, распространяющегося внутри покрывающего дисплей стекла, и преобразовывать эти изменения в координаты многоточечных прикосновений.

Одна микросхема MTIC может гибко настраиваться для непосредственного питания инфракрасных светодиодов в количестве до двенадцати штук, или для управления массивом светодиодов с внешним питанием. Кроме того, каждая микросхема способна

обрабатывать сигналы от приемников, количество которых также может доходить до двенадцати.

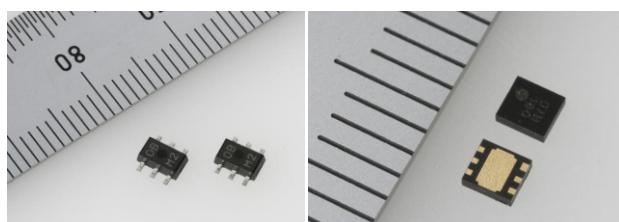
Типовой ультрабук, планшет или моноблок будут содержать несколько микросхем MTIC в конфигурации ведущий/ведомый, способной перенастраиваться для управления экранами различного размера. Сенсорный модуль Wistron с диагональю 23 дюйма содержит десять микросхем DA8901, которые не только обеспечивают необходимые характеристики, удовлетворяющие требованиям сертификаций для Windows 8, но даже превосходят их.

DA8901 поставляется в 59-выводном корпусе QFN размером 5.7 × 5.0 мм. Сочетание малого корпуса и минимального набора внешних компонентов обеспечивает идеальные условия для размещения светодиодного излучателя и приемника рядом друг с другом на очень узкой и дешевой печатной плате, располагающейся по краям дисплея или в верхней части его рамки, что позволит реализовывать современные дизайнерские решения, идеально подходящему для ПК с Windows 8, планшетных компьютеров и ультрабуков. Демонстрацию первых 23-дюймовых сенсорных модулей на базе микросхем MTIC компании Dialog можно было увидеть на выставке Computex 2013 в Тайбэе.

В массовое производство микросхема DA8901 MTIC будет запущена в третьем квартале 2013 г.

Torex Semiconductor разработала серию DC/DC преобразователей с повышенной скоростью реакции на переходные процессы

Torex Semiconductor разработала новую серию синхронных понижающих DC/DC преобразователей с выходным током до 1.5 А. Внедрив собственную технологию управле-



SOT-89-5

USP-6C

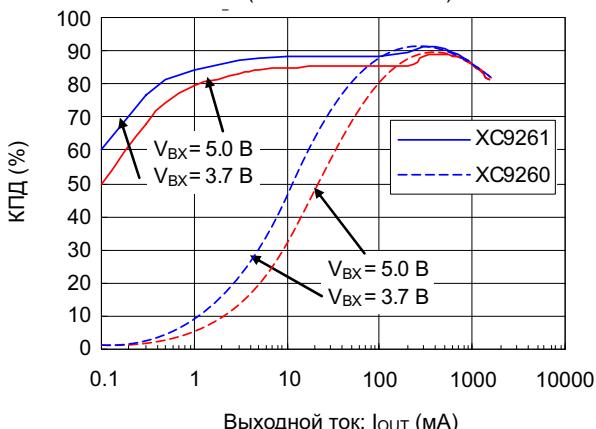
ния, получившую название HiSAT-COT, компания создала приборы с повышенной скоростью реакции на переходные процессы.

От преобразователей, в которых используются стандартные методы управления, новые приборы XC9260/XC9261 отличаются значительно уменьшенной зависимостью флюктуаций частоты генерации от изменений тока нагрузки или входного напряжения.

Диапазон входных напряжений составляет 2.7 ... 5.5 В, а выходные напряжения с точностью ±2% устанавливаются в диапазоне от

XC9260A18D / XC9261A18D

L = LQM2MPN1R0MGH (1.0 мкГн)
C_{ВХ} = 10 мкФ (GRM155R61A106M)
C_{НАГР}=10 мкФ (GRM155R61A106M)



0.8 В до 3.6 В. Собственный ток потребления при частоте переключения 1.2 МГц не превышает 15 мкА. В зависимости от требований приложения рабочая частота может быть выбрана равной 1.2 МГц или 3.0 МГц. Приборы работают в диапазоне температур окружающей среды от -40 °C до +105°C.

XC9260 постоянно работает в режиме ШИМ, а XC9261, в зависимости от характера нагрузки, автоматически переключается между ШИМ и ЧИМ, что особенно удобно для

мобильных и иных устройств, содержащих память DDR и процессор.

Время мягкого старта установлено равным 0.3 мс (типовое значение). Встроенная функция защиты отключает силовой транзистор, если входное напряжение становится равным или ниже 2.0 В. Потребителю предоставлена возможность выбирать приборы либо в корпусе SOT-89-5, либо в миниатюрном корпусе USP-6С размером 1.8 × 2.0 × 0.6 мм. Все приборы не содержат свинца или иных материалов, опасных для окружающей среды, и отвечают требованиям директивы RoHS.

Особенности серии XC9260/XC9261

- Технология HiSAT-SOT обеспечивает высокую скорость реакции на переходные процессы.
- Низкий ток потребления: 15 мкА при частоте переключения 1.2 МГц.
- Возможность выбора частоты генератора: 1.2 МГц или 3.0 МГц.
- Диапазон рабочих температур от -40 °C до +105°C.
- Рассчитаны на совместное использование с керамическими конденсаторами типоразмера 1005.

Iris начинает продажи полностью готового к полету БПЛА с автопилотом следующего поколения

3D Robotics представила полностью автономный и удобный в использовании БПЛА Iris стоимостью \$729

Компания 3D Robotics (3DR) выпустила квадрокоптер Iris с возможностью автономного полета по данным GPS. Iris готов к полету сразу после распаковки, благодаря чему достижения профессиональной робототехники стали доступны массам.

Iris можно управлять с помощью планшета или телефона с ОС Android (вскоре выйдет приложение для iOS), или же с помощью поставляемого в комплекте девятиканального пульта радиоуправления. При использовании мобильного приложения команда на взлет и посадку может быть выполнена одним прикосновением, а планирование миссии осуществляется настолько просто, что



достаточно нарисовать на карте путь, который должен пролететь Iris.

Благодаря широкому углу между передними лучами конструкция новейшего квадрокоптера компании 3DR обеспечивает полный

обзор для встроенной камеры. Опционально в комплект поставки может быть включена камера GoPro Hero3. Лучи выполнены из нейлона Zytel, делающего их износостойкими и ударопрочными. Они выпускаются различных цветов, и при необходимости их легко и без особых затрат можно заменить.

Iris оснащен высокопроизводительной 32-разрядной системой автоматического управления, выполненной на процессоре с ядром ARM Cortex-M4, который работает на операционной системе реального времени и использует новейшие датчики STMicroelectronics. В коде управления квадрокоптером воплощен опыт профессиональной разработки и испытаний, накопленный более чем за 4 года сообществом, насчитывающим свыше 40,000 пользователей. В состав Iris также входит плата распределения питания и управления двигателями, позволяющая снизить вес и увеличить полезную нагрузку. Вся электроника находится под гладкой оболочкой, обеспечивающей защиту от ударов и хорошую аэродинамику.

Особенности БПЛА Iris

- Несколько вариантов управления: с помощью пульта радиоуправления, компьютера, телефона, планшета
- Передача данных по радиоканалу для мониторинга состояния миссии, сбора данных и управления в реальном времени
- Мощное кросс-платформенное программное обеспечение для планирования миссий и анализа, работающее под Windows, OS X и Linux, и позволяющее легко настроить и запрограммировать квадрокоптер
- С помощью мобильных приложений можно запланировать миссию, просто нарисовав путь

- Крепление для камер GoPro
- Поставляется с 9-канальным пультом радиоуправления, заранее запрограммированным для самых популярных режимов полета
- Возможность предварительного программирования путевых точек позволяет выполнять профессиональные миссии, подобные картографированию, съемке сцен для фильмов, научным исследованиям и другим задачам, требующим повторения траектории полета
- Автоматический взлет и посадка по команде Return-To-Launchpoint (возвращение на стартовую точку) выполняются нажатием одной кнопки
- Функция Follow Me (Следуй за мной) позволяет Iris следовать на расстоянии, которое можно изменять, за любой наземной станцией с GPS-антенной или за одним из приемопередатчиков компании 3DR
- Благодаря Geo Fencing можно ограничить дальность действия квадрокоптера, определив виртуальные границы
- Открытый исходный код, программное обеспечение для наземной станции и электроника распространяются свободно. Это значит, что возможности Iris будут постоянно совершенствоваться и расширяться благодаря появлению новых прошивок

Сделать предзаказ на квадрокоптер Iris можно на сайте 3D Robotics, начало поставок запланировано на 16 сентября 2013 года. БПЛА, купленные по предварительному заказу, в первую очередь предназначены для разработчиков, которые хорошо знакомы с работой многовитковых механизмов компании 3D Robotics.

NXP создала лучшую в отрасли защиту для интерфейсов USB 3.0

Для защиты самых чувствительных высокоскоростных дифференциальных интерфейсов компания NXP разработала уникальный прибор IP4294CZ10 с исключительно низкой емкостью линия-земля, минимальным уровнем взаимопроникновения каналов и отличным согласованием емкостей.

IP4294 выпускаются в бессыводных корпусах DFN2510A-10 (SOT1176) размером 1.0 2.5 0.5 мм, доработанных для использования в высокочастотных цепях. Для оптимизации целостности сигналов и упрощения трассировки печатной платы входные и выходные контакты расположены с противоположных

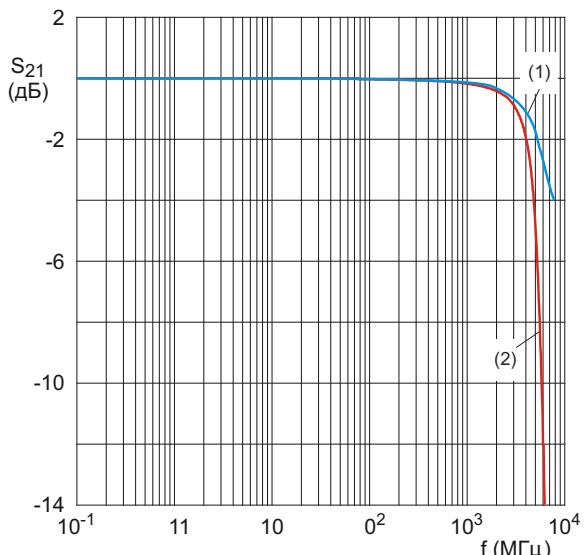


сторон корпуса. Приборы не содержат свинца и удовлетворяют требованиям директивы RoHS.



Основные особенности

- Лучшая в отрасли полная защита системных микросхем USB 3.0
- Сверхнизкая канальная емкость: 0.5 пФ (тип.)
- Исключительно низкое взаимопроникновение каналов: менее -60 дБ на частоте 2.5 ГГц
- Очень низкое динамическое сопротивление (менее 0.4 Ом) для обеих полярностей



Очень широкая полоса пропускания дифференциального сигнала гарантирует неискаженное прохождение даже высших гармоник. (1 – дифференциальный режим, 2 – синфазный режим).

- Оптимизированный для использования в высокочастотных цепях корпус DFN2510A-10 (SOT1176)

Применение

- USB 3.0, eSATA, SATA, HDMI, DisplayPort и прочие высокоскоростные интерфейсы в:
- портативных компьютерах, материнских платах и графические картах;
 - телевизорах и мониторах;
 - приводах жестких дисков, цифровых фото- и видеокамерах.

e-con Systems выпустила 8-мегапиксельную Full HD камеру с интерфейсом USB 3.0 и автофокусом

See3CAM_80 создана на базе датчика изображения *Omnivision OV8825* и поддерживает потоковое видео формата 1080p при частоте 30 кадров в секунду

Компания e-con Systems объявила о выпуске модели See3CAM_80 – части семейства See3CAM, в которую входят камеры USB3.0 SuperSpeed.

See3CAM_80 поддерживает потоковое видео с разрешением до 1080p при съемке с частотой 30 кадров в секунду и содержит 8-мегапиксельный модуль e-CAM80_MI8825_MOD с КМОП-датчиком изображения OV8825 и функцией автофокусировки. UVC-

совместимая камера для ОС Windows и Linux является устройством типа plug-and-play. В Windows она определяется как устройство DirectShow, а в Linux – как источник захвата изображения V4L2.

Для выполнения высококачественной видеозаписи, анализа видео и проведения видеоконференций в формате HD камера See3CAM_80 поддерживает разрешения предварительного просмотра VGA@30,

720p30 и 1080p30. See3CAM_80 способна также записывать потоковое видео с разрешением 8 мегапикселей при съемке с частотой около 11 кадров в секунду для приложений, которым требуется полная разрешающая способность изображения, но более низкая частота смены кадров. Несжатое и потоковое видео передаются через интерфейс USB 3.0 с полосой пропускания 5 Гб/с.



See3CAM_80 идеально подходит для съемки документов, оптического распознавания изображений при съемке широкоформатных листов, медицинского и научного оборудования, применяемого при осмотре образцов ткани, оценке патологий и микроскопического анализа, где требуется потоковое видео высокого разрешения при низкой частоте смены кадров.

See3CAM_80 в полной мере использует потенциал датчика изображения OV8825 компании OmniVision. OV8825 имеет опти-



ческий формат 1/3.2", размер пикселя 1.4 мкм, интерфейс MIPI CSI-2, и поддерживает разрешения 720p60, 1080p60, а также 8 мегапикселей с частотой 24 кадра в секунду.

Особенности:

- Ток потребления: 520 мА
- Рабочее напряжение: 5 В ± 250 мВ
- Угол обзора: 55°
- Формат вывода данных: YUV2
- Расстояние до объекта: от 100 мм до бесконечности
- Максимальное отношение сигнал/шум: 35.7 дБ
- Размер платы: 65 16 мм
- Размеры объектива: 8.5 8.5 5.8 мм
- Размеры модуля e-CAM80_MI8825_MOD: 24 8.5 7 мм
- Динамический диапазон: 70.45 дБ

Камеру See3CAM_80 уже можно приобрести по стартовой цене \$89.

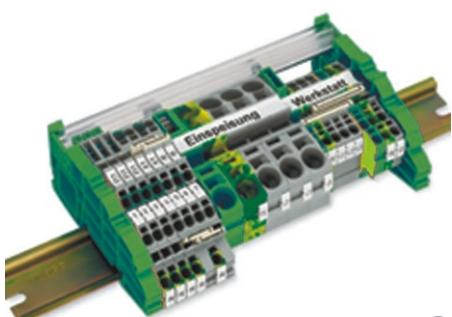
настоящее немецкое качество



контрольно-измерительное оборудование



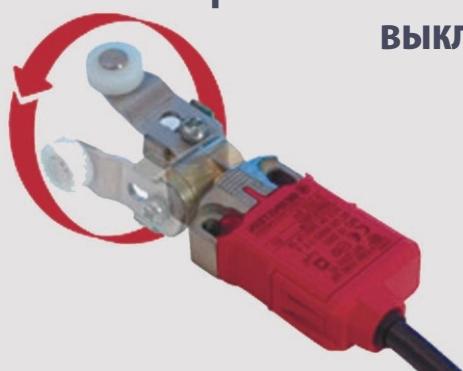
инструмент для разделки кабеля и снятия изоляции



клеммы на DIN рейку и для печатных плат



промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ



МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



3D принтеры: фабрика на столе



Часть 1

Михаил Русских, tau68@rambler.ru

Приводится краткая история развития 3D печати, рассматриваются основные элементы 3D принтеров, дается информация о расходных материалах, используемых в 3D принтерах, поясняются основные принципы работы. Перечислены основные характеристики нескольких 3D принтеров ценового диапазона выше \$1000.

В последние годы в связи с возникновением рынка недорогих домашних настольных 3D принтеров начала набирать популярность печать трехмерных объектов. Коммерческие 3D принтеры появились еще в конце прошлого века, но из-за высокой цены и крупных размеров они были недоступны для рядового пользователя. Одним из пионеров в области трехмерной печати стала компания 3D Systems. Ее основатель, Чарльз Хулл (Charles W. Hull), разработал технологию послойного выращивания трехмерных объектов из фотополимеризующегося состава, которая получила название стереолитография. Патент на нее был получен в 1986 году. Первый 3D принтер компания выпустила уже в 1987 году. Вскоре начали появляться новые 3D принтеры других компаний, таких как DTM, Stratasys, Z Corporation, а также новые технологии печати трехмерных объектов. К ним можно отнести моделирование методом наплавления (FDM), послойное уплотнение (SGC), селективное лазерное спекание (SLS), электронно-лучевую плавку (EBM) и ряд других менее популярных технологий.

До середины прошлого десятилетия 3D принтеры, большинство из которых весило несколько сотен килограммов и имело размеры крупногабаритного шкафа, использовались для выполнения заказов промышленных предприятий и проектных организаций и не были известны широкой публике. Но в 2006 году доктором британского Университета Бата Адрианом Боуером (Adrian Bowyer)

был начат проект RepRap (Replicating Rapid Prototyper), целью которого было создание самовоспроизводящегося 3D принтера для создания прототипов. Философия самовоспроизводства предполагает распечатку деталей, позволяющих изготовить такой же принтер, на котором и были напечатаны эти детали. Первая версия RepRap, которая вышла в 2008 году и получила название RepRap 1.0 «Darwin» (Рисунок 1), уже могла воспроизвести себя более чем на 50%. Осенью 2009 года появилась модель RepRap 2.0 «Mendel». В версии 2.0 и последующих предполагается использовать в качестве матери-

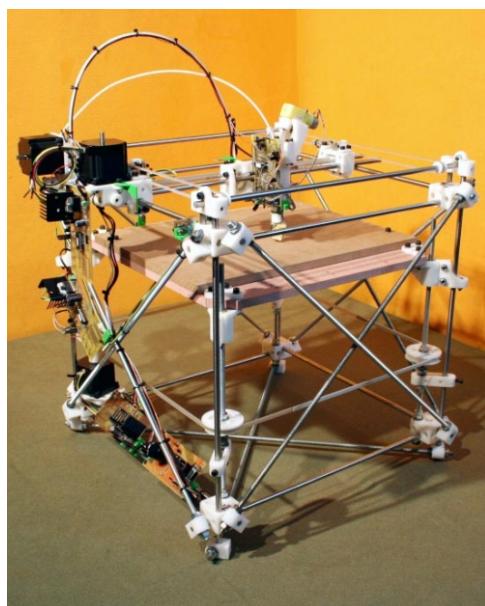


Рисунок 1. RepRap 1.0 «Darwin».

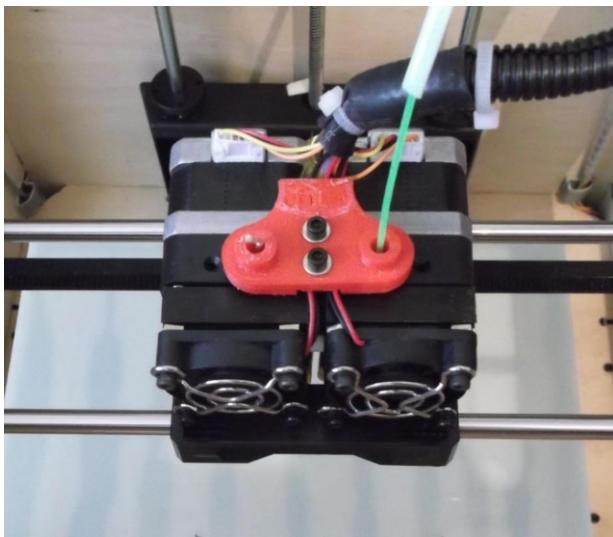


Рисунок 2. Двойной печатающий элемент: вид с верхнего (слева) и нижнего (справа) ракурсов

ала для печати различные металлы и сплавы. Помимо этого, вместо экструдера пластика рассматривается возможность применения различных наконечников, таких как лазер, бормашина, паяльник. Это позволит осуществить полное самовоспроизведение.

Проект RepRap, по сути, начал революцию в 3D печати, которую сравнивают с революцией 1970-х годов в компьютерной сфере. В то время стали появляться первые общедоступные персональные компьютеры. Нынешняя революция создала целый рынок недорогих настольных 3D принтеров, на котором представлено большое количество разнообразных моделей таких фирм, как 3D Systems, Z Corporation, Dimension, MakerBot, Ultimaking, EOS, Cubify и других. Наиболее заметные модели будут рассмотрены в этом материале ниже, а пока стоит затронуть общие вопросы, связанные с настольными 3D принтерами, чтобы лучше понять, что они из себя представляют.

Основные элементы 3D принтера

Домашние 3D принтеры, как правило, состоят из следующих основных элементов: рамы, печатающего элемента, платформы, шаговых двигателей с направляющими и электроники.

1. Рама является конструкционной основой принтера, на которой непосредственно крепятся направляющие с двигателями и устанавливается электроника для управления процессом печати. Рама может представлять собой набор резьбовых шпи-

лек, соединенных пластиковыми деталями, как, например, в моделях RepRap, а может являться основой для полноценного корпуса, выполненного, в основном, из листов металла, фанеры или оргстекла.

2. Печатающий элемент (Рисунок 2) – сердце 3D принтера. Он состоит из экструдера и модуля, который называется hot end (горячий конец). Экструдер предназначен для приема расходного материала и проталкивания его для дальнейшего плавления. Как правило, он состоит из корпуса, двигателя, шестерен, прижимного ролика и толкающего болта с насечками. Hot end выполняет роль термобарьера и состоит из нагревателя, термистора и сопла. Обычно в непосредственной близости к печатающему элементу располагают вентилятор для оптимального охлаждения. Некоторые модели принтеров могут содержать два или даже три печатающих элемента.

3. Платформа, называемая также плоскостью для печати, кареткой или столом, определяет размеры печати по осям X и Y. Платформа может быть как с подогревом, так и без, что определяет тип пригодного для печати материала.

4. Двигатели (Рисунок 3), направляющие, а также различные ремни и шестерни позволяют перемещать печатающий элемент и платформу в соответствии с требуемыми координатами по осям X, Y и Z. Используются шаговые двигатели, в основном модели с моментом удержания 2–5 кг/см.



Рисунок 3. Шаговые двигатели NEMA 17.

5. Электроника в 3D принтерах представляет собой, как правило, плату с управляемым микроконтроллером и плату для управления шаговыми двигателями. Например, в принтерах семейства RepRap в качестве управляющей платы используется Arduino Mega 2560, а вращать двигатели позволяет плата RAMPS с установленными на ней драйверами шаговых двигателей. Поскольку RepRap является открытым проектом, вся документация на эти платы находится в открытом доступе. Довольно популярной является также плата Sanguinololu, представляющая собой сочетание Arduino-клона Sanguino и контроллера двигателей Pololu. Также получили широкое распространение платы Generation Electronics различных версий.

Расходные материалы

Большинство принтеров поддерживает печать двумя видами термопластика: ABS и PLA. ABS-пластик (акрилонитрилбутадиен-стирол) является продуктом нефтехимической промышленности и характеризуется повышенной ударопрочностью и долговечностью. Он не токсичен и не имеет запаха. Также он стоек к моющим средствам и щелочам. Однако, его температура плавления довольно высока – примерно 220 – 240 °C. Хотя ABS-пластик является самым распространенным расходным материалом для настольных 3D принтеров, его поддерживают

далеко не все представленные на рынке модели. Основной недостаток использования такого пластика – необходимость подогрева платформы. ABS применяется для изготовления деталей автомобилей, корпусов бытовой техники, мебели, канцелярских изделий, сантехники, игрушек и сувениров.

Вторым по популярности считается PLA (полилактид). Это экологически чистый продукт, сырьем для производства которого могут служить такие возобновляемые пищевые ресурсы, как кукуруза, сахарный тростник, сахарная свекла. Температура плавления этого пластика составляет 170 – 180 °C. Для печати таким материалом не обязателен подогрев платформы. PLA также характеризуется высокой прочностью и надежностью. Но при воздействии сильных нагрузок детали из ABS и PLA будут вести себя по-разному. Деталь из PLA будет подвергаться деформации, то есть гнуться и сжиматься, в то время как модель из ABS будет трескаться, то есть разрушаться. Основным недостатком PLA является его недолговечность. Поскольку он изготавливается из натуральных материалов, жизненный цикл напечатанной модели не превышает 1 – 2 лет, после чего она начнет разлагаться. PLA применяется главным образом для производства посуды.

Кроме перечисленных видов термопластика, в некоторых моделях могут использоваться также следующие: PVA (поливинилакцетат), PCL (поликапролактон), PP (полипропилен) и HDPE (полиэтилен).

Принцип работы настольных 3D принтеров

Современные настольные 3D принтеры, использующие технологию FDM, фактически представляют собой станки с числовым программным управлением (СЧПУ). Созданная в графическом редакторе трехмерная модель должна быть сохранена в файле с расширением *stl* (хотя программное обеспечение некоторых принтеров может работать и с другими форматами, например, *3ds* или *obj*). В таком файле информация об объекте хранится в виде списка треугольных граней, описывающих его поверхность, и их нормалей. Далее в специальной программе-слайсере, которая должна поставляться вместе с принтером или быть выложена в сети Интернет, необходимо переконвертировать данные из формата *stl* в G-код. Этот код, разработанный для управления СЧПУ, предоставляет принтеру

координаты, на которые он должен переместить свои рабочие элементы на конкретном шаге работы. В слайсере до генерации G-кода можно настроить параметры печати (Рисунок 4), такие как, скорость движения печатающей головки, коэффициент заполнения детали, температуру плавления и многое другое.

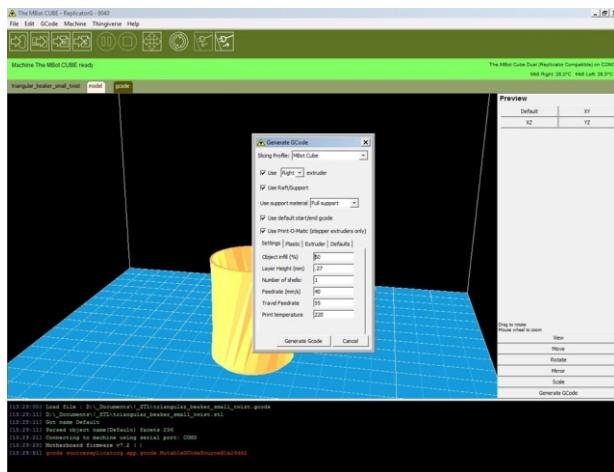


Рисунок 4. Настройка печати в слайсере ReplicatorG.

После получения G-кода модель отправляется на печать. Непосредственно перед печатью принтер нагревает печатающий элемент до требуемой температуры и затем начинает слой за слоем формировать модель, выдавливая экструдером в hot end пластик, где он расплавляется и выходит наружу. Время создания объекта зависит, в первую очередь, от таких факторов, как, скорость перемещения головки, размер модели и коэффициент заполнения этой модели пластиком.

Принтеры, представленные на рынке (стоимость выше \$1000)

В этом разделе будут приведены описания и технические характеристики наиболее распространенных настольных 3D принтеров, представленных сегодня на российском рынке. Это поможет конечному пользователю сориентироваться при покупке такого устройства, поскольку различные модели имеют разную скорость печати, толщину слоя и рабочую область, а диапазон их цен достаточно широк. 3D принтеры будут представлены в порядке убывания цены. Следует учитывать, что указанные ниже цены установлены производителями или их непосредственными торговыми представителями, и в отечественных магазинах могут быть увеличены на 50% – 150%.

CubeX

Этот принтер (Рисунок 5) был выпущен подразделением 3D Systems фирмой Cubify. Он отличается большой рабочей областью, довольно высокой точностью печати и возможностью использования как ABS, так и PLA. Передача данных может осуществляться по интерфейсу USB 2.0 или по беспроводному каналу Wi-Fi. На выставке потребительской электроники CES 2013 CubeX был признан лучшим среди 3D принтеров. На сегодняшний день доступны три модели: CubeX с одним экструдером, CubeX Duo с двумя экструдерами и CubeX Trio с тремя экструдерами. Наличие нескольких экструдеров позволяет печатать разноцветные модели. Однако все преимущества этого принтера компенсируются его высокой стоимостью.



Рисунок 5. CubeX Duo.

- Размер рабочей области (CubeX/ CubeX Duo/ CubeX Trio): 275/230/185 265/265/265 240/240/240 мм
- Толщина слоя: 0.1 мм
- Погрешность по осям X и Y: +/- 1%
- Скорость печати: 15 мм³/с
- Габариты: 51.5 51.5 59.8 см
- Вес (CubeX/ CubeX Duo/ CubeX Trio): 36/37/38 кг
- Стоимость (CubeX/ CubeX Duo/ CubeX Trio): \$2799/\$3299/\$4399

MakerBot Replicator 2

Принтер (Рисунок 6) разработан компанией MakerBot. Он является усовершенствованной версией уже снятой с производства MakerBot Replicator, к которой, однако, производитель поставляет детали и предоставляет техническую поддержку. Replicator 2 получил много хвалебных отзывов, а также награду от журнала MAKE. Его высокая точность печати,

относительно большая рабочая область, высокая скорость работы и небольшой вес оправдывают достаточно высокую стоимость. Однако поддержка только PLA является существенным недостатком данной модели. Сегодня уже доступна модель MakerBot Replicator 2X, которая не сильно отличается от Replicator 2 по техническим характеристикам, однако, имеет улучшенную конструкцию экструдера, делающую загрузку пластика более удобной, специально обработанную платформу, оптимизированную для качественной печати ABS, и продуманное охлаждение, позволяющее модели остывать равномерно. Следует отметить, что принтеры серии MakerBot Replicator стали настолько популярными, что китайская компания MBot 3D предлагает немного измененные копии Replicator (выпускается под названием MBot Cube) и Replicator 2 (выпускается под названием MBot Cube 2) стоимостью \$999 и \$1399.



Рисунок 6. MakerBot Replicator 2.

- Размер рабочей области: 285 153 155 мм
- Толщина слоя: дополнительно 0.1/0.27/0.34 мм
- Погрешность по осям X/Y/Z: 0.011/ 0.011/ 0.0025 мм
- Скорость печати: 90 мм/с
- Габариты: 49 32 38 см
- Вес: 11.5 кг
- Стоимость: \$2199 – Replicator 2, \$2799 – Replicator 2X

Ultimaker

Принтер Ultimaker (Рисунок 7), разработанный нидерландской компанией Ultimaker B.V., имеет высокую точность печати, большую скорость перемещения рабочих органов, поддерживает печать PLA и ABS. Также

возможна печать PCL, HDPE и PP. Ultimaker является принтером с открытым программным и аппаратным обеспечением, то есть потенциально его может собрать каждый. Принтер поддерживает двойной экструдер, что позволяет печатать двухцветные модели разными материалами.

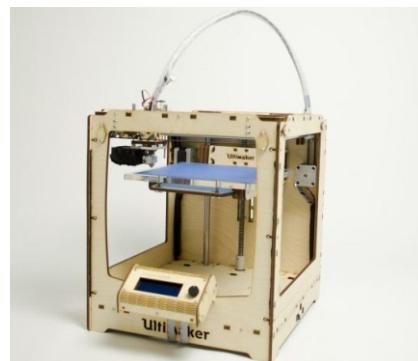


Рисунок 7. Ultimaker.

- Размер рабочей области: 210 210 220 мм
- Толщина слоя: 0.01 мм
- Погрешность по осям X и Y: 0.05 мм
- Скорость печати: рекомендуемая 150 мм/с, максимальная 400 мм/с
- Габариты: 34 35.5 39 см
- Вес: 9 кг
- Стоимость: €1699 в собранном виде, €1194 за набор

Felix 2.0

Созданный голландской компанией Felix Printers, этот принтер (Рисунок 8) предлагает высокое качество при оптимальной цене. Он имеет достаточно большую область печати, но при этом отличается малым весом за счет открытой конструкции. В качестве расходного материала можно использовать ABS, PLA и нейлон. Кроме того, его хвалят за практические бесшумную работу.



Рисунок 8. Felix 2.0.

- Размер рабочей области: 255 205
235 мм
- Толщина слоя: 0.05 мм
- Скорость печати: 54 см³/ч
- Габариты: 45 50 53 см
- Вес: 6.7 кг
- Стоимость: €1399 в собранном виде, €999 за набор

UP! Plus

Легкий принтер UP! Plus (Рисунок 9) китайской компании PP3DP способен печатать как ABS, так и PLA. К сожалению, UP! Plus обладает рядом существенных недостатков, делающих другие решения в этом ценовом диапазоне более конкурентоспособными. К основным недостаткам можно отнести невысокую скорость печати, низкую точность и малый размер рабочего пространства. Кроме того, пользователи данного принтера зачастую жалуются на плохо продуманный нагрев платформы, приводящий при печати к заворачиванию краев модели, небольшую жесткость подвижных элементов, что приводит к необходимости частых калибровок, и на засорение печатающей головки. Однако, UP! весит всего 5 кг, что делает его одним из самых легких 3D принтеров на рынке.

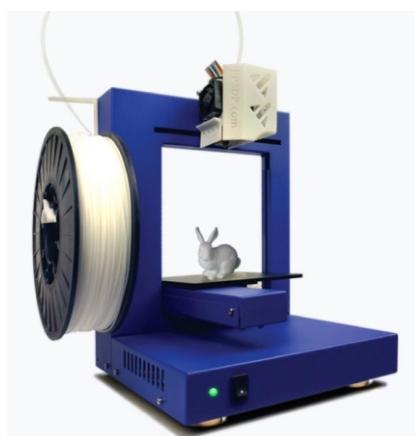


Рисунок 9. UP! Plus.

- Размер рабочей области: 140 140
135 мм
- Толщина слоя: опционально 0.20/0.25/
0.30/0.35/0.40 мм
- Погрешность по осям X и Y: 0.2 мм:
- Габариты: 24 26.6 35.5 см
- Вес: 5 кг
- Стоимость: \$1499

Rostock MAX

Rostock MAX (Рисунок 10) разработан командой SeeMeCNC на базе прототипа дельта-принтера Rostock, автором которого является инженер Иоганн С. Рокхолл (Johann C. Rocholl), родившийся в немецком городе Росток. Дельта-принтеры представляют собой разновидность дельта-роботов, рабочий механизм которых, как правило, состоит из трех рычагов, прикрепленных к основанию, монтируемому над рабочей зоной. Это позволяет печатающему элементу двигаться по всем трем осям. Rostock MAX позиционируется как принтер с открытым программным и аппаратным обеспечением. Оригинальная конструкция позволяет печатать модели большого объема, поскольку рабочая область в целом превышает 21 литр. Также благодаря такому способу перемещения печатающей головки достигается высокая скорость печати – 300 мм/с. Расходными материалами могут быть ABS и PLA.



Рисунок 10. Rostock MAX.

- Размер рабочей области: 28 см в диаметре, 35 см в высоту
- Толщина слоя: 0.1 мм
- Точность позиционирования: 0.01875 мм
- Скорость печати: 300 мм/с
- Стоимость: \$1000 в собранном виде, \$799 за набор

В следующей части будут рассмотрены принтеры стоимостью ниже \$1000. Также будет дана информация по общей настройке принтера, повышению качества печати и бесплатным 3D редакторам. **РЛ**

Окончание в следующем номере

DuraAct: пьезоэлектрические «пластырные» преобразователи для промышленности и научных исследований

PI Ceramic GmbH

Адаптроника – промышленные приборы будущего

В современных технических исследованиях разработке самонастраивающихся адаптивных систем уделяется все больше и больше внимания. Немаловажную роль в этой области играют структуры, использующие «умные материалы», позволяющие объединять в одном устройстве функции сенсора и актиоатора. Эти системы разрабатываются для обнаружения изменений в их рабочей среде и реакции на них при помощи ударных воздействий, сил давления или изгиба.



За долгую историю использования в качестве адаптируемого материала пьезоактуаторы приобрели особую популярность в области мониторинга и активного демпфирования высокочастотных вибраций. Новейшие «пластырные» преобразователи DuraAct представляют собой компактное решение для подобных задач.

Будучи наклеенными на подложку или использованными как самостоятельная часть конструкции, «пластырные» преобразователи DuraAct могут обнаруживать и производить вибрации или деформации контура в источнике, внутри конструкции. Величина практически используемых отклонений имеет строгую зависимость от свойств подложки и лежит в миллиметровом диапазоне.

Универсальные пьезоэлектрические «пластырные» преобразователи DuraAct

Такие пьезоэлектрические компоненты, как преобразователи DuraAct, преобразуют электрическую энергию в механическую и наоборот. Они могут применяться в качестве высокоточных гибких актиоаторов, сенсоров с высокими динамическими характеристиками или источников энергии.



«Пластырные» преобразователи DuraAct представляют собой объединенные в эластичную композитно-полимерную структуру чрезвычайно компактные элементы, в основе которых лежит тонкая пьезокерамическая фольга, заключенная между двумя проводя-



щими пленками. Таким образом, хрупкая пьезокерамика оказывается одновременно преднапряженной механически и изолированной электрически, что делает ее настолько прочной, что такие модули могут применяться на изогнутых поверхностях с радиусом искривления до 20 мм. «Пластырные» преобразователи приклеиваются на поверхность и могут использоваться для различных целей.

Даже в приложениях с высокими динамическими характеристиками прочная конструкция обеспечивает надежность, высокую устойчивость к повреждениям и наработку на отказ более 10^9 циклов. Скорость износа и частота отказов малы, так как твердотельные актуаторы не имеют движущихся частей.

Миниатюрные электрические генераторы для автономных систем

«Пластырные» преобразователи DuraAct могут вырабатывать электрическую энергию из механических колебаний частотой вплоть до нескольких килогерц. Этой мощности в несколько милливатт вполне достаточно, чтобы питать миниатюрные электронные устройства, например, светодиоды, сенсоры или мини-радиопередатчики для систем удаленного сбора данных.

Заказные варианты исполнения для любых применений

При помощи технологии DuraAct достигается высокая гибкость конструкции актуатора. Это означает, что преобразователи DuraAct также отлично подходят для исследовательских целей и построения прототипов. В дополнение к набору стандартных исполнений возможно изготовление структур произвольной формы для удовлетворения различных требований к геометрии, гибкости, жесткости или рабочей температуре.



Стандартные «пластырные» преобразователи DuraAct состоят лишь из одного слоя пьезокерамики. Для специализированных приборов предусмотрена возможность изготовления многослойных устройств. В актуаторах увеличение числа слоев повышает генерируемую силу при одном и том же приложенном напряжении. При независимом подключении слоев можно одновременно использовать функционал и сенсора, и актуатора.

Пьезоэлектрические преобразователи могут быть спроектированы под конкретную задачу, в том числе и в виде массива нескольких керамических элементов. Такие индивидуальные изделия могут выпускаться весьма эффективно даже маленькими партиями.

Адаптированная управляемая электроника

В зависимости от приложения, к электронике предъявляются различные требования. Для управления высокоточным позиционером с высокими динамическими характеристиками необходим малошумящий широкополосный усилитель. Активное демпфирование вибраций требует наличия быстрого сервопривода с полосой пропускания, достаточной для компенсации жесткой связи между развиваемым усилием и массой конструкции.

PI Ceramic предлагает специализированные модули усилителей с высоким разрешением для «пластырных» преобразователей DuraAct, и в любое время может разработать заказные версии, которые будут отвечать особым требованиям.

«Пластырные» преобразователи DuraAct – особенности и преимущества:

- Высокая устойчивость к повреждениям
- Выбор материала и геометрии
- Четко определенные механические и электрические параметры
- Малый период освоения производства
- Компактность
- Продолжительный срок службы
- Широкая полоса пропускания
- Индивидуальные решения
- Возможность применения на искривленных поверхностях

- Рентабельность
- Стабильное и проверенное качество
- Простота использования
- Работа в качестве актиоатора, сенсора и источника питания
- Многослойный модуль, например, для комбинации актиоатор-сенсор
- Высокая гибкость керамических элементов

Применение пьезопреобразователей: примеры

Режим сенсора (Рисунки 1а и 1б)

- Применение для демпфирования вибраций:

Хорошие результаты могут быть достигнуты при объединении пьезоэлектрического датчика с сервоконтроллером и управлении внешним демпфирующим механизмом сигналом от датчика.

- Мониторинг целостности конструкций (SHM):

«Пластырные» пьезопреобразователи DuraAct могут быть использованы для

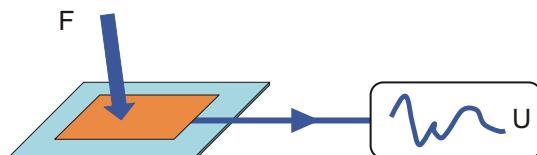


Рисунок 1а. Классическое применение прямого пьезоэффекта. Незначительные деформации основания вызывают смещение в «пластырном» преобразователе DuraAct и вырабатывают электрический ток, пропорциональный смещению. Преобразователи DuraAct могут регистрировать деформации, вызываемые изгибающими усилиями или давлением, демонстрируя очень высокую точность даже на высоких частотах.

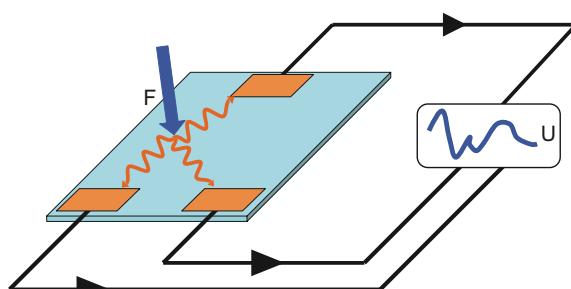


Рисунок 1б. В том же режиме может работать массив из нескольких модулей.

мониторинга технического состояния конструкций. Сами преобразователи могут быть как частью этих конструкций, так и встраиваться в них

• Быстрое переключение:

Преобразователи DuraAct обеспечивают малое время отклика и длительный срок службы, поэтому являются идеальными актиоаторами для подобных задач.

Режим актиоатора (Рисунок 2)

«Пластырные» преобразователи DuraAct обеспечивают очень широкую полосу пропускания. В сочетании с необходимой электроникой они могут использоваться в качестве позиционеров с высокими динамическими показателями и субмикронной точностью.

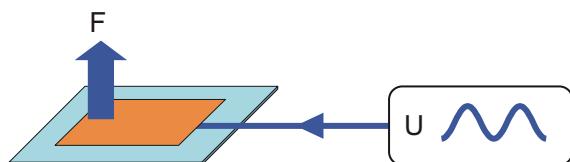


Рисунок 2. В режиме актиоатора «пластырные» преобразователи DuraAct используют обратный пьезоэффект: они сжимаются при подаче напряжения. Прикрепленные к материалу подложки, «пластырные» преобразователи DuraAct работают а качестве гибких актиоаторных модулей.

Мониторинг целостности конструкций (Рисунок 3)

Целые области могут быть обследованы при помощи массива из нескольких модулей,

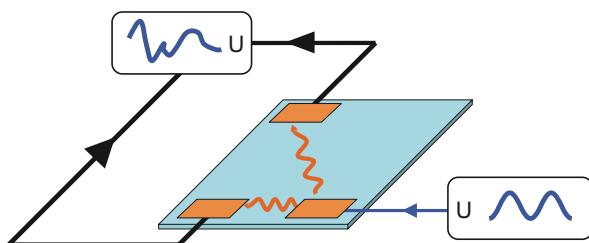


Рисунок 3. Принцип построения систем мониторинга целостности: один «пластырный» преобразователь DuraAct управляется электронным усилителем (в режиме актиоатора) и вызывает вибрации в основании. Массив преобразователей регистрирует вибрации и передает сигналы на соответствующую управляющую электронику. Сравнение сигнала с эталоном от неповрежденной системы дает информацию о состоянии материала основания.

прикрепленных к различным точкам поверхности. Также возможен режим активного мониторинга, где одна часть преобразователей используется в качестве актиоаторов, а другая регистрирует генерируемые ими колебания. Дефекты в материале конструкции, такие как микротрешины, обнаруживаются посредством сравнения измеренных сигналов с сигналами, полученными от неповрежденной системы.

Адаптивные системы используют и сенсоры, и актиоаторы

• Активное демпфирование вибраций:

«Пластырный» преобразователь DuraAct используется как высокоточный сенсор и эффективный актиоатор, одновременно регистрирующий и демпфирующий или исключающий нежелательные вибрации, возникающие, например, во вращающихся компонентах. Сигнал сенсора DuraAct может использоваться в качестве источника энергии для своего же модуля, при этом напряжение питания будет сдвинуто по фазе. Для повышения эффективности создаются многослойные керамические конструкции.

• Контроль профиля и формы:

Функциональность сенсора используется для регистрации деформации, а функционал актиоатора – для ее компенсации. Полученная система контроля формы обеспечивает исключительно высокую точность, вплоть до субмикронного уровня.

Адаптроника

В адаптивных устройствах используется обе функции «пластырных» преобразователей DuraAct – они служат и сенсорами, и актиоаторами. Как «умные материалы», они могут приспосабливаться к различным условиям рабочей среды, таким как ударные воздействия, изгиб или давление. Адаптивные материалы используются, в частности, для снижения вибраций в транспортных средствах. Кроме того, возрастает доля их использования в машиностроении.

Сбор энергии (Рисунок 4)

- «Пластырные» преобразователи DuraAct могут обеспечивать энергией маломощные электронные устройства, например

датчики, делая возможным создание систем с автономным питанием.

- Отдельным направлением мониторинга целостности конструкций (SHM) является беспроводной мониторинг. Здесь «пластырные» преобразователи DuraAct могут одновременно выступать и в роли датчика контроля формы, и источника питания для радиопередатчика удаленной передачи данных. «Пластырные» преобразователи DuraAct могут заменить другие решения для источников питания в уже существующих приложениях.

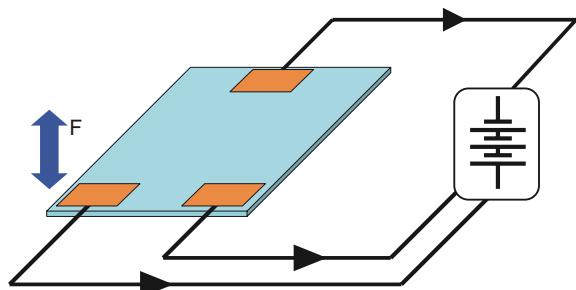


Рисунок 4. Способность преобразователей DuraAct трансформировать механическую энергию в электрическую позволяет использовать их для питания малопотребляющей электроники, делая возможным создание энергонезависимых систем.

Руководство по пьезопреобразователям: «пластырные» преобразователи

Принцип работы

Термин «пьезо» произошел от греческого слова, означающего «давление». В 1880 г. Жак и Пьер Кюри обнаружили, что приложении давления к кристаллам кварца может генерироваться электрический потенциал. Ученые назвали этот феномен пьезоэлектрическим эффектом. Позже они выяснили, что приложении электрического потенциала, пьезоэлектрические материалы изменяют форму. Это явление они назвали обратным пьезоэлектрическим эффектом.

Пьезоэффект используется в датчиках, а обратный пьезоэффект – в актиоаторах.

Пьезокерамические пластины «пластырных» преобразователей DuraAct напоминают конденсатор. Керамика играет роль диэлектрика между металлическими обкладками. При подаче напряжения внутри керамики

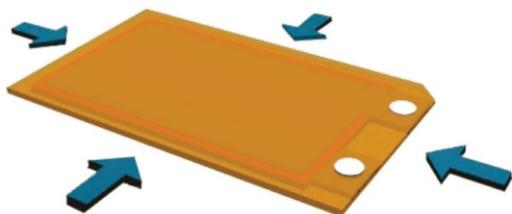


Рисунок 5. Поперечное сжатие.

создается электрическое поле. При подаче напряжения внутри керамики создаётся электрическое поле, вызывающее равномерное поперечное сжатие керамики в направлении, перпендикулярном вектору этого поля (Рисунок 5). Это свойство называется поперечным пьезоэлектрическим эффектом (эффект d31, Рисунок 6).

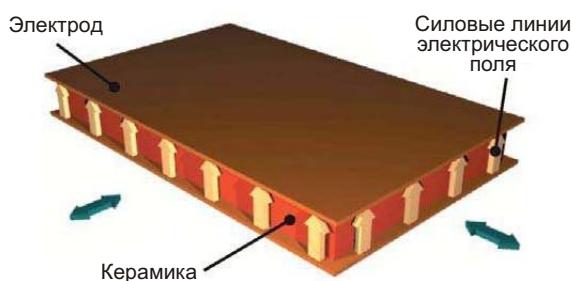


Рисунок 6. Эффект d31.

Напряженность электрического поля определяет величину поперечного сжатия. Это является ключевым свойством, обеспечивающим простое управление модулями преобразователей. Когда модули наклеены на основание, они, в отличие от стандартных актуаторов, эффективно передают усилие на всю рабочую поверхность, а не только на выбранные точки. И наоборот, изменения формы «пластырные» преобразователи DuraAct преобразуют в электрический ток, что делает возможным их применение в качестве сенсоров или источников энергии.

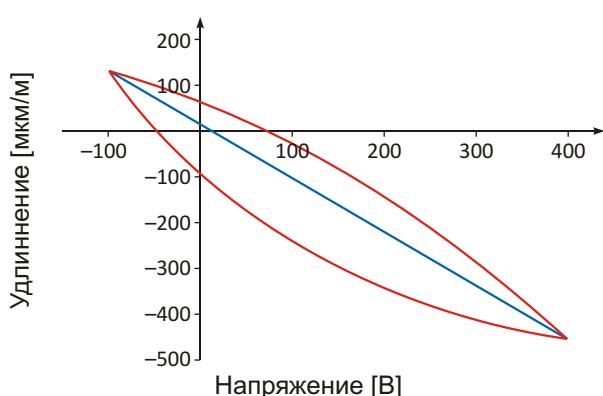


Рисунок 7. Гистерезис пьезокерамики.

Время отклика пьезокерамики на изменение электрического поля или деформацию чрезвычайно мало. Вибрации в килогерцовом диапазоне могут и генерироваться, и регистрироваться. От типа и размеров керамики зависят требуемые напряжения возбуждения и степень сжатия. Зависимость между степенью сжатия и приложенным напряжением нелинейна. Кривая зависимости сжатия от напряжения с типичным гистерезисом показана на Рисунке 7.

Технология

Пьезопреобразователи DuraAct работают в качестве сенсоров с различными полосами пропускания, реагируя на такие механические воздействия, как ударная нагрузка, изгиб или давление, а также в качестве высокоточных позиционирующих или гибких актуаторов.

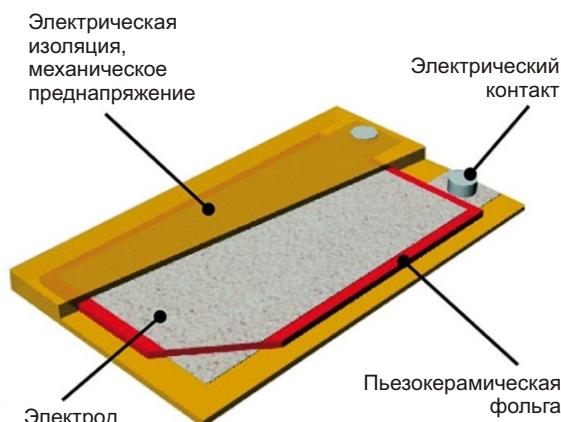


Рисунок 8. Принцип устройства преобразователя DuraAct.

Стандартная конструкция представляет собой пьезокерамическую фольгу с металлизированными поверхностями для электрического контакта (Рисунок 8). Толщина фольги в стандартном варианте составляет 100 ... 500 мкм, хотя возможны еще более тонкие слои. Без дальнейшей обработки такие пьезокерамические элементы хрупки и сложны в эксплуатации. Встраивание их в полимерную структуру обеспечивает электрическую изоляцию и механическую стабильность. В результате получается пластичный и чрезвычайно надежный модуль.

В варианте исполнения с несколькими слоями пьезокерамики при том же рабочем напряжении можно увеличить развиваемое усилие.

Пьезоэлектрические преобразователи DuraAct являются твердотельными актуаторами, и поэтому не имеют движущихся частей. Скорость износа и частота отказов малы. Электрический контакт обеспечивается пайкой, прижимом или приклеиванием проводников к двум контактным площадкам. Раздельное подключение нескольких слоев дает возможность разделить функциональности сенсора и актуатора, что позволяет использовать преобразователь и как сенсор, и как актуатор.

Рабочая характеристика

Актуаторы на основе пьезокерамических преобразователей характеризуются двумя параметрами: блокирующей силой F_B и свободным смещением S_0 . Когда напряжение U приложено к свободному (не заблокированному) актуатору, он достигает своего максимального смещения S_0 . Сила, требуемая для полного предотвращения любых изменений длины, называется блокирующей силой F_B (Рисунок 9).

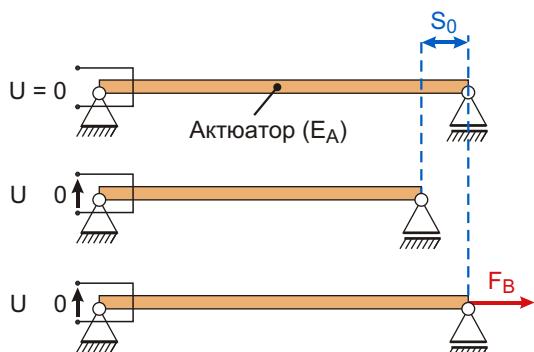


Рисунок 9. Определение параметров.

График зависимости смещения актуатора от приложенной силы называется характеристикой актуатора (Рисунок 11). Обычно она совпадает с линией, соединяющей описанные выше точки с нулевой блокирующей силой и нулевым перемещением. В большинстве случаев актуаторы противодействуют упругой структуре, например, при деформации пружины или металлической пластины (Рисунок 10). Если нагрузкой является пружина (график характеристики пружины) с жесткостью C_F , результирующая рабочая точка будет находиться на пересечении ее нагрузочной линии с характеристикой актуатора (Рисунок 11). Наибольшая эффективность достигается в том случае, когда рабочая точка находится посередине характеристики.

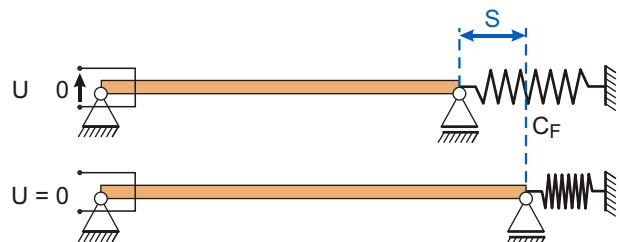


Рисунок 10. Приложение усилия пружины к актуатору.

На Рисунке 11 изображена характеристика актуатора E_A (зеленая линия) и пружина (серая линия). Рабочая точка определяется пересечением этих линий. На Рисунке 12 показан гибкий актуатор E_A (оранжевый слой), состоящий из пьезоэлемента и подложки E_S (голубой слой). Актуатор прикреплен к фиксированной опоре (левый конец) и к пружине (правый конец). Пружина деформируется на величину W_0 под действием силы F_{BW} .

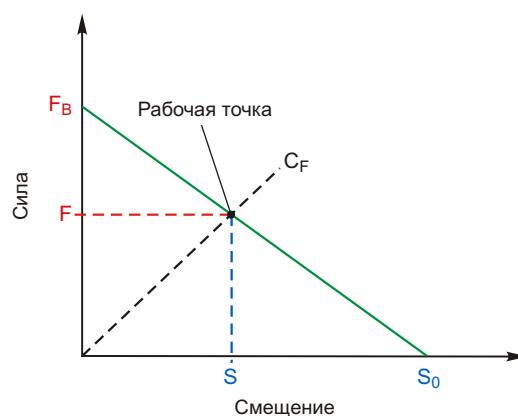


Рисунок 11. Характеристическая кривая с нагрузочной линией пружины.

Параметры гибких актуаторов

Актуаторы DuraAct обычно наклеиваются на подложку и передают усилие не только на несколько точек крепления, а на всю поверхность. В такой конфигурации комбинация DuraAct и подложки действует как гибкий актуатор. Гибкие актуаторы обеспечивают высокую скорость, точность и повторяемость отклонения и используются в широком спектре приложений, например, в принтерах, клапанах и в текстильной промышленности. Преобразователи DuraAct основаны на обратном пьезоэффеце, следовательно, сжимаются

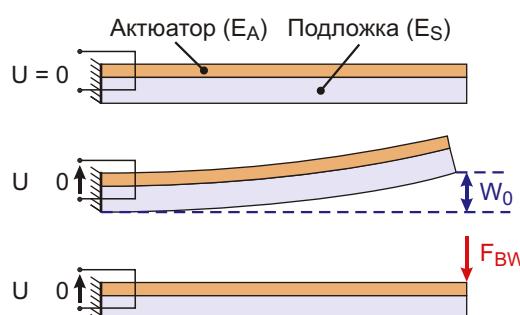


Рисунок 12. Характеристики гибкого актуатора.

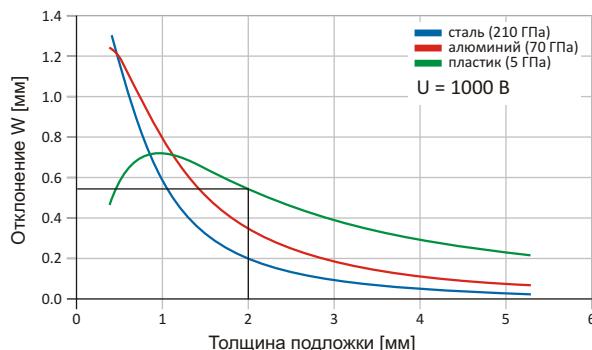


Рисунок 13. Свободное перемещение гибких актиuatorов.

под воздействием электрического поля. Такие актиuatorные блоки изгибаются и развивают направленную по нормали силу, как показано на Рисунке 12. Для свободного незаблокированного актиuatorного блока перемещение составляет W_0 . Сила, необходимая для уменьшения смещения до нуля называется блокирующей силой актиuatorного блока F_{BW} . Эта сила существенно меньше блокирующей силы самого актиuatorа. Линия, соединяющая эти две точки, представляет собой характеристику актиuatorного модуля. На Рисунках 13 и 14 показаны зависимости максимального смещения W_0 и максимальной блокирующей силы F_{BW} от толщины и упругости подложки. Эти графики показывают реальные отклонения и силы, измеренные на подложках длиной 5 мм, изготовленных из различных материалов, с наклеенными «пластырными» преобразователями DuraAct P-876.A15. Вместе с собственной характеристикой DuraAct, характеристика актиuatorного блока формирует основу для эффективной оценки эксплуатационных качеств актиuatorа в конкретном приложении. Поэтому PI Ceramic приводит эти кривые во всех технических описаниях.

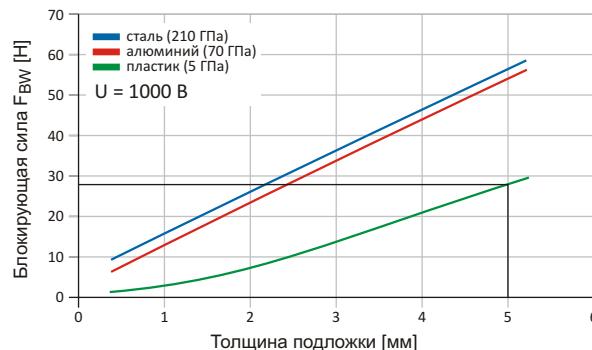


Рисунок 14. Блокирующая сила гибкого актиuatorа.

Требования к питанию

Для определения электрической мощности, требуемой для нормальной работы актиuatorа, должна быть известна его электрическая емкость. Типовая емкость преобразователей DuraAct имеет порядок нанофарад и приводится в технических описаниях. Емкость C зависит от типа пьезокерамики, ее толщины и площади. Для оценки средней электрической мощности P_m необходимо знать диапазон рабочих напряжений и частоту возбуждения.

$$P_m \propto C f U_h^2,$$

где

f – частота

U_h – размах напряжения

Максимальная необходимая мощность (P_{max}) тогда будет в раз больше:

$$P_{max} = P_m \cdot \dots$$

МАСТЕР-ЛОМАСТЕР

Bluetooth адаптер OBD-II

Michael Dunn

EDN

Я не так тесно связан с обслуживанием автомобилей, чтобы иметь собственный анализатор OBD-II. Однако, увидев в продаже китайские USB и Bluetooth адAPTERы за 9 – 20 долларов, я не смог отказать себе в покупке.

На самом деле, мой интерес к возможностям OBD был вызван постоянно горящей идиотской лампочкой «Проверь двигатель», указывающей на пропуск зажигания в цилиндре. Я обнаружил, что китайцы предлагают множество проводных и беспроводных адAPTERов, и, в конце концов, купил один из них на сайте с восхитительным названием Banggood. Я знал, что устройство могло не работать, но, слыша о нем много хороших отзывов, полагал, что рискую не слишком сильно.

Как и следовало ожидать, устройство работало, по крайней мере, достаточно хорошо, чтобы сообщить мне код ошибки и позволить погасить, наконец, осточертевшую лампу. Затем любопытство взяло верх, и мне захотелось увидеть, что там внутри. Пытливому читателю отдаю инициативу выяснить стоимость комплектующих. Я не понимаю, как им удалось это сделать таким дешевым.

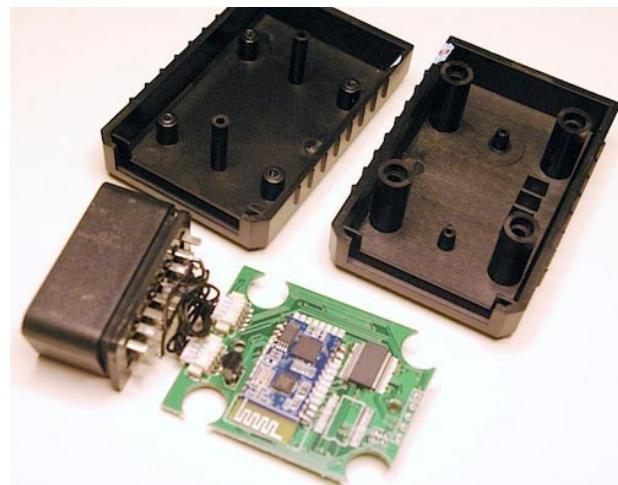
Итак, начнем изучать наш гаджет. При включении устройства светодиоды зажигаются, но назначение каждого из них неизвестно. Существуют подобные устройства примерно втрое меньшего размера без светодиодов.



Я думал, что это будет одно из тех устройств, половинки корпуса которых очень легко защелкиваются и очень тяжело разъединяются. Но нет, я обнаружил четыре винта.

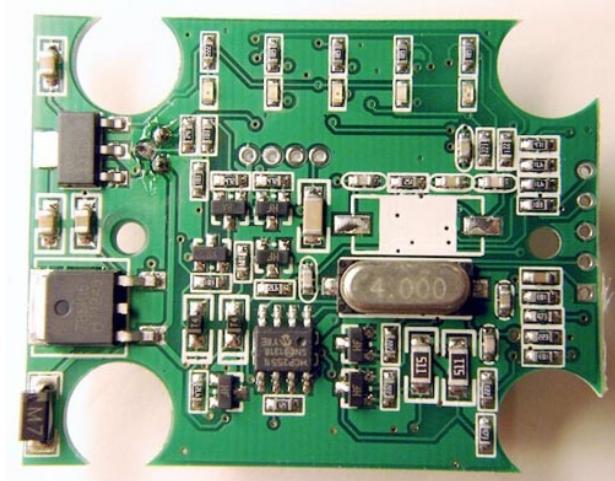


Первый взгляд на внутренности устройства удивляет высоким общим качеством сборки:

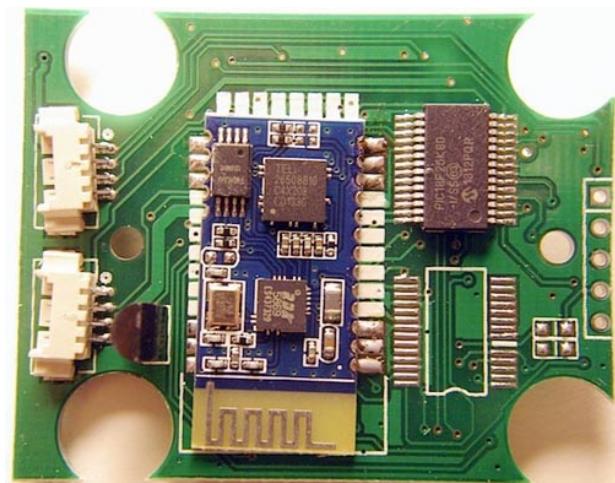


Глядя на то, что я назвал нижней стороной платы, можно обнаружить приемопередатчик CAN Microchip MCP2551, кварцевый резонатор 4 МГц, LDO стабилизатор на 3.3 В AMS1117 компании Advanced Monolithic Systems, пять светодиодов вдоль верхнего края платы и стабилизатор 5 В 78M05 слева внизу. Два диода справа от стабилизатора

почему-то заставили меня подумать о варисторе, но кодировка, скорее всего, указывает на стабилитроны 6.8 В.



Качество пайки и общего изготовления просто отличные. Единственные остатки флюса видны на запаянных в отверстия выводах, которые ведут нас на противоположную сторону платы:



Здесь обнаруживается самое интересное. Начнем с примитивного. Пластмассовый корпус TO-92 для монтажа в отверстия оказался старым добрым регулятором LM317.

Два разъема не выровнены по одной линии, даже, несмотря на наличие у них припаянных к плате «ушей». Я полагаю, что неустановленный чип предназначен для преобразователя последовательного интерфейса в USB, используемого в проводной версии платы. Большая микросхема PIC18F25K80 – отнюдь не копеечный компонент с 32 КБ флеш-памяти, 3.5 КБ RAM, 1 КБ EEPROM, интерфейсом CAN, 12-разрядным АЦП и производительностью 16 MIPS. Только она одна стоит порядка \$2, да и то, при закупке приличными партиями.

Остался отвратительно спаянный модуль Bluetooth с синей паяльной маской. Три верхних контакта с левого угла модуля даже не припаяны! А должны ли? Обязательно сравню с купленным мною оригиналом.

Среди микросхем модуля Bluetooth видна FM24C64. Как я думаю, здесь должна была находиться обыкновенная EEPROM емкостью 64 Кб, но, по какой-то причине, оказалась экзотическая FRAM! Это первая живая FRAM, которую мне довелось увидеть. Чип справа от FRAM озадачил меня. Может быть, вы сможете понять, что это такое. А вот микросхема в нижнем правом углу – это RDA5869 компании RDA Microelectronics – Bluetooth система на кристалле с контроллерным ядром ARM7, изготовленная по нормам 55 нм.

Многие компоненты маркированы датой текущего года, свидетельствующей о том, что гаджеты не сняты с производства. У меня сложилось впечатление, что прошивки этих дешевых модулей на самом деле могли быть заимствованы из оригинальных устройств, но я не могу сказать, насколько они совместимы с каждой из моделей автомобилей, учитывая многочисленные мутации спецификаций стандарта OBD-II, произошедшие за долгие годы его существования. Однако для моей Тойоты 1998 года это было как раз то, что нужно. **РЛ**

Экраны – ваши друзья, кроме случаев, когда...

Steve Nageman

EDN

Инженеры любят ставить экраны в схемах, чаще всего в качестве меры защиты от сигналов, приходящих из внешнего мира внутрь и нарушающих работу наших схем. Но экраны также предотвращают выход внутренних сигналов, что по-настоящему радует людей, ответственных за электромагнитную совместимость.

Даже в низкочастотных схемах экранирование может избавить от искажений, обусловленных потоками воздуха и помехами в сети переменного тока. На более высоких частотах экранирование может обезопасить от излучений и перекрестных помех. В ВЧ или СВЧ схемах экранирование дает возможность создавать радиоприемники, анализаторы спектра и другие виды оборудования, которое просто не могло бы функционировать без качественной экранной изоляции между различными цепями схемы, работающими на высоких и промежуточных частотах.

Так что же может пойти не так? Ну, 10 лет назад – не так много. Мы все еще работали на частотах до 2.5 ГГц практически во всех стандартных устройствах беспроводной связи. И улучшить ситуацию в большинстве случаев помогало только экранирование. Тогда мы считали «обычным высокочастотным» все, что было ниже 3 ГГц, но сегодня мы уже считаем «обычным» то, что ниже 6 ГГц, и можем запросто создавать схемы, работающие на частотах до 6 ГГц, даже в потребительских устройствах [1].

Эта ситуация требует экранирования наших высокочастотных схем не только для обеспечения их корректной работы, но еще и для подавления электромагнитных излучений, которые могут доставить неприятности в процессе нормативных испытаний.

Традиционной формой экранирования являются какие-либо конструкции из проводящего материала, накрывающие собой

нашу схему. Эти конструкции могут быть совершенно различными, начиная от подобия консервной банки для ТВ тюнеров, простых литых пластиковых деталей, покрытых проводящим материалом, до дорогостоящих цельных алюминиевых обработанных на станке конструкций, изготовленных на заказ для наших конкретных плат.

Устанавливая на плате экран, мы создаем проводящую полость, в которой на определенных частотах возникают поперечные электромагнитные колебания (TEM) [2]. Другими словами, она начнет резонировать на определенных частотах.

Эти резонансные колебания обычно являются нежелательными, так как мы хотим, чтобы наш экран предотвращал выход наружу электрических полей (и он это делает), но на определенных частотах энергия электромагнитных волн внутри экрана становится довольно высокой. Вот тут-то и могут начаться наши проблемы.

Предсказать, на каких частотах проявится это явление, возможно с использованием несложной математики [2].

Для короба с размерами H, W и L (высота, ширина и длина), где $W > L > H$, все множество частот (мод) TEM колебаний может быть найдено из следующего выражения:

$$F_{\text{res}} = 150 \sqrt{\frac{a^2}{W} + \frac{b^2}{H} + \frac{c^2}{L}} \quad (1)$$

где

размеры указываются в метрах,
резонансная частота в МГц,
полость внутри экрана считается заполненной воздухом.

Переменными a, b и c определяются различные моды TEM колебаний – они могут

принимать только значения 1 или 0. При наличии трех возможных переменных, принимающих значение 1 или 0, эта простая модель может быть использована для прогнозирования всех возможных TEM колебаний в прямоугольном закрытом коробе.

При проектировании экрана обычно нас интересует только наименьшая частота, на которой может резонировать полость внутри экрана, поэтому выражение (1) может быть упрощено следующим образом:

$$F_{\text{res}} = 150 \sqrt{\frac{1}{W^2} + \frac{1}{L^2}} \quad (2)$$

Выражение 2 описывает колебание моды TEM₁₀₁. Переменные a и c из выражения (1) равны единице, а b – нулю. Как вы можете догадаться, это наибольшая диагональ экранирующего короба. И величина, обратная длине этой диагонали, будет пропорциональна искомой частоте.

Выражение (2) может использоваться для вычисления наименьшей частоты, на которой начнет резонировать прямоугольный экран.

Теория и практика испытаний

Теперь у нас есть способ увидеть, начнет ли наш экран резонировать на какой-либо достаточно низкой, представляющей для нас



Рисунок 1. Чтобы проверить эту теорию, я припаял металлический экран размером 1.5 x 1.0 дюйма на кусочек стеклотекстолита. Для подключения входного и выходного сигналов я также припаял слегка модифицированные разъемы SMA, чтобы получить доступ к пространству внутри экрана. Разъемы действуют как маленькие емкостные зонды и позволяют нам получить количественную характеристику происходящего внутри экрана, подключив их к векторному анализатору цепей.

интерес частоте. Давайте проведем несколько реальных тестов. Обычно я использую такие миниатюрные экранирующие короба, которые могут быть припаяны на печатную плату [3]. Маленький экран, который я регулярно использую, имеет размеры 1.5 x 1.0 дюйма. Подставив эти значения в выражение (2), мы найдем самую нижнюю частоту моды TEM, приблизительно равную 7 ГГц.

Чтобы проверить это, я собрал тестовую плату, состоящую из входного и выходного пробников. Выходной пробник и экран припаяны к отрезанному кусочку двухстороннего стеклотекстолита (Рисунок 1).

Длине центральной части пробников специального внимания не уделялось, за исключением того, что они были сделаны короткими по отношению к длине электромагнитных волн (<< 1/4 длины волны на интересующих нас частотах) и установлены по краям короба, в общем-то, произвольным образом. Края короба были выбраны для размещения зондов по той причине, что, возможно, такое расположение соответствует наилучшей ожидаемой изоляции внутри экрана, и, кроме того, края могут служить моделью входов и выходов конкретной схемы.

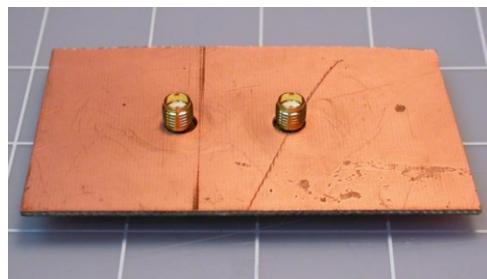


Рисунок 2. Обратная сторона тестовой платы с разъемами SMA, которые будут подключаться к векторному анализатору цепей.



Рисунок 3. Внешний вид тестовой установки с установленным экраном.

Пора приступить к реальным измерениям. Векторный анализатор цепей (ВАЦ) портами



Рисунок 4. Синим цветом показана снятая с помощью ВАЦ зависимость между выходом и входом при снятой крышке экранирующего короба. Она отображает ожидаемое поведение емкостной связи вплоть до очень высоких частот. Красная кривая показывает, что происходит под закрытой крышкой, которая превращает нашу скучную печатную плату в высокорезонансную и сложную полуую структуру с несколькими резонансами.

1 и 2 был подключен между разъемами. После этого была проведена серия измерений параметра S21.

Первый график на ВАЦ был получен со снятой крышкой, и он демонстрирует естественные связи между входным и выходным пробником (Рисунок 4). Эту схему можно грубо смоделировать при помощи небольшого конденсатора, включенного последовательно с резистором между пробниками внутри экрана. На низких частотах связь очень мала, в то время как на высоких частотах она возрастает и в конечном итоге устанавливается на постоянном уровне.

Излишне говорить, что малейшее изменение положения емкостных пробников внутри экрана будет четко отражено в ответной реакции. По мере их сближения связь будет возрастать. Однако пробники припаяны к плате, и перемещаться не могут, поэтому сравнение результатов будет корректным.

Как можно увидеть на Рисунке 4, при установке крышки на место наш замечательный экранирующий короб превращается в сложную резонансную структуру с несколькими резонансами (пики и провалы). Выражение 2 предсказывало, что первый резонанс должен произойти на частоте около 7 ГГц. И, действительно, первый пик находится именно там. На этом пике связь между входом и выходом увеличилась более чем на 30 дБ.

Почему это нас волнует? Есть несколько причин. Во-первых, если рабочая частота устройства совпадает с частотой одного из этих пиков, возросшая связь может вызвать паразитные колебания. Эти колебания могут оказаться вне интересующего вас диапазона, но если ваш усилитель работает на какой-то высокой частоте, есть вероятность, что они окажут негативное влияние на его работу и на более низких частотах.

Однажды я столкнулся с многокаскадным усилителем, в котором, как только его закрывали экраном, возникала устойчивая генерация за пределами рабочего диапазона. Вы можете никогда не увидеть этого из-за недостаточного усиления ВАЦ или особенностей его развертки, но это явление повлияет и на рабочую точку усилителя, и на его гармоники, что скажется на работе связанных с ним цепей.

С другой стороны, если ваша схема работает на частотах этих резонансов, вполне возможно, что вы «прогоняете» частоты сквозь точки резонанса. Тогда вы будете наблюдать все виды необъяснимых провалов мощности (также называемых «suck outs»).

Третья проблема может возникнуть, когда среди рабочих частот вашей схемы есть частоты, близкие к резонансным (или просто сильные широкополосные связи). Это приводит к значительному увеличению энергии

внутри экрана и может вызвать сбои, обусловленные возрастом выходом электромагнитных помех за его пределы.

Я уверен, что существует бесчисленное множество других проблем. Здесь перечислены только те немногие, что доставили неприятностей мне. **РЛ**

Ссылки

1. Беспроводные маршрутизаторы стандарта 802.11, которые можно приобрести в сети

Home Depot, работают на частотах 5-8 ГГц. Электроника весьма банальна, если ее можно приобрести в Home Depot.

2. См. любой ВУЗовский учебник по полям и волнам для углубленного объяснения данной тематики, например, «*Lines, waves and antennas*», Robert Brown и др., 1973
3. Поставщик экранов, которые были использованы в этом примере, компания Leader Tech, www.leadertechinc.com

Рынок DRAM вступает в пору зрелости... 43 года спустя

Nat Bowers

Electronic Specifier

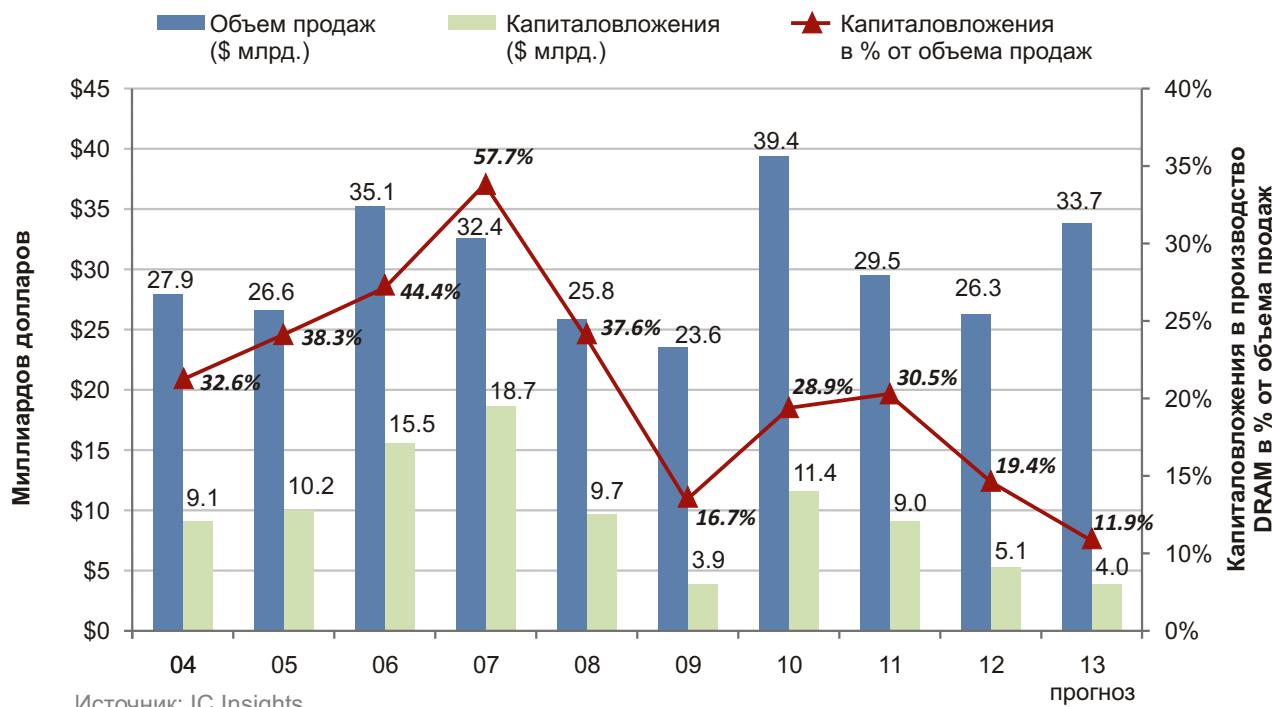
В 1970 году Intel представила первую микросхему динамической памяти. Теперь, 43 года спустя, повзрослевший рынок динамических ЗУ, наконец, достиг точки, в которой остались только три основных поставщика Samsung, SK Hynix и Micron (недавно купленный компанией Elpida). Согласно отчету аналитической компании IC Insights, характерным признаком зрелости рынка является тот факт, что прогнозируемый объем капиталовложений в 2013 году составит \$4.0 млрд. Это лишь немногим больше, чем \$3.9 млрд., потраченные в 2009 году в самый разгар великой рецессии.

По прогнозам аналитиков в текущем году оборот рынка микросхем динамической памяти (DRAM) составит \$33.7 млрд. Это означает, что капитальные затраты в процентах от объема продаж опускаться до самого низкого за все время значения в 11.9% (см. рисунок). Снижение инвестиций в развитие производства DRAM и совершенствование техноло-

гических процессов привело к постоянному росту цен в 2013 году. В течение года средние отпускные цены DRAM, согласно прогнозам, подскочат на 40%, что повлечет за собой рост общего рынка DRAM на 28%.

Возможность вкладывать огромные средства в строительство новых производственных мощностей или в модернизацию сущес-

Капиталовложения в производство DRAM в % от объема продаж



Источник: IC Insights

твующих фабрик стала недоступной практически всем поставщикам, кроме ведущих изготовителей DRAM. При стоимости новой фабрики порядка \$5 млрд. продолжать инвестиции в основные средства в этом году будут способны только Samsung, SK Hynix и новая компания Micron-Elpida.

У Samsung всегда был крупнейший в отрасли DRAM бюджет капиталовложений, что позволяло компании снижать цены и предлагать новые и улучшенные продукты быстрее, чем конкуренты. В период с 2010 по 2013 годы совокупные капитальные затраты Samsung в сегменте DRAM прогнозируются в объеме \$10.95 млрд., что намного превышает суммы, вкладываемые за тот же время двумя ее ближайшими конкурентами: SK Hynix – \$6.1 млрд., Micron – \$5.1 млрд. (Капиталовложения вновь образованной компании Micron-Elpida в течение четырех лет составляют приблизительно \$7.8 млрд.).

После огромных вложений во внедрение технологий 50 нм и 40 нм на линиях по производству пластин 300 мм, обосновавшиеся на Тайване поставщики испытывают острый недостаток наличных средств. Столкнувшись с прессингом мировых лидеров рынка DRAM, игроки второго плана, такие, как Nanya, Powerchip и Winbond для возрождения своего бизнеса вынуждены искать нишевые рынки.

В пятилетний период с 2004 по 2008 год средние капиталовложения в процентах от продаж составили 42.1%. Напротив, на последующие пять лет с 2009 по 2013 год прогнозируется сокращение средних капитальных затрат до 21.5%. Поскольку инвестировать в производственные мощности будут способны только ключевые игроки рынка, IC Insights приходит к выводу, что до 2017 года отношение капитальных затрат к объему продаж будет оставаться в диапазоне 15-20%, что значительно снизит потенциал для существенных колебаний рынка. **РЛ**

Контроллеры сенсорных экранов с интерфейсом I²C

Digi-key

Сенсорные экраны (тачскрины), интегрированные в ЖК-дисплеи (обычно TFT) или являющиеся частью печатной платы, фактически становятся неотъемлемой частью пользовательского интерфейса в современных портативных устройствах. Основанные, главным образом, на резистивной или емкостной технологии, эти прозрачные или непрозрачные поверхности заменяют механические кнопки и переключатели, обеспечивая пользователя дополнительными удобствами, далеко выходящими за рамки возможностей, предоставляемых простым нажатием кнопки.

Многими компаниями разрабатываются и выпускаются специализированные микросхемы контроллеров сенсорных экранов. Основная задача контроллеров – разгрузить центральный процессор приложения и предоставить большую функциональность. Эти контроллеры могут увеличить стоимость конечной системы и требуют немного большей площади печатной платы, но зато они позволяют разработчикам значительно быстрее продвигать на рынок свои проекты, снабженные надежным и проверенным сенсорным интерфейсом.

В статье мы рассмотрим контроллеры сенсорных экранов с интерфейсом I²C.

По другую сторону подключения

Сегодня пользовательские интерфейсы далеко ушли от механических переключателей и замыкающихся контактов. Жесты для масштабирования и прокрутки изображения могут сделать больше, чем любая дискретная кнопка или переключатель. Круговые

движения также заменили механический поворотный переключатель JOG, популярный в ранних моделях iPod. Слайдеры, в которых использовались аналоговые переменные резисторы, тоже заменяются сенсорной технологией.

Для реализации всех этих возможностей и гибкости сенсорных интерфейсов требуется большая вычислительная мощность процессора, позволяющая обрабатывать, декодировать, подавлять дребезг и передавать намерения пользователя хост-процессору приложения. Это означает, что нужно либо выбирать более мощный (следовательно, более дорогой) процессор, либо использовать специализированный контроллер.

На использование в приложениях имеют право оба варианта. Современные микроконтроллеры и микропроцессоры, как правило, имеют высокую производительность и развитую периферию, включая аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, операционные усилители и компараторы, которые могут использоваться для реализации примитивного сенсорного интерфейса. Однако для оперативного определения и реагирования в реальном времени такой подход требует написания кода для хост-процессора, и так загруженного функциями приложения. Следовательно, понадобится больше встроенной Flash-памяти для хранения программного кода, больше блокнотной памяти и ОЗУ, что, в свою очередь, может потребовать приобретения более крупного и дорогого микроконтроллера.

Размер микроконтроллера, как правило, является основным ограничением для любого портативного устройства, поэтому крайне

нежелателен сенсорный интерфейс, для поддержки которого требуется много линий ввода/вывода. Практика показывает, что чем меньше выводов микроконтроллера используется для выполнения функции, тем лучше был организован процесс конструирования. Именно по этой причине для подключения к микроконтроллеру сложных функциональных устройств используются последовательные интерфейсы, не расходующие драгоценных линий ввода/вывода.

I^2C – достаточно простой, но эффективный, двухпроводной двунаправленный интерфейс обмена данными, позволяющий периферийным устройствам выполнять сложные функции, используя лишь две линии ввода/вывода хост-процессора. Этот интерфейс настолько прост, что при отсутствии в микроконтроллере встроенного аппаратного I^2C

порта легко может быть реализован на программном уровне.

Как вы можете ожидать, этот общепринятый стандарт используется для обмена данными между специализированным контроллером сенсорного интерфейса и хост-микроконтроллером с использованием минимального количества линий ввода/вывода. Кроме того, стоит заметить, что многие контроллеры тачскринов являются специализированными процессорами или системами на-кристалле (SoC). Это означает, что они оптимизированы для сенсорных интерфейсов, но могут выполнять и другие функции системы, дополнительно освобождая ресурсы центрального процессора.

Рассмотрим, к примеру, специализированный микроконтроллер CY8CTST200A-48LTXI компании Cypress, который фактически является программируемой системой-на-

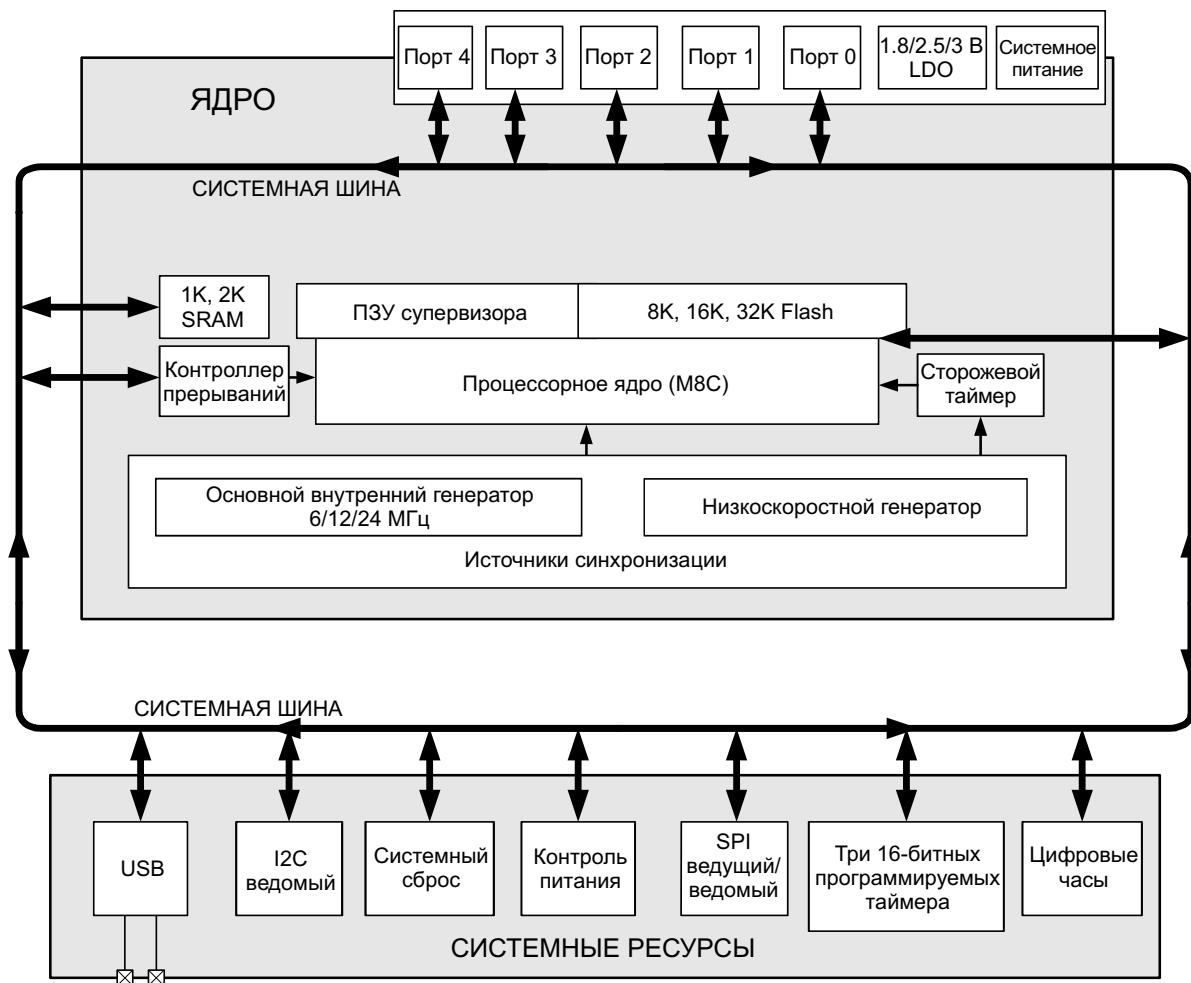


Рисунок 1. Процессор, встроенный в контроллер Cypress True Touch, поддерживает многие алгоритмы работы с сенсорными интерфейсами и способен выполнять дополнительные периферийные функции. Обмен данными с хост-процессором ведется по шине I^2C .

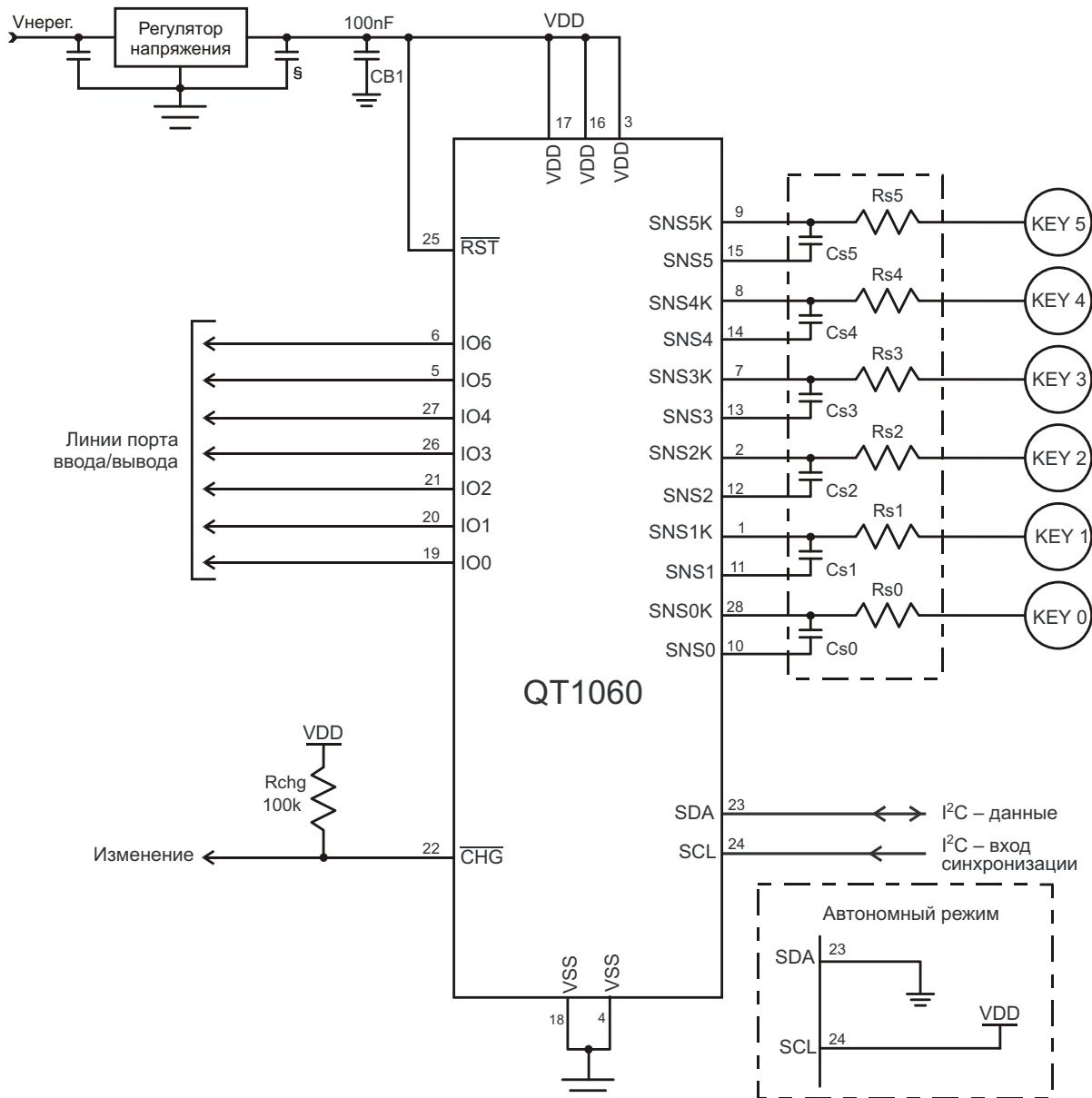


Рисунок 2. Помимо средств мониторинга сенсорных кнопок, контроллер Atmel QTouch содержит ШИМ-драйверы с поддержкой функции диммирования светодиодов. Контроль всех сенсорных функций и диммирования осуществляется по I^2C .

кристалле (PSoC). 8-разрядный прибор с ядром M8C и производительностью 4 MIPS, запрограммирован на выполнение функций контроллера сенсорного интерфейса (Рисунок 1). Микросхема, в которой используется запатентованная технология True Touch, содержит источники опорного напряжения, мультиплексоры, компараторы, таймеры и логику, необходимые для реализации различных алгоритмов определения касаний, таких как интегрирование положительного заряда, интегрирование отрицательного заряда, последовательное приближение, емкос-

тной сигма-дельта алгоритм и вариации частоты осциллятора.

В дополнение к интерфейсу I^2C контроллер снабжен портами USB, SPI и UART. Благодаря встроенной памяти (32 Кбайт Flash, 2 Кбайт ОЗУ) он может быть адаптирован под специфические требования сенсорного интерфейса. Скорее всего, для выполнения основного приложения мощности процессора не хватит, но он и не предназначен для этого. Прибор больше напоминает программируемый периферийный чип с встроенным микроконтроллером.

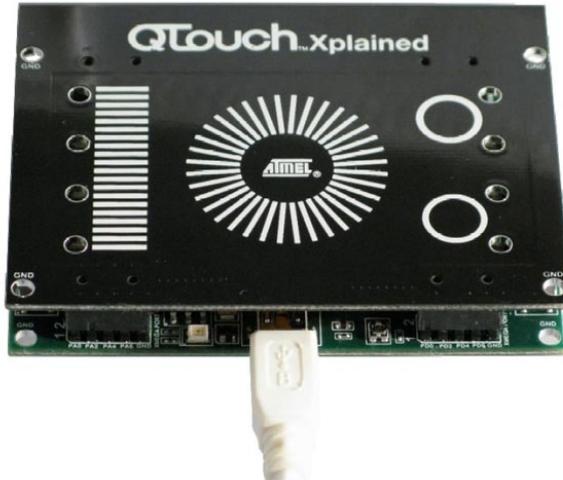


Рисунок 3. Демонстрационная плата QTouch Xplained.

Еще один игрок на арене сенсорных устройств и интерфейсов – компания Atmel с технологией QTouch. В контроллере AT42QT1060-MMUQS39, например, предназначенном для применения в смартфонах и мобильных устройствах, интегрированы две

необходимые функции: сенсорный интерфейс и ШИМ драйверы для управления светодиодами (Рисунок 2).

Технология QTouch основана на цифровом пакетном переносе заряда для определения изменения емкости сенсорной кнопки. Для подавления радиочастотных излучений и снижения влияния внешних шумов используются пачки амплитудно-манипулированных сигналов с расширенным спектром. Одновременно это позволяет уменьшить влияние на чувствительные высокочастотные каскады, используемые в сотовых телефонах. Для оценки возможностей контроллеров и разработки приложений компания выпускает несколько отладочных и демонстрационных наборов и программную библиотеку функций поддержки сенсорного интерфейса (Рисунок 3).

И слайдеры тоже

Компания IDT выпускает интересный контроллер LDS6000NQGI8, предназначенный

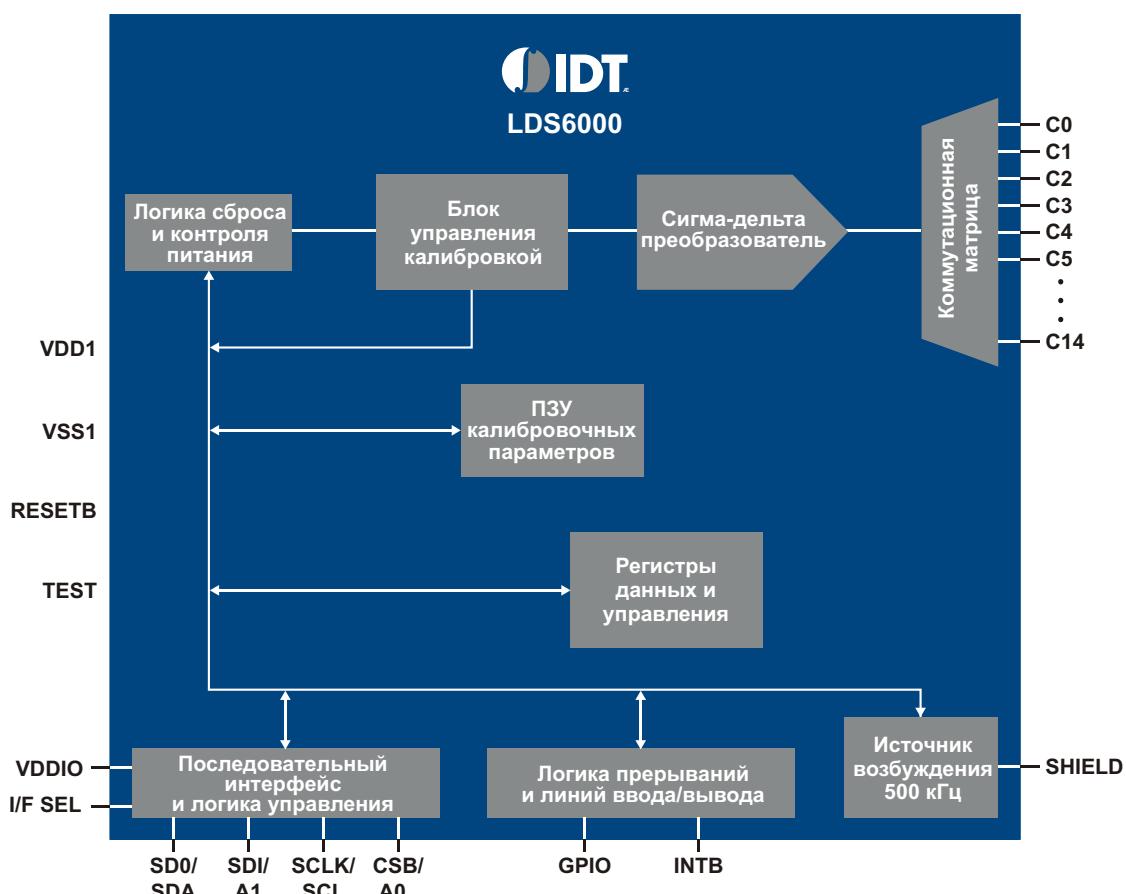


Рисунок 4. Сигма-дельта преобразователь емкость-код и коммутационная матрица, встроенная в контроллер Pure Touch, позволяют использовать несколько сенсорных слайдеров, колец JOG и дискретные сенсорные площадки.

для реализации сенсорных слайдеров и колец. Получившая название PureTouch технология, используемая в контроллере, основана на преобразовании емкости в цифровой код посредством работающего на частоте 500 кГц сигма-дельта конвертера и коммутационной матрицы (Рисунок 4).

Важной особенностью контроллера LDS6000N является встроенная схема калибровки, постоянно оценивающая внешние шумы и изменяющая уровни порогов срабатывания. Наряду с интерфейсом I^2C контроллер имеет порт SPI, который может использоваться в качестве последовательной линии связи с хост-микроконтроллером. Для выбора одного из двух интерфейсов используется специальный вывод.

Если приложению требуется более высокое разрешение и большее количество сенсорных входов, можете обратить внимание на созданный компанией STMicroelectronics контроллер сенсорной клавиатуры STMPE24M31QTR, основанный на технологии S-Touch. Прибор поддерживает до 24 сенсорных входов и может управлять слайдером или колесом с разрешением 256 шагов. Он содержит также 8 блоков ШИМ для управления 16 светодиодами с функциями диммирования и мигания. Интерфейс I^2C работает на частоте 400 кГц, а все входные линии снабжены ESD защитой до 8 кВ. Микросхема имеет также 16 линий ввода/вывода общего назначения и предназначена, в первую очередь, для мобильных телефонов, портативных медиа-плееров, ноутбуков и игровых консолей.

Компания предлагает оценочный набор STEVAL-ICB003V1, содержащий 8 сенсорных кнопок, интерфейс энкодера и четыре семисегментных светодиодных индикатора (Рисунок 5). Кроме того, для детального ознакомления с решениями на основе емкостных сенсорных элементов компанией организовано онлайн обучение.

Freescale также выпускает интересную микросхему для организации сенсорного интерфейса. MPR121QR2 – представитель второго поколения контроллеров, поддержи-



Рисунок 5. Оценочный набор STMicroelectronics представляет собой решение для лицевой панели управления на основе технологии S-Touch.

вающий до 12 сенсорных кнопок. Отличительной особенностью MPR121QR2 являются встроенные схемы фильтрации и подавления дребезга, а также улучшенный механизм обнаружения изменений емкости.

Каждая выборка значения емкости сравнивается с базовым значением для определения статуса электрода (есть касание или нет касания). Базовая емкость отслеживается контроллером автоматически на основе изменения фоновой емкости.

Разработчик имеет возможность установить пороги срабатывания и время подавления «дребезга» при касаниях сенсора. Это необходимо для устранения джиттера и ложных прикосновений из-за помех. Адрес контроллера на шине I^2C конфигурируется, аппаратно что позволяет вести арбитраж устройств на шине. Как и другие компании, Freescale предлагает пользователям оценочные наборы и модули.

Заключение

Сенсорные технологии могут надежно заменить подверженные механическому износу механические кнопки и переключатели. Современные датчики касания могут конфигурироваться в виде простых слайдеров, колец и площадок, обеспечивая значительные преимущества для реализации интуитивного пользовательского интерфейса и дополнительные возможности для разработчиков, снижая, в тоже время, конечную стоимость системы. Контроллеры сенсорных экранов и кнопок с интерфейсом I^2C снижают нагрузку на основной микроконтроллер приложения и могут выполнять дополнительные периферийные функции. **РЛ**

ARM догоняет Intel? Система обнаружения пешеходов отвечает на этот вопрос

Ranjith Parakkal, Uncanny Vision

EDN

Сравнение характеристик смартфонов и управляющих ими систем-на-кристалле и процессорных ядер в последнее время стало горячо обсуждаемой темой. В особенности теперь, когда Intel пытается потеснить ARM в пространстве маломощных мобильных устройств процессором Atom, а ARM, в свою очередь, бросает вызов Intel в серверном пространстве с процессорами Cortex-A53 и A57. Уже написано достаточно статей, в которых сопоставлялись характеристики смартфонов, использующих ARM и Atom, но, возможно, не было ни одной, в которой сравнивались бы Cortex-A15, A9 и Intel Core i3 с точки зрения практического применения разработчиками. В этой статье я попытаюсь поделиться своим опытом работы по оптимизации алгоритмов компьютерного зрения и, в частности, систем обнаружения пешеходов, и сравнить эффективность реализации алгоритмов на этих трех процессорах.

Говоря простым языком, компьютерное зрение можно описать, как метод анализа, извлекающий объекты из видео или изображения. Хорошо понятными примерами компьютерного зрения могут быть обнаружение и распознавание лиц.

А почему, собственно, для сравнения характеристик процессоров мы выбрали алгоритм компьютерного зрения? Дело в том, что эти алгоритмы, с одной стороны, требуют очень интенсивных вычислений, а с другой, с ростом производительности процессоров все активнее проникают в нашу повседневную жизнь. Для ускоренного выполнения алгоритмов компьютерного зрения не создано каких-либо специализированных движков, подобных тем, которые используются при обработке графики или кодировании видео, и также требуют больших вычислительных затрат.

Поэтому все вычисления выполняются в самом ЦП, и алгоритмы компьютерного зрения, как правило, представляют собой удачную смесь обработки чисел с фиксированной и плавающей точкой при оптимальном количестве условных переходов, что делает их хорошим инструментом сравнительного анализа характеристик ЦП.

Система обнаружения пешеходов – профессиональный термин, обозначающий выделение людей из потока видеоИзображения – одна из актуальных проблем, над решением которой работают производители автомобилей, создавая основанные на видеокамерах системы безопасности следующего поколения. Наиболее популярным алгоритмом обнаружения пешеходов на сегодня является HOG (Histogram of Oriented Gradients – гистограмма направленных градиентов), предложенный Нэвнитом Дэлэлом (Navneet Dalal) и Биллом Триггсом (Bill Triggs). Он предлагается в качестве части OpenCV – достаточно хорошо оптимизированной свободно распространяемой библиотеки компьютерного зрения с разрешительной лицензией. Однако алгоритм пока недостаточно быстр, чтобы в реальном времени выполняться на процессорах большинства архитектур.

Например, при полном поиске людей в минимальном окне 64×128 пикселей на картинке формата VGA быстродействие работающего на максимальной частоте и одном ядре процессора Core i3 оказывается в 13 раз ниже требуемого. Что еще хуже, из-за большой потребляемой мощности процессоры Core i3 использоваться в автомобильной промышленности не могут. По этой причине в большинстве случаев применяют процессоры с ядром ARM (Cortex-A8, A9 и, теперь,

A15), дополненные ЦСП и ПЛИС. Таким образом, самой насущной потребностью сегодняшнего дня стала глубокая оптимизация алгоритма HOG. Для оптимизации мы выбрали ядро ARM из-за его повсеместной распространённости.

Оптимизация алгоритма, в основном, состоит из двух этапов. На первом этапе выполняется то, что мы называем Си-оптимизацией, и то, что в наименьшей степени зависит от типа процессора. Вторым шагом мы фокусируемся, главным образом, на архитектуре ARM, в первую очередь, на инструкциях Neon, и, аналогично, на инструкциях SSE для архитектуры x86. Однако базовый алгоритм остается одним и тем же, что позволяет получить корректные результаты сравнения.

Для наших измерений мы выбрали следующие ядра:

- Cortex-A15 – 1.2 ГГц, кэш 2 МБ, ОС Android на плате Exynos 5250 Arndale
- Cortex-A9 – 1.2 ГГц, кэш 1 МБ, ОС Android на плате OMAP 4430 Panda
- Core-i3 – 2.99 ГГц, кэш 4 МБ, ОС Linux Ubuntu
- Core-i3 – 1.2 ГГц, кэш 4 МБ, ОС Linux Ubuntu

Кроме того, мы включили дополнительное измерение того же ядра Core i3 на пониженной частоте 1.2 ГГц, чтобы получить еще одну точку на одной частоте с ARM. Мы не тестировали i5 и i7, отличающиеся, в основном, количеством ядер, гиперпоточностью, более высокой тактовой частотой и большими объемами кэшей, и в гораздо меньшей степени набором инструкций и самой архитектурой, которые, собственно, мы и хотели сравнить.

Оптимизация потребляемой мощности была отключена, чтобы быть уверенным, что ядра тактируются одной частотой. Приложение HOG оставалось однопоточным, так как должно было выполняться на одном ядре. Коды всегда компилировались с высшим уровнем оптимизации и с разрешенными флагами SSE и Neon.

Результаты

Краткая сводка результатов, полученных при использовании алгоритма HOG, приведена ниже. Обнаружились некоторые довольно любопытные детали.

HOG OpenCV Cortex-A9 – 2320 мс

Cortex-A15 – 1265 мс
Core i3 (1.2 ГГц) – 1107 мс
Core i3 (2.99 ГГц) – 439 мс

HOG с Си-оптимизацией

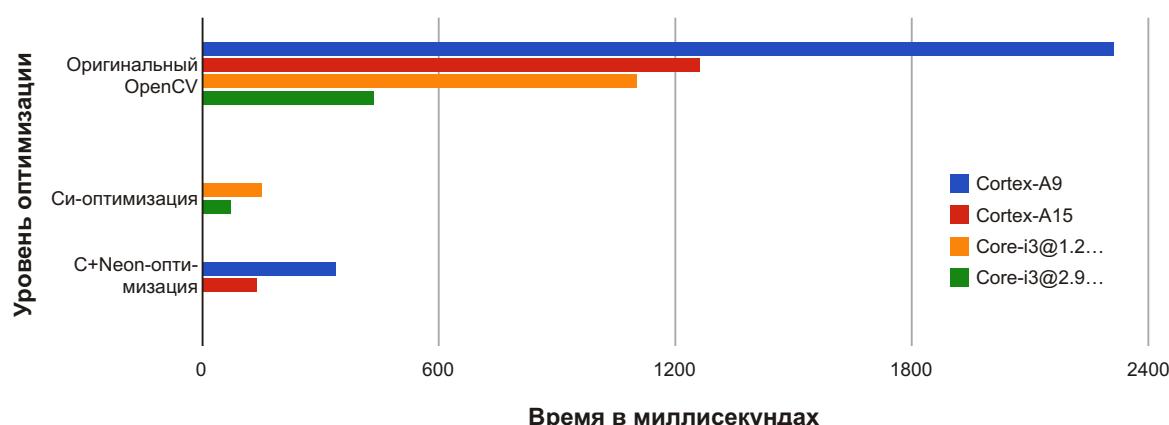
Core i3 (1.2 ГГц) – 152 мс
Core i3 (2.99 ГГц) – 74 мс

HOG с Neon и Си-оптимизацией

Cortex-A9 – 340 мс
Cortex-A15 – 138 мс

О чём говорит статистика

Вне всяких сомнений, это доказывает, что A15 почти вдвое превосходит A9 при работе на одинаковой частоте, хотя надо признать, что больший объем кэша второго уровня дает A15 определенное незаслуженное преимущество перед A9.



Сравнительные результаты в миллисекундах. (Меньшие значения соответствуют лучшим характеристикам).

Более интересный аспект этих цифр заключается в том, когда Cortex-A15 и Core i3 работают на одинаковой тактовой частоте 1.2 ГГц, разница в производительности этих двух процессоров для оригинальной OpenCV HOG оказывается незначительной. В данном случае производительность Cortex-A15 (1265 мс) всего на 14% ниже, чем Core-i3 (1107 мс). Однако было бы ошибкой обобщать этот вывод на все алгоритмы.

Так действительно ли ARM догоняет Intel?

Чтобы быть справедливым к Intel, отметим, что Core-i3 на частоте 1.2 ГГц при использовании только Си-оптимизации практически удалось не отстать от A15 с полностью оптимизированным кодом, хотя мы полагали, что компилятор, возможно, уже проделал большую работу, подстраиваясь под

инструкции SSE с использованием дружественного параллелизму данных кода Си. Кроме того, процессоры Intel отличаются более высокой тактовой частотой (ядро i7 в турбо режиме может работать на частоте 3.8 ГГц) и гиперпоточностью, которые могли бы оказаться полезными в многопоточной среде.

Возможно, самым интересным выводом из полученной статистики является тот факт, что полностью оптимизированной версии HOG при выполнении на Cortex-A15 (139 мс) удалось почти втрое превзойти оригинальную версию HOG из OpenCV, выполнявшуюся на Core i3 с тактовой частотой 2.99 ГГц (439 мс), несмотря на в 2.5 раза более низкую частоту и вдвое меньший размер кэша. Этот результат показывает, что при определенной программной оптимизации Cortex-A15 может бросить вызов Core i3 и, возможно, даже победить его в этой игре. **РЛ**

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

специализированный видеорегистратор для автотранспорта
надежно схорхняет 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>

Адаптивный триггер Шмитта укрощает непослушные сигналы

Michael Dunn

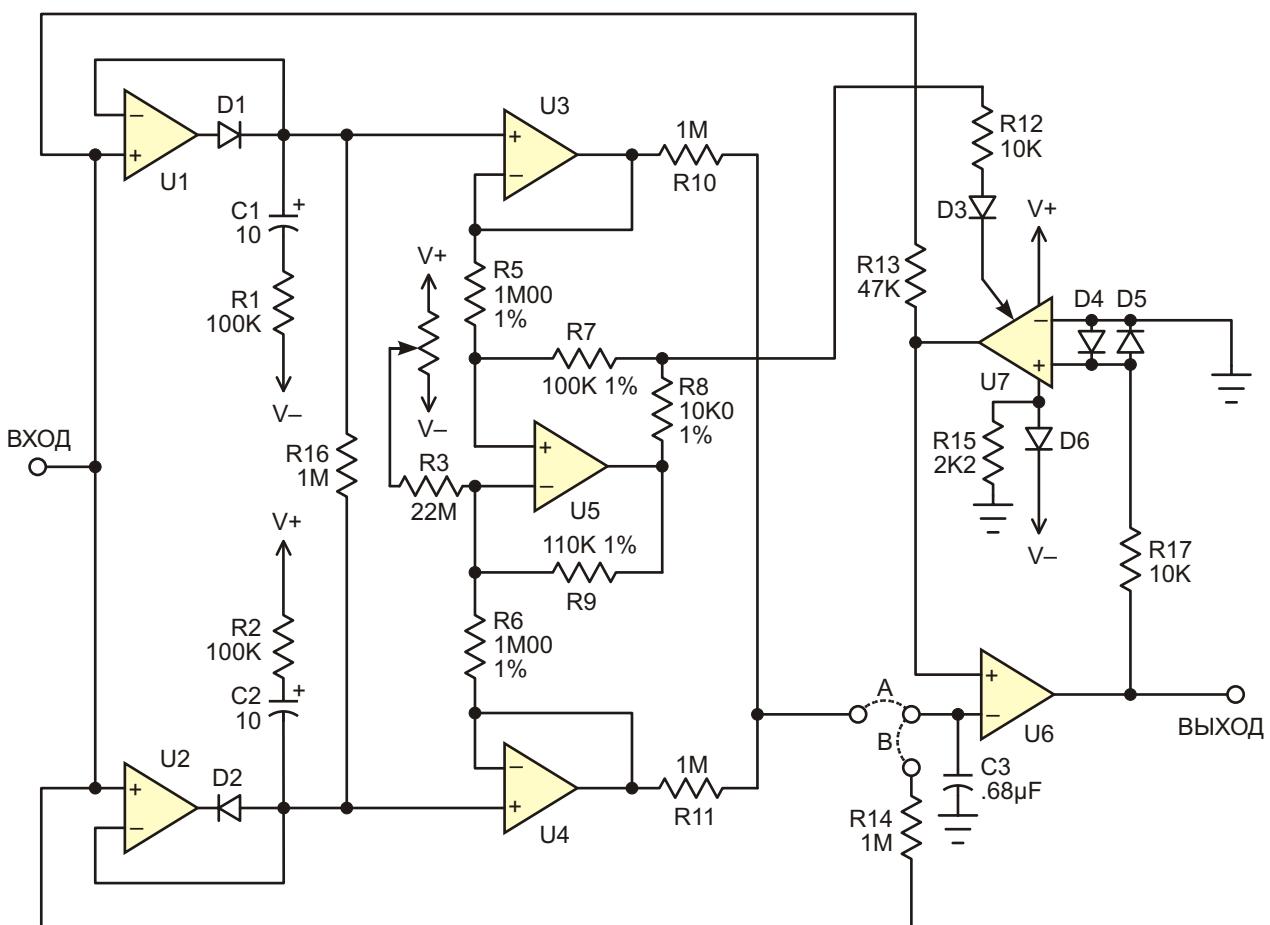
EDN

Иногда мы сталкиваемся с необходимостью извлечь информацию из сильно зашумленных сигналов, например, при биомедицинских измерениях. Мне требовалось сформировать прямоугольные импульсы из сигналов датчика дыхания, сильно различающихся по амплитуде и частоте, и, кроме того, с непостоянным базовым уровнем. Представленный здесь адаптивный «супер-Шмитт» с большим количеством настраиваемых па-

метров прекрасно выполняет работу по очистке входных сигналов.

Номиналы компонентов в показанной схеме подобраны для диапазона входных сигналов от 50 мВ до 1 В пик-пик с частотой от 0.07 Гц до 2 Гц.

U1 и U2 отслеживают положительные и отрицательные пики входного сигнала, но, в отличие от обычных детекторов, имеют на выходе резисторы R1 и R2, обеспечивающие



подавление импульсных помех на уровне, зависящем от характеристик сигнала. Этими резисторами совместно с R16 определяется скорость спада выходных напряжений. Зафиксированные детекторами и буферизованные микросхемами U3 и U4 амплитуды импульсов используются для управления шириной петли гистерезиса оконечного компаратора U6 и формирования опорного уровня его переключения.

Регулировка гистерезиса выполняется операционным трансимпедансным усилителем (ОТУ) U7, в качестве которого здесь использована микросхема LM3080, которую сегодня можно заменить более современным прибором LM13700. Выходной ток усилителя фактически равен произведению дифференциального входного напряжения на односторонний ток смещения (вход, обозначенный стрелкой). В этом случае при насыщении входа (что происходит уже при напряжении 0.7 В) ОТУ ведет себя, скорее, как ключ переключения полярности, отображающий ток смещения на выходной ток, – втекающий или вытекающий, – в зависимости от знака разности входных напряжений. Падение напряжения на R13 от выходного тока прибавляется к входному напряжению, или вычитается из него, формируя, таким образом, петлю гистерезиса.

U5 выполняет функцию дифференциального преобразователя ток-напряжение для управления входом смещения ОТУ, внутренне связанным с отрицательной шиной питания.

И, наконец, выходной компаратор U6 сравнивает входной сигнал, увеличенный или уменьшенный на величину гистерезиса, либо с напряжением в середине ФНЧ между пиками сигнала (джампер в положении «А»), либо непосредственно с сигналом, прошедшим через низкочастотный фильтр (джампер в положении «В»). Выбор положения зависит только от характеристик ваших сигналов. В моем случае лучше работал вариант «А».

Подстроечным резистором R4 устанавливается начальная ширина петли гистерезиса и компенсируются любые смещения усилителя. Диод D6 согласует вход смещения U7 с диапазоном выходных напряжений использованных в схеме операционных усилителей. При использовании других операционных усилителей и ОТУ диод может быть исключен из схемы. Предполагается, что источники питания схемы стабильны и не имеют пульсаций.

Проницательный читатель спросит, почему я не сделал очевидного, и использовал ОТУ вместо схемы управляемого напряжением источника тока на U5. Увы, по прошествии 30 лет я и сам не могу ответить на этот вопрос. Возможно, тому были какие-то причины.

Может ли эта схема быть чем-то полезна сегодня? Я буду утверждать, что да, несмотря на то, что со всеми решаемыми ею задачами прекрасно может справиться микроконтроллер. Выбирайте сами. **РЛ**

Ссылки

1. Jung, W.G., IC Op-amp Cookbook, section 4.2.4: Bi-directional output VCCS

Поквадрантно-линейный усилитель различает полярность входного сигнала

Marian Stofka

EDN

Встречаются приложения, в которых коэффициент передачи усилителя должен зависеть от полярности входного сигнала. На Рисунке 1 изображена схема инвертирующего усилителя, передаточная характеристика которого линейна во втором и четвертом квадрантах плоскости $V_{\text{OUT}}(V_{\text{IN}})$, однако коэффициенты усиления в разных квадрантах не одинаковы.

Микросхема IC1B включена дифференциальным усилителем с коэффициентами передачи

$$\frac{R_{i2}}{R_{i1}} \text{ и } 1 - \frac{R_{i2}}{R_{i1}}$$

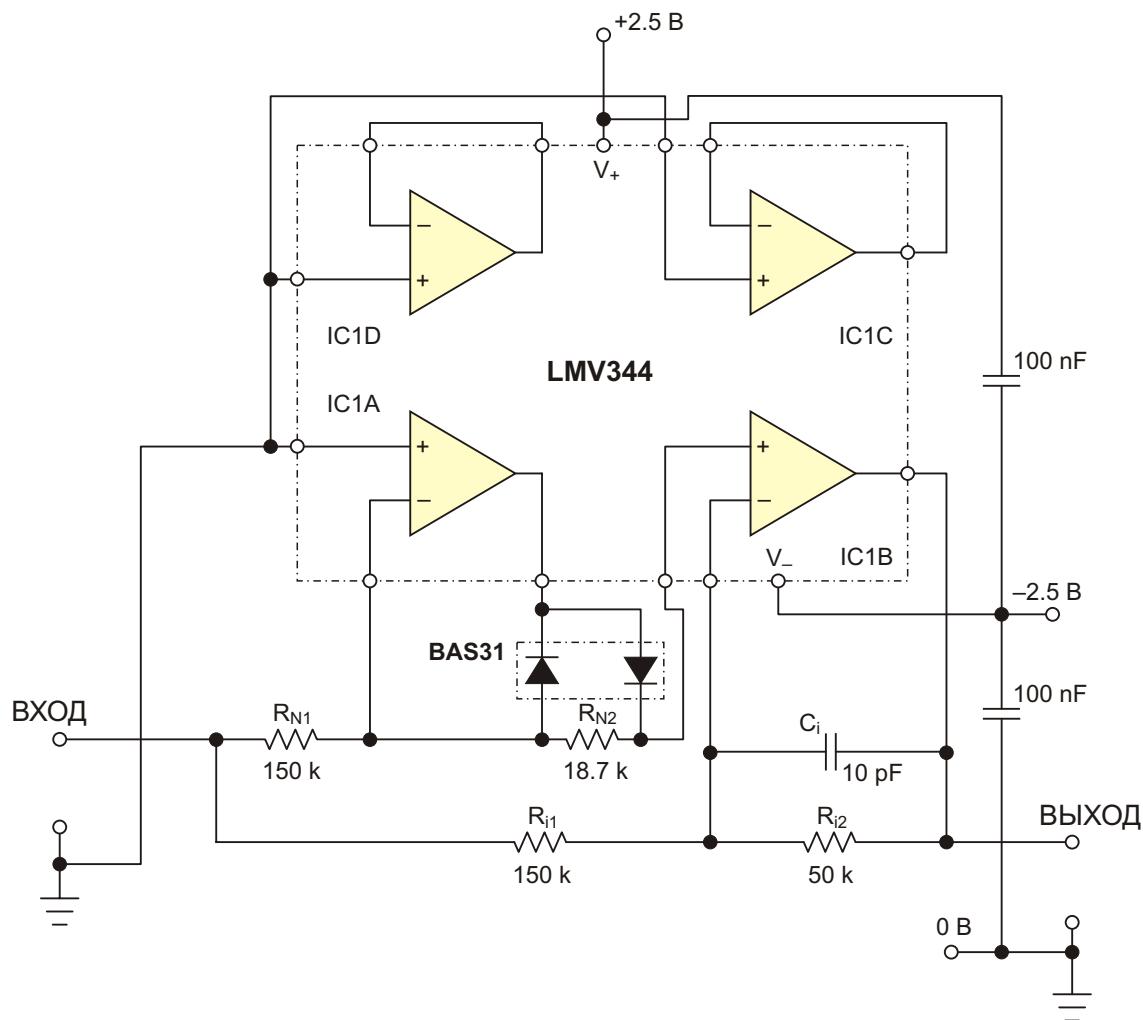


Рисунок 1. Инвертирующий усилитель, передаточная характеристика которого линейна во втором и четвертом квадрантах плоскости $V_{\text{OUT}}(V_{\text{IN}})$, а коэффициенты усиления различны.

для прямого и инверсного входов, соответственно. Эти коэффициенты постоянны и не зависят от полярности входного сигнала.

Зависимость от полярности реализуется с помощью вспомогательной схемы на усилителе IC1A. Эта схема, известная, как однополупериодный инвертирующий выпрямитель, для отрицательных сигналов имеет нулевой коэффициент усиления, а для сигналов положительно полярности

$$\frac{R_{N2}}{R_{N1}}.$$

Выход однополупериодного инвертирующего выпрямителя подключен к неинвертирующему входу IC1B. Поэтому выходной сигнал IC1B при положительном входном напряжении (V_{IN+}) будет равен

$$V_{OUT} = \frac{R_{i2}}{R_{i1}} \frac{R_{N2}}{R_{N1}} \cdot 1 \cdot \frac{R_{i2}}{R_{i1}} V_{IN}.$$

Исходя из требуемого значения коэффициента усиления положительного сигнала

$$A_4 = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}},$$

обозначив

$$\frac{R_{i2}}{R_{i1}} = |A_2|,$$

можно рассчитать соотношение R_{N2}/R_{N1} , требуемое для получения необходимого усиления для отрицательных входных напряжений (V_{IN-}):

$$\frac{R_{N2}}{R_{N1}} = \frac{|A_4|}{1} \frac{|A_2|}{|A_2|}.$$

При показанных на Рисунке 1 номиналах резисторов коэффициенты усиления равны 1/3 и 1/2, соответственно.

Коэффициенты усиления здесь меньше единицы, но ничто не мешает сделать иначе. Единственное ограничение, состоит в том, что усиление в четвертом квадранте будет всегда больше, чем во втором (Рисунок 2).

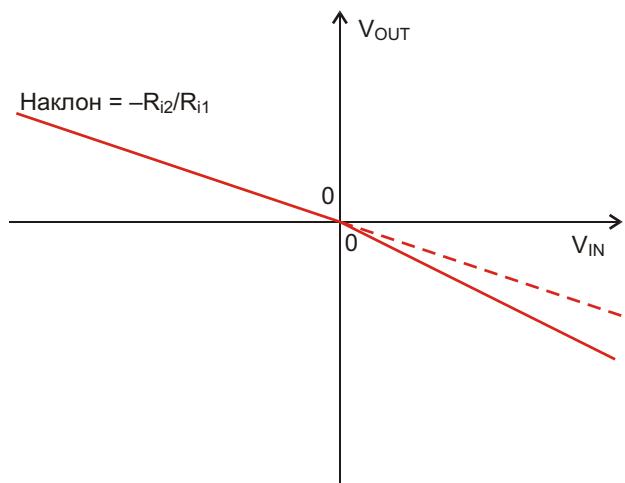


Рисунок 2. Теоретическая зависимость $V_{OUT}(V_{IN})$.

Если же вам потребуется, чтобы наибольшее усиление было во втором квадранте, просто поменяйте полярности обоих диодов в однополупериодном выпрямителе.

Конденсатор C_i предназначен для частотной компенсации усилителя. Для всей схемы потребовалось лишь два из четырех усилителей микросхемы. Оставшиеся элементы можно использовать для других целей.

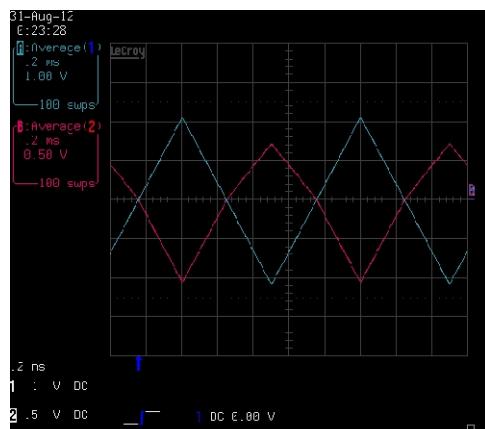


Рисунок 3. Выход схемы (пурпурная осциллограмма) при треугольном входном сигнале частотой 1 кГц (синяя осциллограмма).

Эта конструкция была разработана для схемы компенсации паразитных импульсов, имеющих разную амплитуду положительной и отрицательной составляющих. **РЛ**

Простая схема формирования регулируемых сигналов интерфейса CAN

Darwin Tolentino, Analog Devices

Топология шины CAN (Controller Area Network – сеть контроллеров) позволяет устройствам и микроконтроллерам обмениваться информацией без использования хост-компьютера. Не нуждающийся в арбитраже процесса передачи интерфейс позволяет разместить контроллер и хост-процессор в каждом узле, существенно снижая сложность межсоединений по сравнению с конфигурацией, основанной на хост-компьютере.

При использовании сигналов на линиях CANH и CANL шина CAN имеет два состояния: рецессивное и доминантное (Рисунок 1). Шина находится в доминантном состоянии, если дифференциальное напряжение превышает 0.9 В, и в рецессивном, если напряжение меньше 0.5 В. Приемопередатчики CAN, такие, например, как ADM3051, предназначены для соединения контроллера CAN с физической шиной.

Исследовать характеристики приемопередатчика CAN можно либо с помощью автоматизированного измерительного оборудования, либо с помощью стандартных лабораторных приборов и источника постоянного

напряжения. Показанная на Рисунке 2 схема, используя прямоугольные импульсы внешнего генератора, формирует регулируемые сигналы CAN для исследуемого приемопередатчика. Быстро действующему дифференциальному усилителю AD8138 предпочтение было отдано за его широкую полосу пропускания и низкий уровень искажений. Цепь сдвига на выходе позволяет устанавливать требуемые дифференциальные уровни выходных сигналов, поддерживая при этом постоянными их пиковые уровни. Амплитуда и частота устанавливаются в генераторе сигналов.

Работающий при напряжении питания 5 В усилитель с единичным коэффициентом передачи имеет несимметричный вход и дифференциальный выход, синфазные уровни сигналов на котором привязаны к середине напряжения питания. Резисторы R_1 , R_2 и R_3 образуют цепь постоянного смещения, сдвигающую сигналы к уровням CAN. Если сопротивления резисторов R_4 и R_5 выбрать небольшими по сравнению с R_2 , потенциометр будет легко регулировать разность

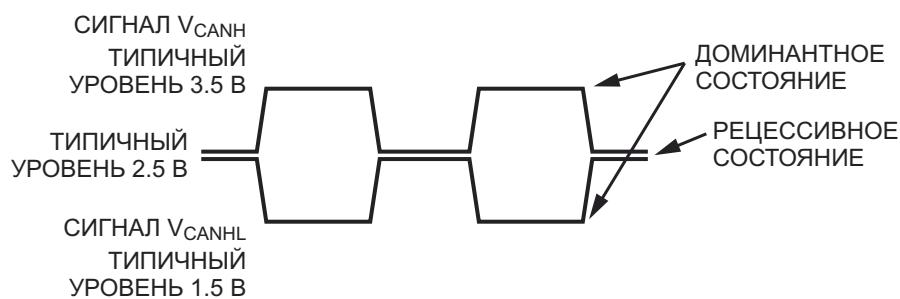


Рисунок 1. Сигналы и состояния шины CAN.

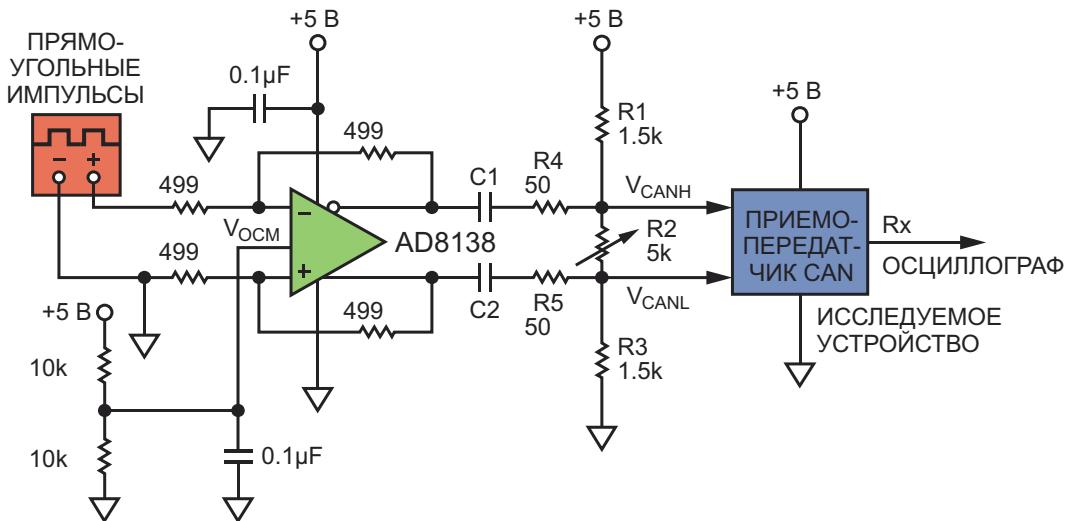


Рисунок 2. AD8138 управляет приемопередатчиком CAN.

между двумя выходными сигналами, практически не влияя на их индивидуальные амплитуды, формируя сигналы CAN с управляемой синфазной составляющей, подаваемые на исследуемое устройство. Поскольку сопротивления R_1 и R_3 равны, регулировка R_2 на переменное синфазное напряжение также не оказывает влияния. R_4 и R_5 совместно с R_2 образуют часть делителя выходного напряжения усилителя AD8138. Для минимизации ослабления выходных импульсов и влияния на их амплитуду резистора R_2 сопротивления R_4 и R_5 выбраны минимально возможными. R_4 и R_5 одновременно защищают выход усилителя от перегрузки при закороченном R_2 . Конденсаторы C_1 и C_2 удаляют постоянную составляющую из выходного сигнала

AD8138. Кроме того, совместно с резисторами смещения эти конденсаторы образуют фильтры высокой частоты, частота среза которых равна

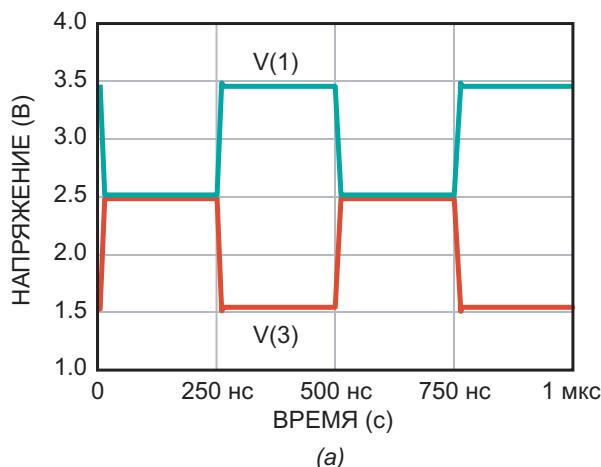
$$f_c = \frac{1}{2} \frac{1}{R_4 R_5 R_2 \parallel R_L \parallel R_1 R_3 \frac{C}{2}}$$

где

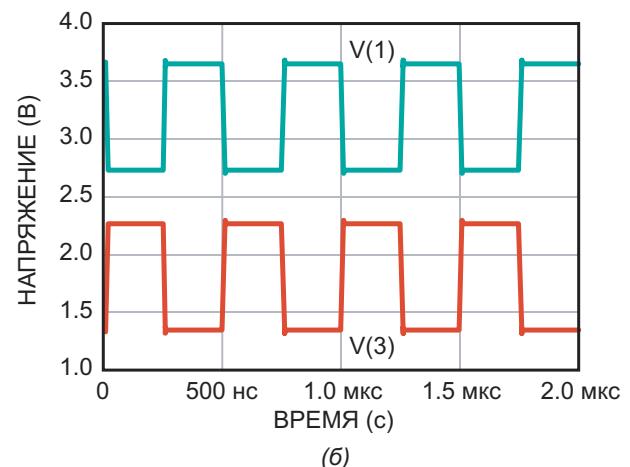
$$C = C_1 = C_2,$$

R_L – сопротивление нагрузки или входное сопротивление исследуемого устройства с типичным значением от 20 кОм до 30 кОм.

Во избежание искажения выходных прямоугольных импульсов емкости конденсаторов C_1 и C_2 следует выбирать достаточно



(a)



(б)

Рисунок 3. Выходы V_{CANH} и V_{CANL} .

большими, чтобы частота среза в 10 раз превышала частоту сигнала при минимальном значении $R_2||R_L$. Например, для получения сигналов V_{CANH} и V_{CANL} с уровнями, показанными на Рисунке 3а, сопротивление R_2 должно быть не меньше 700 Ом. Для частоты сигнала 1 МГц будет достаточно разделительных конденсаторов емкостью 0.1 или 1 мкФ. Рисунок 3б демонстрирует влияние

регулировочного резистора R_2 на уровни дифференциальных выходных сигналов.

Использование эти выходных импульсов в качестве входных сигналов V_{CANH} и V_{CANL} для приемопередатчика позволяет с помощью настольного осциллографа оценить такие параметры преемника, как задержка распространения и время нарастания, а также уровни порогов на выбранной частоте. **РЛ**

Управляемый светом генератор использует емкость солнечной батареи

Sajjad Haidar

FDN

Любой диод с р-п переходом может использоваться в качестве переменного конденсатора – как в обратном включении, так и на начальном участке прямой ветви вольтамперной характеристики. Эта емкость обычно очень мала из-за малых размеров перехода. Несмотря на то, что для таких задач разработаны вариакапы, имеющие значительно большую емкость, все же и она ограничена несколькими сотнями пикофарад. Но в некоторых схемах функцию переменного конденсатора может выполнять фотогальваничес-

кий элемент. Поскольку площадь перехода у солнечных элементов намного больше, чем у обычных диодов, можно ожидать, что и диапазон изменения емкости должен быть намного больше. Солнечный модуль в такой роли не лишен серьезных недостатков, так как из-за намного большего обратного тока ведет себя, как конденсатор с утечкой. И все же, в ряде случаев фотогальванические элементы могут использоваться в схемах генераторов, требующих широкого диапазона перестройки частоты.

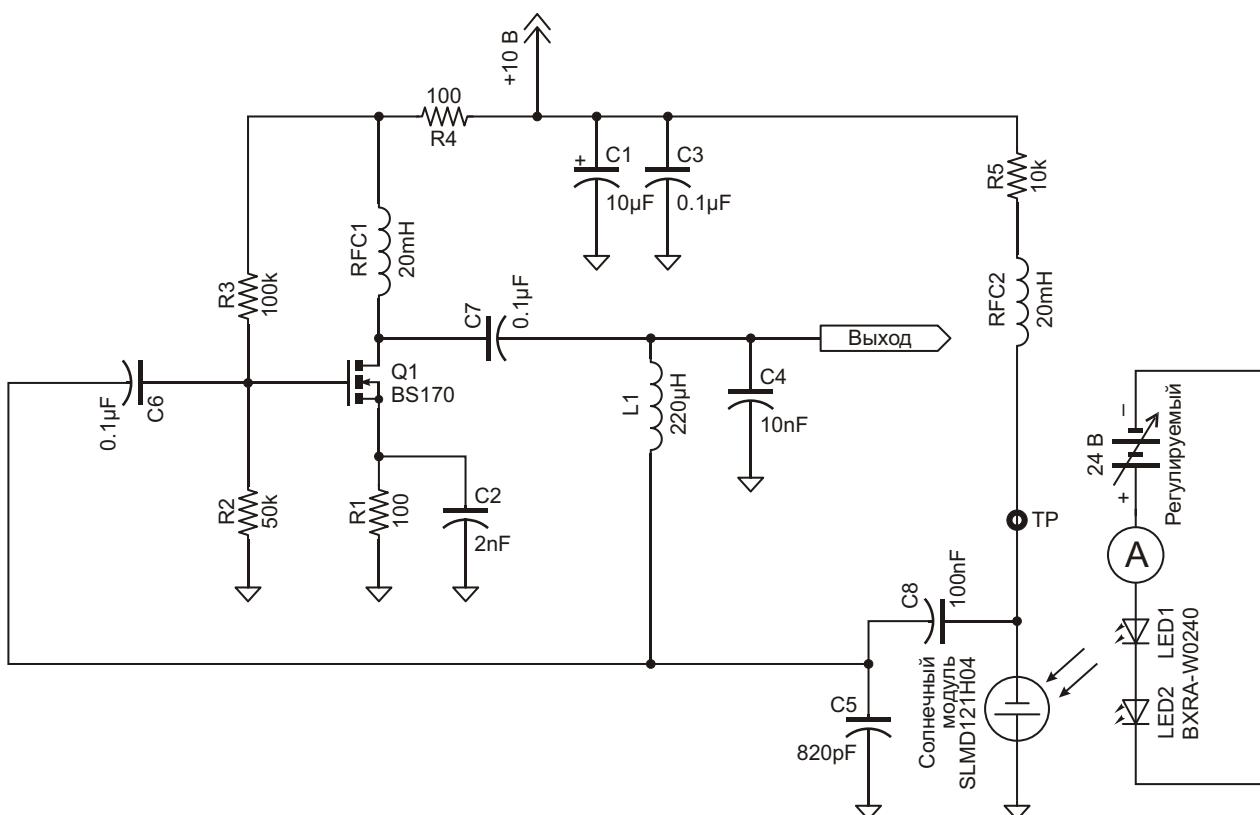


Рисунок 1. Генератор Пирса, управляемый светом.

На маломощном MOSFET BS170 сделан генератор Пирса с цепью положительной обратной связи, состоящей из элементов L1, C₄ и C₅ (Рисунок 1). С помощью блокировочной емкости C₂ усиление каскада установлено таким, чтобы на частоте генерации в районе 250 кГц форма выходного сигнала была максимально близка к синусоидальной. Модуль солнечной батареи IXYS SLMD121H04 с напряжением холостого хода 2.52 В и током короткого замыкания 50 мА последовательно с конденсатором C₈ (100 нФ) подключен к конденсатору C₅. При изменении емкости солнечного модуля (C_{SOLAR}) изменяется и эквивалентная емкость цепи обратной связи, образованная конденсаторами C_{SOLAR}, C₈ и C₅. Частота генерации определяется следующим выражением:

$$\frac{1}{\sqrt{LC_T}},$$

где

$$C_T = C_5 + \frac{1}{\frac{1}{C_{SOLAR}} + \frac{1}{C_8}}.$$

Для освещения солнечного модуля использовались два включенных последовательно мощных светодиода типа Bridgelux BXRA-W0240, питающихся от регулируемого

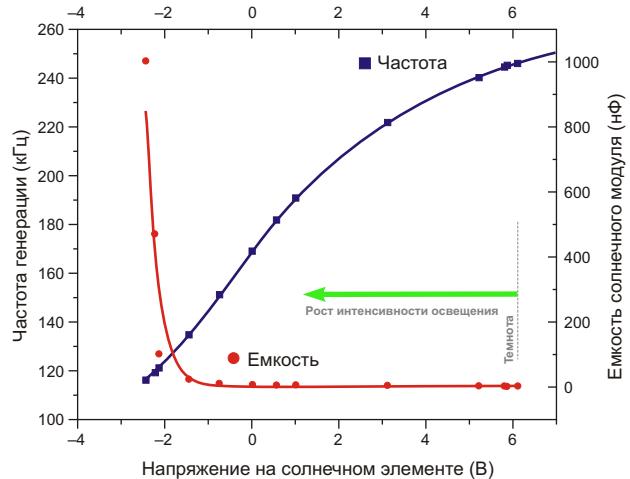


Рисунок 2. Зависимость емкости модуля частоты генерации от напряжения на солнечном элементе.

источника напряжения 24 В. Светодиоды были установлены на теплоотвод и размещены над модулем на расстоянии примерно 5 см. Вся поверхность солнечного модуля (43 мм × 14 мм) равномерно освещалась светодиодами. Напряжение на выводах солнечного модуля измерялось в контрольной точке ТР.

Первоначально солнечный модуль был помещен внутрь небольшой черной коробки, при этом измеренное в точке ТР напряжение составляло 6.2 В, при этом темновой ток насыщения составлял 380 мкА. Частота генерации в темноте равнялась 246 кГц. При естественном внешнем освещении частота снизилась до 245 кГц. По мере увеличения тока светодиодов частота продолжала

Приложение 1. Емкость солнечного элемента

Напряжение (В)	Частота (кГц)	Емкость (нФ)
6.1	246.1	1.45
5.86	245.4	1.5
5.8	244.7	1.6
5.21	240.2	1.8
3.11	221.8	3
1	190.7	4
0.55	181.6	4.7
0	169	6
0.76	151.1	10
1.46	134.5	22
2.15	121	100
2.24	119	470
2.45	116	1000

падать, достигнув 116 кГц при токе 330 мА. При токах более 330 мА общая емкость C_T почти перестала изменяться. Таким образом, определился диапазон перестройки частоты: 246 ... 116 кГц. Перестроичная характеристика генератора приведена на Рисунке 2.

Емкость солнечного модуля имитировалась подключением на его место конденсаторов различной емкости. В отдельном тесте был измерен ток короткого замыкания солнечного модуля, освещаемого светодиодами, удаленными на то же расстояние – 5 см. При токе светодиодов 330 мА ток короткого замыкания равнялся 14.5 мА. Яркость свечения, согласно справочным данным на

солнечный модуль, составляла примерно 400 Вт/см².

Следует заметить, что по мере изменения настройки в пределах диапазона выходная амплитуда не оставалась постоянной вследствие вариации коэффициента передачи петли обратной связи, обусловленной изменением емкости и утечки солнечного модуля. Для стабилизации амплитуды потребуется дополнительная схема. **РЛ**

Ссылки

1. G. Gonzalez, "Foundations of Oscillator Circuit Design", Artech House Inc., MA, USA, 2007.

Коэффициент заполнения любого сигнала станет равным 50%

Jim McLucas

EDN

Замечание редактора EDN

Эта необычная схема может быть отнесена к разделу ФАПЧ или АПЧ, но так кажется только в первый момент. Сердце схемы образовано самоподстраивающимся генератором, преобразующим в точный меандр любой цифровой сигнал в частотном диапазоне 5:1.

Если в каком-либо устройстве вам потребуются импульсы с коэффициентом заполнения 50%, можете воспользоваться схемой, приведенной на рисунке. Подобные схемы уже описывались в литературе [1, 2, 3], однако все они требовали настройки или точного подбора каких-либо компонентов. Предлагаемый формирователь симметричных импульсов в регулировках не нуждается.

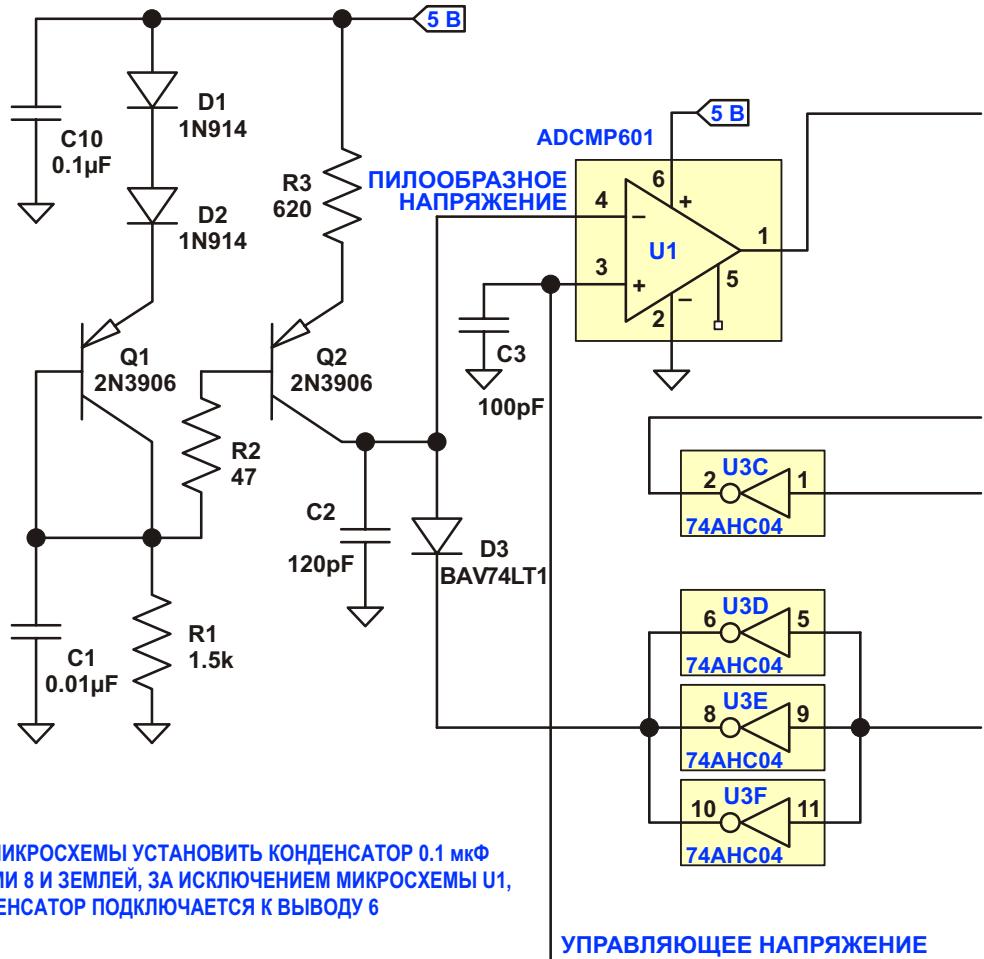
Выходной сигнал делителя на 2 фильтруется RC цепочкой, чтобы сформировать постоянное опорное напряжение для петли обратной связи, которое автоматически поддерживает коэффициент заполнения на уровне 50%. Поскольку и сигнал с делителя на 2 и выходной сигнал проходят через инверторы одной микросхемы, уровни логических порогов будут очень близки. Схема проверялась на частотах от 2.5 МГц до 12.5 МГц. Если вместо микросхем серии 74AHC использовать 74HC, верхняя рабочая частота снизится примерно до 5 МГц. Схема будет работать и на более низких частотах, если соответствующим образом подобрать номиналы элементов RC фильтра и формирующего пилообразное напряжение конденсатора C2. Для средней частоты f рабочего диапазона значение C2 может быть рассчитано по формуле

$$C_2 = \frac{588}{f}$$

где емкость выражена в пикофарадах. Формула написана в предположении, что размах

пилообразного напряжения $V = 1.70$ В. V увеличивается с ростом частоты вследствие запаздывания схемы разряда, поэтому на высоких частотах точность формулы снижается, однако это не мешает использовать ее в качестве хорошей отправной точки. Заметим, что номиналы элементов RC фильтра R5, R7, C4 и C5 на входе усилителя U4A, а также элементов R8, R10, R11, C8 и C9, окружающих усилитель U4B, влияют на устойчивость петли обратной связи.

Сердцем схемы является широтно-импульсный модулятор, управляемый напряжением обратной связи с выхода усилителя U4B. Транзисторы Q1 и Q2 вместе с окружающими их элементами образуют генератор стабильного тока 2 мА, которым заряжается конденсатор C2. На конденсаторе формируется пилообразное напряжение, поступающее на вывод 4 сверхбыстродействующего компаратора U1. Когда напряжение пирамиды превышает опорное напряжение компаратора на выводе 3, выход компаратора переключается в «лог. 0» и устанавливается триггер U2A. «Лог. 1» на выходе Q триггера через включенные параллельно инверторы U3D ... U3F разряжает конденсатор C2 через диод D3. В качестве D3 диод BAV74LT1 был использован не случайно. Его малая емкость исключает возникновение ступенек напряжения на конденсаторе C2 в начале очередного цикла формирования пирамиды, когда U2A переключается и на катод диода подается напряжение высокого уровня.

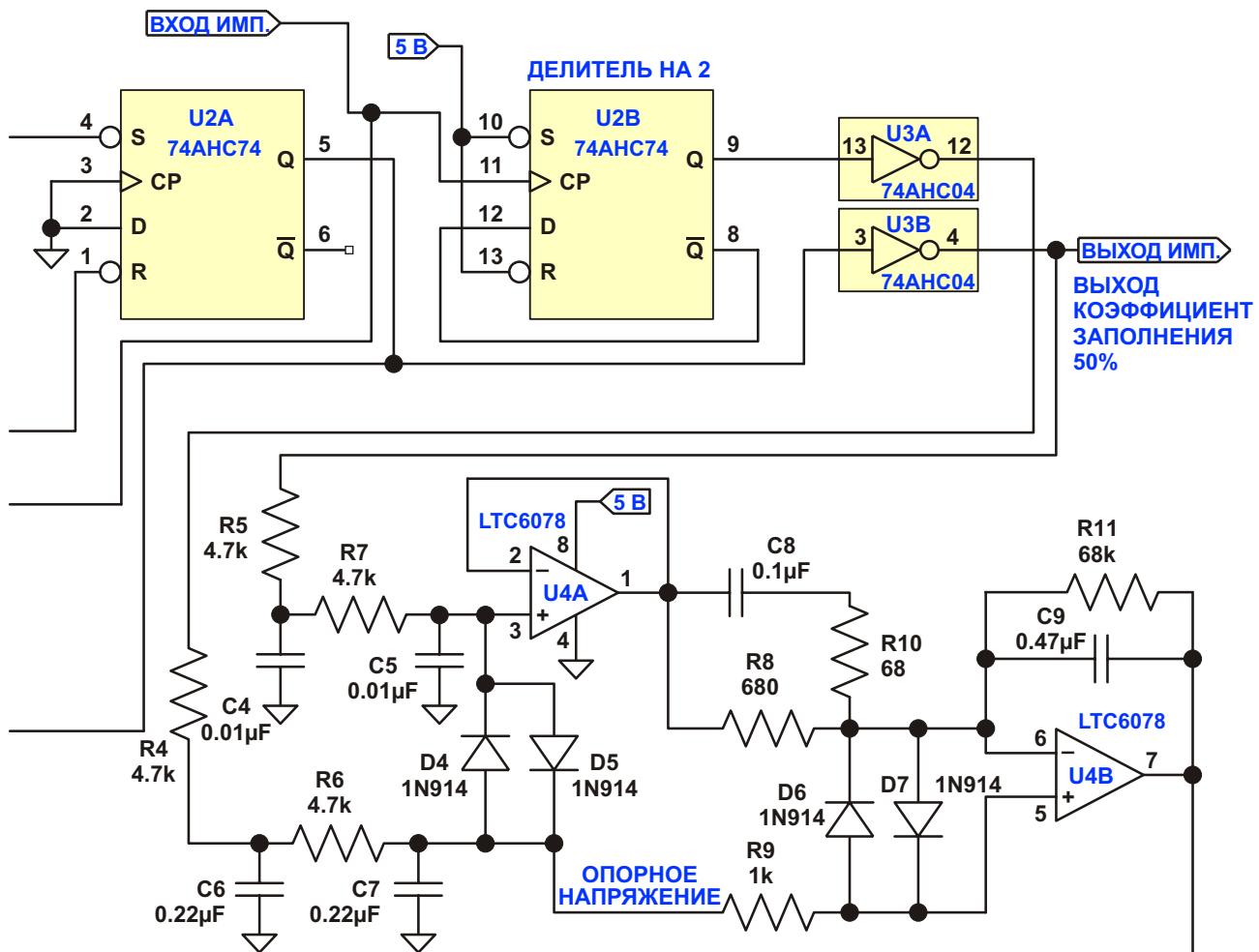


Сигнал с выхода делителя на 2 U2B проходит через инвертор U3A, а затем фильтруется для выделения постоянного опорного напряжения для усилителя U4B. Этот усилитель сравнивает постоянную составляющую, выделенную из выходных прямоугольных импульсов, с опорным напряжением и формирует напряжение обратной связи, управляющее компаратором и стабилизирующее коэффициент заполнения выходного сигнала на уровне 50%.

В схеме использован прецизионный операционный усилитель U4 с малым напряжением смещения, поскольку умноженное усилителем U4B смещение вносит существенную ошибку в коэффициент заполнения выходного сигнала. У усилителя LTC6078 напряжение смещения достаточно мало, чтобы не принимать его во внимание, однако не забывайте про этот параметр, если захо-

тите воспользоваться другой микросхемой. Диоды D4 ... D7 обеспечивают контролируемое включение операционных усилителей и позволяют намного ускорить их переход в установившееся состояние. К тому же, SPICE моделирование показало, что диоды дополнительно снижают броски напряжения на некоторых компонентах во время включения. Аналогично R2 и C1 уменьшают выбросы на Q1 и Q2. Схема будет работать более четко, если подключить к выходу легкую нагрузку. Это снизит вероятность искажения сигнала, следствием которого может быть изменение уровня постоянного напряжения, влияющее на коэффициент заполнения импульсов.

Коэффициент заполнения входных импульсов обязательно должен быть менее 50%. Если это не так, либо уменьшите коэффициент заполнения, либо просто проинвертируйте входной сигнал. **РЛ**



Ссылки

1. Wide-range pulse-shaping circuit gives square waves with 50% duty cycle
2. R. M. Stitt and R. L. Morrison, Burr-Brown Research Corp., International Airport Industrial Park, Tucson, Ariz.
3. 400 Ideas for Design volume 3, 1976, page 178.
4. One-shot with feedback loop maintains constant duty cycle

5. H. P. D. Lanyon, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, Mass.
6. Electronics Designer's Casebook, page 122. (No volume number or published date given.)
7. Frequency-doubler produces square-wave output
8. Robert L. Taylor, I & F Electronics, Nashville, Tenn.
9. Electronics Designer's Casebook Number 1, page 23. (No published date given.)



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Скоро новые
тематические номера:

- ▶ автоматизация
- ▶ автоэлектроника
- ▶ аккумуляторы и зарядные
устройства

Если Вам небезразличны эти темы
или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризовать -

приглашаем к сотрудничеству!