

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Июль 2013 (26)

Микрофон,
который слушает
с помощью света

22

Адаптивный
датчик угла поворота
отличает «грубо» от «точно»

53

**НЕИЗОЛИРОВАННЫЕ
ДРАЙВЕРЫ
СНИЖАЮТ СТОИМОСТЬ
СВЕТОДИОДНЫХ
ЛАМП**

19

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование

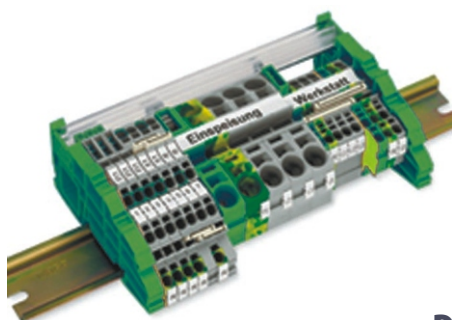


»»» **JOKARI**[®]
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



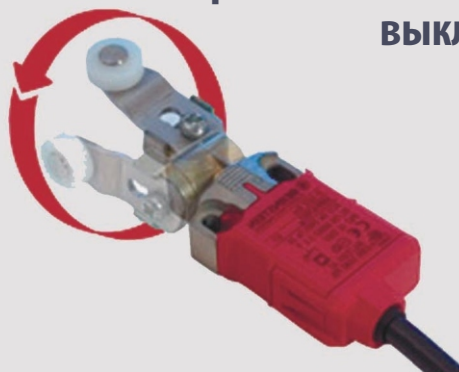
WAGO[®]
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



РАДИОЛОЦМАН

Июль 2013 (26)

Главный редактор:

А. Николаев

**Над номером
работали:**

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

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

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

Оформление
бесплатной подписки:
www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 STMicroelectronics выпустила сверхминиатюрную цифровую аудио систему-на-кристалле мощностью 2x20 Вт
- 4 Linear Technology анонсировала выпуск 10-амперного высокоэффективного понижающего микромодульного преобразователя напряжения
- 5 TDK создала самые миниатюрные в мире многослойные силовые индуктивности
- 6 TI представила многорежимное устройство управления питанием с ультранизким током потребления
- 7 Panasonic поставила 100 млн. литий-ионных аккумуляторных элементов для электромобиля Model S
- 7 IXYS выпустила самые высоковольтные в отрасли силовые MOSFET
- 8 Разрушит ли Китай мировую индустрию солнечной энергетики?
- 9 International Rectifier выпустила самую миниатюрную в отрасли микросхему корректора коэффициента мощности
- 10 MEAS готова к серийному производству цифровых модулей датчиков давления высокого разрешения
- 11 Maxim Integrated создала цифровые преобразователи напряжения термодпары с интерфейсом 1-Wire
- 12 Alta Devices позволит БПЛА летать, пока светит солнце
- 13 Intersil представляет новый прецизионный радиационно-стойкий счетверенный Rail-to-Rail операционный усилитель
- 14 MagnaChip представила новые семейства магнитных датчиков
- 15 Adapteva выпускает суперкомпьютер Parallella стоимостью \$100
- 16 Siemens ввел в строй крупнейшую в мире ветряную электростанцию

Статьи

- 19 Неизолированные драйверы снижают стоимость светодиодных ламп
- 22 Микрофон, который слушает с помощью света
- 24 Динамическое реконфигурирование микроконтроллера позволяет использовать более 100% его аппаратных ресурсов.
- 30 Интегральное зарядное устройство для Li-Ion аккумуляторов с коммутатором, управляющим распределением мощности между параллельными потоками. Часть 2
- 36 Highscreen Black Box Outdoor: неплохая экстрим-камера и видеорегиистратор в одном флаконе
- 38 Беспроводная технология передачи высококачественного звука PurePath Wireless Audio компании Texas Instruments
- 45 Свободно распространяемые средства проектирования электронных схем

Схемы

- 47 Преобразователь частота-напряжение на двух микросхемах
- 49 Преобразователь напряжение-ток с точно устанавливаемой зоной нечувствительности
- 51 Увеличение частоты дискретизации ЦАП на основе ШИМ
- 53 Адаптивный датчик угла поворота отличает «грубо» от «точно»

STMicroelectronics выпустила сверхминиатюрную цифровую аудио систему-на-кристалле мощностью 2x20 Вт

При размерах всего 2.57 × 3.24 мм созданная STMicroelectronics (ST) микросхема STA333IS способна отдавать выходную звуковую мощность 2 × 20 Вт. Расширившая семейство приборов SoundTerminal микросхема стала цифровой аудио системой с самым высоким показателем плотности мощности в отрасли.

Sound Terminal™ technology



STA333IS занимает особое место на современном рынке аудио приборов. Благодаря накопленному уникальному опыту, ST первой смогла объединить на одном кристалле средства цифровой обработки сигналов и все силовые схемы. Широкий диапазон

напряжений питания от 4.5 до 18 В позволяет использовать микросхему как в оборудовании с батарейным питанием, так и в ограниченном пространстве таких устройств, как LCD или LED телевизоры, док-станции и цифровые беспроводные акустические системы.

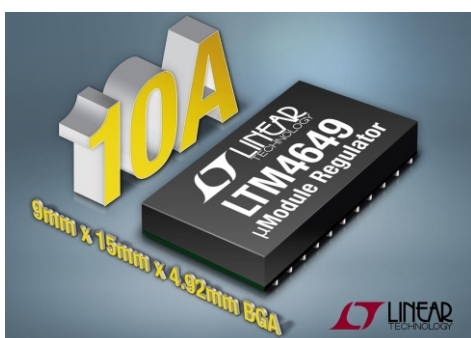
Миниатюрная микросхема в корпусе площадью всего 8.3 мм² обеспечивает великолепное качество звучания при исключительном тепловом КПД и очень низком уровне электромагнитных излучений, предоставляя новый уровень свободы разработчикам аудио продуктов следующих поколений.

Для создания самых дешевых цифровых усилителей выпускается вариант прибора под названием STA333SML, для работы которого не требуется внешний микроконтроллер.

Единичные образцы и промышленные партии STA333IS и STA333SML предлагаются в корпусе размера кристалла (CSP) с матрицей контактов 5 × 6, расположенных с шагом 0.5 мм. При объеме заказа от 1000 приборов каждая микросхема стоит \$1.00.

Linear Technology анонсировала выпуск 10-амперного высокоэффективного понижающего микромодульного преобразователя напряжения

Linear Technology анонсировала выпуск 10-амперного высокоэффективного понижающего микромодульного преобразователя напряжения LTM4649 в корпусе BGA размером 9 × 15 × 4.92 мм. Сохраняя все рабочие характеристики, LTM4649 может работать



при температуре окружающей среды от 0 °C до 83 °C без теплоотвода или обдува, обеспечивая КПД до 86% (при входном напряжении 5 ... 12 В, выходном напряжении 1.5 В, токе 10 А). Допустимый выходной ток снижается всего на 4 А при температуре 100 °C и на 2 А при обдуве воздушным потоком со скоростью 120 метров в минуту. LTM4649 понижает входное напряжение от 4.5 до 16 В в напряжение диапазона 0.6 ... 3.3 В. Для компенсации падения напряжения на сопротивлении проводников в устройстве имеется дифференциальный усилитель внешнего датчика тока. LTM4649 регулирует напряжение нагрузки с точностью ±1.5% во всем диапазоне допустимых входных напряжений, токов нагрузки и температур (-40 ... 125 °C).

LTM4649 имеет входы и выходы тактовых сигналов для многофазной синхронизации, позволяющей точно разделить между несколькими микромодулями ток нагрузки до 40 А. Многофазный режим снижает входные и выходные пульсации напряжения и дает возможность сократить количество фильтрующих конденсаторов. Микросхема предназначена, в первую очередь, для преобразования входных напряжений 12 или 5 В в телекоммуникационном, промышленном, авиационном и измерительном оборудовании с распределенным питанием.

LTM4649 может синхронизироваться от внешнего генератора частотой от 400 кГц до 750 кГц. Режим генерации пачек для повышения эффективности преобразования при облегченной нагрузке и режим пропуска импульсов для снижения пульсаций выходного напряжения дают разработчикам дополнительную свободу выбора средств оптимизации своих конструкций. Для управления последовательностью включения в многослойных системах предусмотрена возможность слежения за выходным напряжением. В LTM4649 встроена защита от перегрузки по току и напряжению.

Все параметры LTM4649 групп E и I гарантируются в диапазоне внутренних температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Цены для партий из 1000 приборов начинаются от \$16.75 за штуку.



Сводка основных особенностей LTM4649

- Выходной ток 10 А
- Входное напряжение 4.5 ... 16 В, выходное напряжение 0.6 ... 3.3 В
- Не требует теплоотвода или обдува до температуры окружающей среды $83\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Суммарная ошибка установки выходного напряжения не превышает $\pm 1.5\%$
- Возможность многофазной и внешней синхронизации
- Корпус BGA размером 9 15 4.92 мм

TDK создала самые миниатюрные в мире многослойные силовые индуктивности

TDK Corporation расширила серию MLP многослойных силовых индуктивностей прибором MLP1005M1R0D в корпусе типоразмера 1005 (IEC). Новые компоненты имеют габариты 1.0 0.5 0.7 мм и, таким образом, становятся самыми миниатюрными в мире многослойными силовыми индуктивностями. Как объем, так и размеры разработанных устройств уменьшились примерно на 60% по сравнению с выпускавшимися до сих пор приборами габарита 1.6 0.8 0.8 мм. Миниатюризированные элементы, имеющие номинальную индуктивность 1 мкГн при токе 500

мА, предназначены для использования в источниках питания смартфонов, планшетных компьютеров, цифровых камер и других мобильных устройств.

Накопленный опыт в создании структурированных конструкций и разработке материалов позволил TDK создать MLP1005M1R0D на основе ферритов с особо низкими потерями. В результате новая многослойная индуктивность приобрела характеристики, позволяющие использовать ее в источниках питания с выходным током до 0.5 А, что необычно много для приборов типоразмера 1005.

С добавлением новых приборов и без того широкий ряд высококачественных многослойных силовых индуктивностей TDK стал покрывать диапазон размеров от 2520 (2.5 2.0 мм) до 1005, включая корпуса типоразмеров 2016 (2.0 1.6 мм), 2012 (2.0 1.2 мм), и 1608 (1.6 0.8 мм) с допустимыми токами



до 2300 мА и номинальными индуктивностями вплоть до 10 мкГн.

Основные области применения

- Смартфоны, планшетные ПК, цифровые камеры и другие мобильные устройства
- Модули источников питания

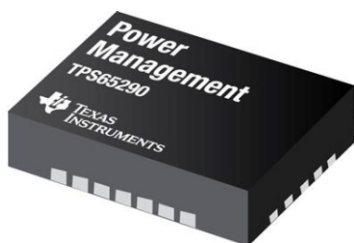
Основные особенности и преимущества

- Уменьшенные объем и площадь корпуса позволят сократить размеры источников питания
- Повышает КПД источников питания
- Может использоваться в источниках питания с выходным током до 0.5 А

TI представила многорежимное устройство управления питанием с ультранизким током потребления

Многорежимное устройство управления питанием содержит три конфигурируемых постоянно включенных источника

Texas Instruments (TI) представила многорежимное устройство управления питанием, позволяющее поддерживать общий ток покоя системы на ультранизком уровне 100 нА. Новая микросхема TPS65290 рассчитана, в первую очередь, на микроконтроллерные счетчики расхода газа и воды с батарейным питанием, но может использоваться и во многих других приложениях. Устройство поддерживает все режимы нагрузки с токами от 100 нА до 500 мА.



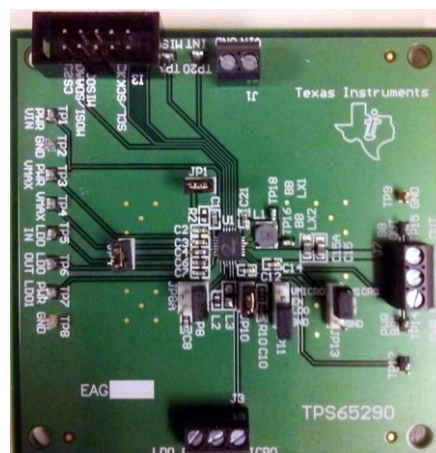
TPS65290 содержит три конфигурируемых в процессе производства источника питания, находящихся в режиме «постоянно включен», для обслуживания спящего режима микроконтроллера и поддержки функций автоматического выбора между входным напряжением и выходом повышающе-понижающего преобразователя. Кроме того, предусмотрена возможность совместной работы TPS65290 со всеми процессорами ультрамаломощного семейства MSP430, такими, например, как MSP430F5328.

Основные преимущества и особенности TPS65290

- Увеличение времени работы от батареи. С новой микросхемой разработчики могут

создавать системы, работающие от одной батареи в течение 10 лет. Три конфигурируемых на фабрике источника питания могут иметь следующие опции:

- Программируемый источник смещения для питания микроконтроллера в режиме сна: 10 мА, собственный ток потребления 100 нА.
- LDO стабилизатор: 10 мА, собственный ток потребления 400 нА.
- Повышающий преобразователь: 30 мА, собственный ток потребления 300 нА.
- Сокращение необходимой площади печатной платы, количества компонентов и их цены: интегрированный повышающе-понижающий преобразователь с выходным током 500 мА, LDO стабилизатор с током 150 мА, восемь ключей для распределения питания, компаратор восстановления входного напряжения, конечный автомат и выбираемый в процессе производства интерфейс SPI/I²C на одном кристалле площадью 20 мм².



- EEPROM для программирования конфигураций под различные приложения.

Доступность и цена

TPS65290 поставляются в 24-выводных корпусах VQFN размером 4 × 5 мм по реко-

мендованной розничной цене \$1.75 за штуку при объеме партии 1000 приборов. Для изучения особенностей микросхем и сокращения сроков разработки конструкторы могут заказать оценочные модули TPS65290BMEVM и TPS65290LMEVM.

Panasonic поставила 100 млн. литий-ионных аккумуляторных элементов для электромобиля Model S

Panasonic Corporation объявила, что количество литий-ионных автомобильных аккумуляторных элементов, поставленных компании Tesla для ее электромобиля премиум класса Model S, к концу июня 2013 года превысило 100 млн. Продажи Model S начались в Соединенных Штатах в 2012 году. Электромобиль был отмечен наградами за инновационный и люксовый дизайн, за выдающиеся характеристики, включая большой пробег без подзарядки, а также за рекордные объемы продаж, которые в 2013 году должны составить 20,000 единиц.



Партнерские отношения с Tesla Panasonic выстраивала на протяжении нескольких лет, начав с обеспечения аккумуляторами люксового спорткара Roadster. Развитием связей двух компаний стала поставка элементов для Model S и расширение исследований в облас-



ти разработки литий-ионных аккумуляторов для следующих поколений электромобилей.

Аккумуляторные элементы для Model S Panasonic и Tesla разрабатывали совместно, поставив перед собой задачу создания изделий, лучших в своем классе по плотности энергии и электрическим характеристикам. Параметры и жизненный цикл цилиндрических элементов, изготавливаемых по уникальной технологии Panasonic, были специально оптимизированы для использования в электрических транспортных средствах. Эти элементы Tesla объединяет в питающие Model S батарейные блоки, на которых автомобиль без подзарядки может проехать 500 км, что вполне можно назвать революционным достижением.

Panasonic планирует продолжать разработку и коммерциализацию высокоэффективных аккумуляторов для электромобилей, выводя этот бизнес на глобальный уровень.

IXYS выпустила самые высоковольтные в отрасли силовые MOSFET

IXYS Corporation анонсировала начало производства линейки самых высоковольтных в отрасли силовых MOSFET. N-канальные приборы с допустимым напряжением стока 4500 В выпускаются в корпусах,

полностью соответствующих международным стандартам. Семейство включает транзисторы с допустимым рабочим током от 200 мА до 2 А. Приборы разрабатывались специально для высокочастотных преобра-

зователей энергии, требующих очень высокого запирающего напряжения.



Благодаря положительному температурному коэффициенту сопротивления открытого канала, новые высоковольтные MOSFET очень удобно использовать в параллельном включении, что, к тому же, намного проще и дешевле, чем последовательное включение низковольтных транзисторов. Это также сокращает количество необходимых драйверов затворов, упрощает схему, уменьшает требуемую площадь печатной платы и повышает общую надежность системы. «Всем нам известно из базового курса физики, что передача электрической энергии происходит тем эффективнее, чем выше напряжение в линии. Именно поэтому мы разработали новую технологию, чтобы максимально приблизить рабочее напряжение преобразователей энергии к напряжению сети», – комментирует Натан Зоммер (Nathan Zommer), основатель и генеральный директор IXYS

Corporation. – «Во многих промышленных, транспортных и медицинских приложениях используются высоковольтные схемы управления, для которых и создан наш транзистор».

Беспрецедентный уровень изоляции в 4500 В достигнут с помощью технологии DCB (Direct Copper Bond), при которой кристалл транзистора монтируется на отдельное керамическое пластинчатое медное основание, одновременно выполняющее функции вывода и теплоотвода. DCB обеспечивает низкое тепловое сопротивление и лучшие в своем классе мощность и устойчивость к термоциклированию. По уровню пожарной безопасности используемый для опрессовки эпоксидный компаунд соответствует требованиям стандарта UL 94 V-0 (самозатухание в течение 10 с).

Новые силовые MOSFET могут стать оптимальным решением для таких приложений, как системы отвода энергии от высоковольтных сетей, разрядные цепи конденсаторов, высоковольтное автоматизированное измерительное оборудование, блоки накачки лазеров и питания рентгеновских трубок, высоковольтные источники питания и импульсные схемы.

4500-вольтовые MOSFET выпускаются в разработанных IXYS высоковольтных версиях стандартных корпусов TO-263, TO-268, ISOPLUS i4-Pak и ISOPLUS i5-Pak. В настоящее время доступны приборы IXTT02N450HV, IXTA02N450HV, IXTF02N450, IXTF1N450, IXTT1N450HV и IXTL2N450 с допустимым током стока 200 мА, 200 мА, 200 мА, 900 мА, 1 А и 2 А, соответственно.

Разрушит ли Китай мировую индустрию солнечной энергетики?

Steve Taranovich

EDN

28 мая 2013 года Нью-Йорк Таймс сообщила, что солнечные панели, покрывающие крышу гигантского склада в восточной части Лос-Анджелеса, стали разрушаться и выходить из строя спустя всего два года после установки, при расчетном сроке службы 25 лет. У солнечных элементов начали отламываться

углы, и проблема их качества напрямую связана с Китаем.

Среди установленных по всему миру солнечных панелей значительная доля изготовлена в Китае, но хлынувший на рынок поток продукции, продаваемой в последнее время по цене ниже себестоимости, наносит

серьезный вред таким компаниям, как, например, немецкой SMA, являющейся одним из крупнейших разработчиков солнечных инверторов. Китайское правительство поддерживает свою солнечную индустрию огромными субсидиями, стремясь любой ценой увеличить долю КНР на мировом рынке, даже если этот бизнес пока приносит чистый убыток. В 2012 году, введя в строй солнечные установки суммарной мощностью 7.6 ГВт, Германия стала мировым лидером гелиоэнергетики, однако в 2013 году этот показатель сократился вдвое! В этой связи не так давно SMA была вынуждена прибегнуть к масштабным сокращениям своих сотрудников.



Дженья Меудбрей (Jenya Meudbray), руководитель PV Evolution Labs, Калифорния, тщательно исследует солнечные батареи. (Фото New York Times).

Но беспокоят меня не столько низкие цены, сколько тот факт, что Китай, резко ограничивая инновационные возможности таких компаний, как SMA, провоцирует в них увольнения и сокращения. На мой взгляд, из Китая исходит совсем немного инноваций, но, оставаясь единственной страной, практически не вкладывающей средств в создание новой продукции, китайские производители замедляют развитие отрасли и тормозят весь рынок солнечной энергетики.

EU ProSun, организация Европейского союза, состоящая из профессионалов в области солнечной энергетики, считает демпинговую стратегию Китая непосредственной причиной увольнений и закрытия фабрик более чем 30 европейских солнечных компаний.

В Соединенных штатах жертвой китайского демпинга недавно стала компания Solar World, 11 июля 2013 года сообщившая об увольнении 100 своих сотрудников. Компания утверждает, что это укрепит ее позиции, однако проходящая по всему миру волна увольнений лишь станет причиной серьезного спада интенсивности исследовательских и конструкторских работ во многих компаниях, затронутых сокращениями.

Я не уверен, будет ли правильным ответом введение жестких пошлин на китайскую продукцию солнечной энергетики, но очевидно, что все ключевые игроки мирового рынка, включая Китай, должны придти к какому-то соглашению. В противном случае в проигрыше будет каждый.

International Rectifier выпустила самую миниатюрную в отрасли микросхему корректора коэффициента мощности

International Rectifier выпустила самый миниатюрный в отрасли корректор коэффициента мощности (ККМ). Микросхема IRS2505LTRPBF в 5-выводном корпусе SOT23 предназначена для импульсных источников питания, драйверов светодиодов и электронных балластов флуоресцентных и галогенных ламп.

В новой микросхеме, расширившей семейство ККМ μ PFCTM компании (IR), реализована новейшая технология управления, позволившая создать контроллер всего с пятью выводами, что значительно сократит размеры конечной системы, а также количество и стоимость компонентов. IRS2505L

может быть сконфигурирована для работы в режиме критической проводимости в повышающих, понижающих и обратноходовых преобразователях.



Микросхема содержит несинхронизируемый генератор с управляемым временем включения и выключения мощного MOSFET повышающего преобразователя. Время включения используется для поддержания синусоидальной формы входного переменного напряжения при сохранении точного и постоянного выходного напряжения, чем обеспечивается высокий коэффициент мощности и сверхнизкие общие нелинейные искажения. Время выключения определяется схемой обнаружения прохождения через ноль тока катушки индуктивности, что позволяет создавать схемы без дополнительных вторичных обмоток и сокращать количество используемых компонентов.

Микросхема IRS2505L характеризуется широким диапазоном входных напряжений и нагрузок и стабилизированной выходной шиной с программируемым уровнем напряжения. Микросхема защищена от повышенного напряжения на шине постоянного тока, имеет программируемый ограничитель тока силового MOSFET и интегрированную защиту от электростатических разрядов на всех выводах. Также следует отметить наличие схемы управления режимом микромощного старта и внутреннего стабилитрона, ограничивающего напряжение питания уровнем 20.8 В, а также устойчивость всех входов и выходов к защелкиванию.

Технические характеристики

Прибор	Корпус	V _{CC}	Ток покоя	V _{REF}	I _{O+} / I _{O-}
IRS44273L	SOT23-5L	7.9 ... 20.8 В	< 50 мкА	4.1 В ±1.9%	50/450 мА

Доступность и цена

Цены IRS2505L начинаются от \$0.25 за штуку при заказе партиями 10,000 микрос-

хем. Приборы отгружаются со склада немедленно по поступлении заказа. Устройства не содержат свинца и удовлетворяют требованиям директивы RoHS.

MEAS готова к серийному производству цифровых модулей датчиков давления высокого разрешения

Компания Measurement Specialties (MEAS) намерена приступить к серийному производству цифровых модулей датчиков давления высокого разрешения MS45x5HRD. Приборы нового поколения имеют интерфейсы SPI или I2C, работающие на частотах до 20 МГц. Модули содержат высоколинейные датчики давления и сверхэкономичные 24-разрядные

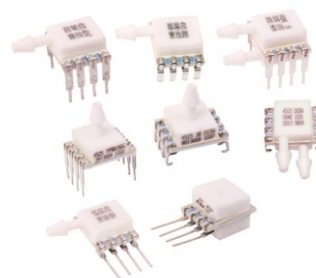
АЦП с записанными в процессе производства калибровочными коэффициентами.



Устройства, обеспечивающие 24-разрядную точность измерений давления и температуры, могут работать в различных режимах, позволяющих пользователю оптимизировать соотношение между скоростью преобразования и током потребления. Выход датчика температуры высокого разрешения позволяет реализовать функцию термометра без использования дополнительных компонентов. MS45x5HRD могут подключаться практически к любому микроконтроллеру. Коммуникационный протокол исключительно прост и не требует программирования внутренних регистров устройства.

Новые датчики работают в двух диапазонах при напряжении питания от 1.8 до 3.6 В и температуре окружающей среды от -10 до +85 °С. MS4515HRD предназначен для измерения давлений от 0 до 30 дюймов водяного столба (приблизительно 7.47 кПа), а MS4525HRD – для диапазона от 0 до 150 фун-

тов на квадратный дюйм (около 1.03 МПа). В режиме пониженного энергопотребления расходуемый датчиком ток падает до 1 мкА, а в режиме ожидания не превышает 0.15 мкА. Использование общепринятой коррекции на основе полинома второго порядка (коэффициенты TCG, TCO, PNL) достигается стандартная суммарная погрешность измерений, не превышающая $\pm 1.0\%$. MS45x5 могут поставляться в модификациях, предназначенных для измерения избыточного, абсолютного или дифференциального давления, с верхним, боковым или двухсторонним расположением входных портов. Высокоточные



и экономичные цифровые датчики давления MS45x5 найдут применение при измерениях высоты и скорости полета, в медицинском оборудовании и детекторах утечек.

Maxim Integrated создала цифровые преобразователи напряжения термопары с интерфейсом 1-Wire

Преобразователи компании Maxim содержат полный набор узлов, необходимых для высокоточного преобразования напряжения термопары в цифровую форму

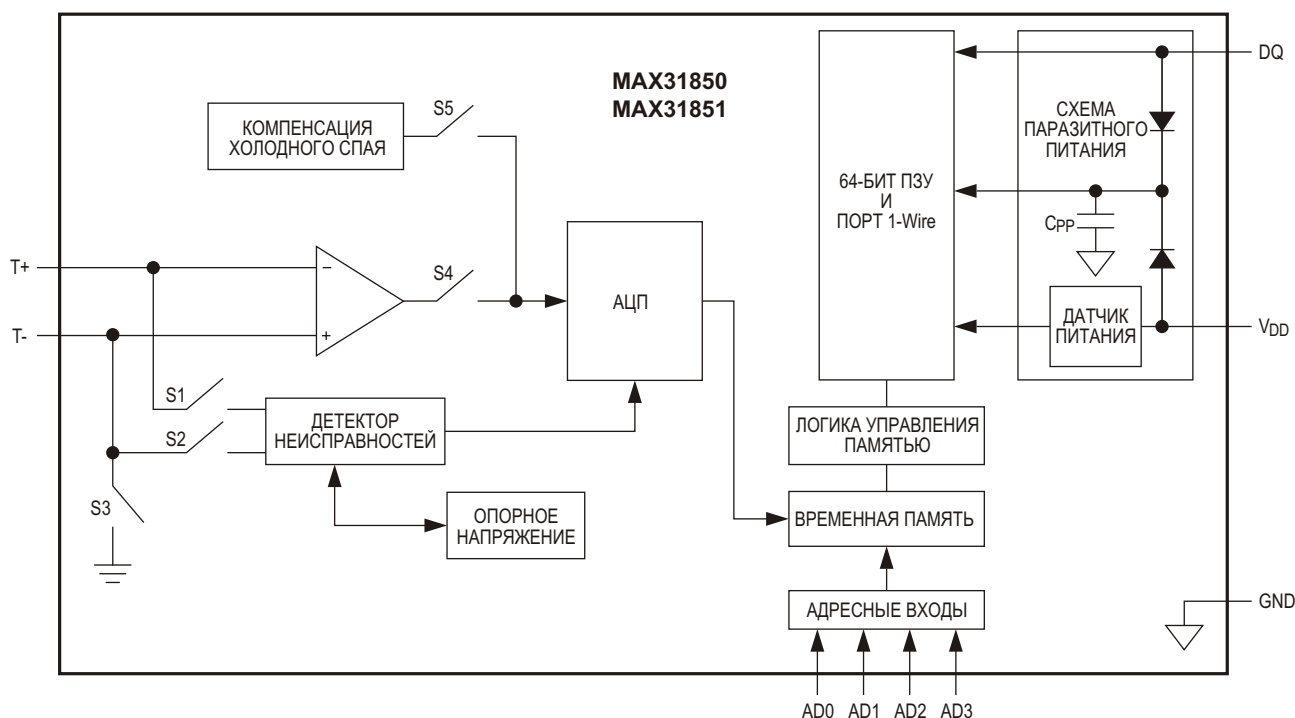
Компания Maxim Integrated Products сообщила, что готова начать поставки первых образцов микросхем MAX31850/MAX31851. Приборы предназначены для измерения напряжения термопары, компенсации холодного спая и преобразования окончательного



результата измерения в цифровую форму с передачей его по однопроводному интерфейсу 1-Wire. Устройство интегрирует все функции, необходимые для преобразования напряжения термопары в цифровую форму и обеспечивает точность измерения ± 2.0 °C (без учета нелинейности термопары). Интерфейс 1-Wire существенно упрощает кабельную разводку, позволяя многочисленным датчикам по единственной линии получать

питание и обмениваться информацией. Заменяв большое количество дискретных компонентов микросхемами MAX31850 или MAX31851, разработчики смогут создавать точные средства измерения температуры для медицинских и промышленных приложений, а также для систем солнечной энергетики.

Вследствие малой величины выходных напряжений термопар и необходимости компенсации холодного спая для получения достоверных результатов, дискретизация сигналов термопары может быть непростой задачей. MAX31850 и MAX31851 стали первыми в отрасли приборами, объединившими на одном кристалле дискретный АЦП, высокоточный источник опорного напряжения, датчик температуры для компенсации холодного спая и интерфейс 1-Wire. Универсальные преобразователи могут работать с разными типами термопар, упрощая разработку системы и снижая ее стоимость и сокращая номенклатуру компонентов. MAX31850/MAX31851 способны определять обрыв или короткое замыкание термопары, исключая возможность получения некорректных показаний и предупреждая отказы системы. Статус состояния термопары в любой момент может быть прочитан микроконтроллером.



Блок-схема MAX31850/MAX31851

Ключевые преимущества

- Высокая степень интеграции и высокая точность: погрешность преобразователей, на одном кристалле которых объединено множество функций, достигает $\pm 2.0\text{ }^\circ\text{C}$
- Простота использования: интерфейс 1-Wire позволяет подключить большое количество устройств к одной коммуникационной шине. С помощью четырех отдельных адресных выводов можно однозначно идентифицировать 16 датчиков.

- Универсальность: MAX31850 выпускаются в версиях для термпар К, J, N, T или E типов, а MAX31851 – для термпар типов R и S.

Доступность, цена, температурный диапазон

- Выпускаются в 10-выводных корпусах TDFN с открытым теплоотводящим основанием (3 4 0.75 мм).
- Все параметры приведены для диапазона рабочих температур $-40\text{ }^\circ\text{C} \dots +125\text{ }^\circ\text{C}$.
- Цены для партий от 1000 приборов начинаются с \$3.10 за одну микросхему.

Alta Devices позволит БПЛА летать, пока светит солнце

Высокоэффективный и легкий материал для преобразования солнечной энергии отличается непревзойденным соотношением мощности и веса

Компания Alta Devices заявила, что отныне малые беспилотные летательные аппараты (БПЛА) больше не ограничены коротким расстоянием или небольшим временем полета и могут летать до тех пор, пока светит солнце. Как ожидается, это, будет иметь огромное экономическое значение для сельского хозяйства, общественной безопасности, пожарных служб, служб спасения,

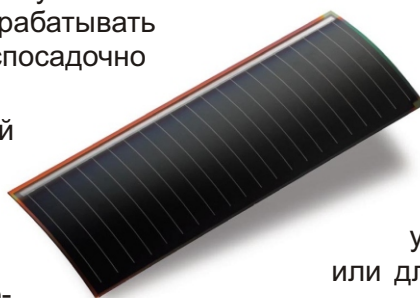


правоохранительных органов, промышленности и других сфер.

В прошлом устройства преобразования солнечной энергии для питания таких аппаратов были либо слишком тяжелыми, либо не

могли вырабатывать достаточно электричества для полетов на большие расстояния, либо не подходили по обеим причинам. Однако небольшой БПЛА с разработанной компанией Alta Devices технологией питания мобильных средств, практически не увеличивающей вес аппарата, может вырабатывать достаточно энергии, чтобы беспосадочно летать под солнцем.

Alta Devices производит самый тонкий, гибкий и эффективный материал для преобразования солнечной энергии. Он может использоваться на всем, что движется или может переноситься, для того, чтобы преобразовывать свет в значительное количество электричества. В случае применения БПЛА с размахом крыльев примерно 275 см новый материал может вырабатывать мощность около 125 Вт и весить примерно 125 г. Во многих случаях этой мощности достаточно для



поддержания полета и для того, чтобы встроенный источник питания оставался полностью заряженным.

Крис Норрис (Chris Norris), президент и генеральный директор Alta Devices, пояснил:

«Различные гражданские беспилотные системы выигрывают от увеличения дальности и продолжительности полета. Например, когда БПЛА используется для составления карты участков, охваченных огнем, или для поиска и спасения людей, очень важно, чтобы полет мог продолжаться как можно дольше». А фермерскому сообществу значительную экономическую выгоду принесет возможность расширить диапазон облета БПЛА и сократить время мониторинга больших территорий благодаря исключению остановок для зарядки.

Intersil представляет новый прецизионный радиационно-стойкий счетверенный Rail-to-Rail операционный усилитель

ISL70444SEH совместим по выводам с наиболее популярными в отрасли операционными усилителями, что сокращает длительность приемо-сдаточных испытаний заказчика

Intersil Corporation представила микросхему ISL70444SEH – операционный усилитель с Rail-to-Rail входами и выходом и полосой пропускания 19 МГц, отличающийся малым напряжением смещения нуля и лучшей в отрасли комбинацией радиационной стойкости и электрических характеристик. В усилителе сочетаются высокая точность, малое энергопотребление и повышенная радиационная стойкость, что открывает ему дорогу на рынок аэрокосмических и спутниковых систем.

Малый температурный дрейф параметров ISL70444SEH и превосходные выходные шумовые характеристики обеспечивают эффективную обработку входящих сигналов. Диапазон входных синфазных напряжений устройства достигает шин питания, такой же размах имеет и выходное напряжение. Усилитель может работать как от однополярного напряжения питания 3 ... 40 В, так и от двухполярного ± 1.5 В ... ± 18 В.

При создании ISL70444SEH Intersil усовершенствовала технологический процесс PR40, в котором для обеспечения защиты от эффекта защелкивания (SEL) используются диэлектрически изолированные подложки. Усилитель рассчитан на общий уровень дозы



облучения в 300 кРад (Si) при высокой мощности дозы и на 50 кРад (Si) при низкой мощности дозы в соответствии со стандартом MIL-STD-883. Компоненты проходят стопроцентный контроль на пластинах при воздействии доз как высокой мощности, так и низкой. ISL70444SEH также обладает выдающейся устойчивостью к воздействию одиночных заряженных частиц (SEE). При испыта-

ниях на однократные восстанавливаемые отказы (SET) демонстрирует выходные импульсы длительностью менее 5 микросекунд при воздействии тяжелых ионов с линейной передачей энергии (LET) до $86 \text{ МэВ} \cdot \text{см}^2/\text{мг}$. Это сводит к минимуму конструкторский анализ проекта и потребность в SET-фильтрах. Параметры пробоев, вызываемых частицами с высокой энергией (SEB), соответствуют техпроцессу PR40 Intersil, их максимальный диапазон составляет 42 В при $86 \text{ МэВ} \cdot \text{см}^2/\text{мг}$, что дает разработчикам высокую степень уверенности в поведении их систем под влиянием большинства факторов космического пространства.

Усилители ISL70444SEN доступны в герметичных плоских корпусах с планарными выводами, совместимыми по выводам с наиболее популярными операционными усилителями, используемыми в космической отрасли, что сокращает время приемосдаточных испытаний заказчика.

Особенности и характеристики

- Четыре малопотребляющих операционных усилителя на одном кристалле
- Максимальный динамический диапазон
- Режим повышенной скорости нарастания сигнала увеличивает скорость до 100 В/мкс (при 40 В между шинами питания), благодаря чему микросхема быстро реагирует и отслеживает большие сигналы
- Исключительные характеристики устойчивости к SET сводят к минимуму потребность во входных фильтрах и анализе проекта.

Стоимость и доступность

ISL70444SEN выпускается в 14-выводном герметичном керамическом планарном корпусе и рассчитана на диапазон рабочих температур от -55°C до 125°C . Стоимость опытного образца от \$201.98 за штуку при объеме заказа 1000 приборов.

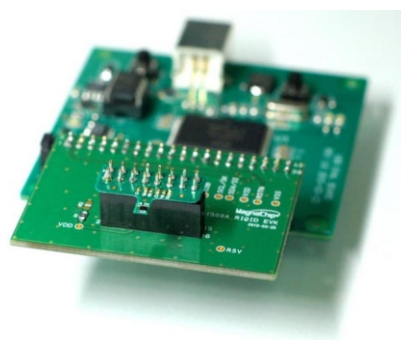
MagnaChip представила новые семейства магнитных датчиков

Новые интеллектуальные датчики сделают смартфоны, планшеты, автомобильные приборные панели, медицинское оборудование и другие продукты более удобными для пользователей

Корейская компания MagnaChip Semiconductor представила малопотребляющие интеллектуальные датчики MXsensor, созданные по 0.18-микронной технологии аналоговых и смешанных сигналов. Семейства MXsensor нацелены на растущий рынок смартфонов, планшетов, навигационных и медицинских устройств. Этих семейства включают в себя электронные компасы и цифровые датчики Холла. Интеллектуальные датчики MagnaChip позволят создавать более рентабельные изделия благодаря малому форм-фактору и многофункциональности, которых удалось добиться использованием 0.18-микронной технологии и более совершенных по сравнению с аналогами конструкторских решений.

Сегодня датчики используются во многих приложениях, и область их применения быстро расширяется. Кроме того, нынешние сложные устройства требуют нового класса интеллектуальных датчиков, которые будут

выпускаться массово. Например, в портативных устройствах датчики магнитного поля имеют большое значение для реализации функций компаса и регистрации времени открывания и закрывания откидной крышки. Семейства интеллектуальных датчиков компании MagnaChip удовлетворяют этим требованиям, предъявляемым к магнитным сенсорам, благодаря новой конструкции, основанной на собственной 0.18-микронной технологии смешанных сигналов, которая позволяет



в одной микросхеме реализовать множество функций и добиться низкого энергопотребления.

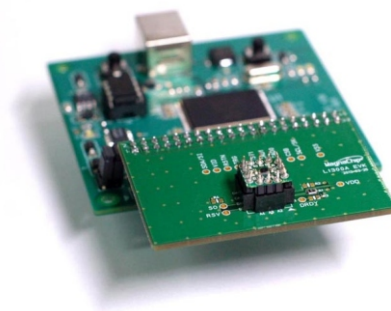
Марка MXsensor представлена следующими семействами:

- Семейство цифровых датчиков Холла **MXM11XX**.

Полностью цифровой датчик Холла MXM1120 имеет 10-разрядный АЦП и удобен при программировании. В нем представлен ряд новых функций, не присутствующих в обычных переключателях на датчике Холла. Благодаря режиму самонастройки сенсор можно применять в высокоточных приложениях с недорогими магнитами, при этом интерфейс I2C позволит производителям устройств быстро добавлять дополнительные функции.

- Семейство электронных компасов **MXG1300**.

Новый электронный компас характеризуется типичной для отрасли точностью и низким энергопотреблением. Этого удалось добиться благодаря разработанной



компанией MagnaChip технологии создания магнитных датчиков Холла. Точность сенсора может повысить удобство пользования прибором даже в среде с сильными магнитными полями, при этом лучшая энергоэффективность продлевает срок эксплуатации аккумулятора энергоёмких мобильных устройств.

Доступность

В настоящее время можно заказать единичные образцы датчиков семейств MXM11XX и MXG1300, их массовое производство начнется в третьем квартале 2013 года. Оценочные комплекты можно приобрести через каналы продаж компании MagnaChip.

Adapteva выпускает суперкомпьютер Parallella стоимостью \$100

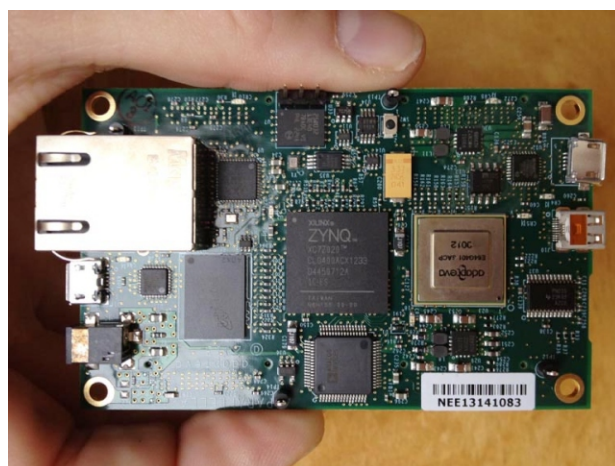
Новый суперкомпьютер за \$100 будет способствовать развитию ресурсоемких приложений в медицине, автомобилестроении, промышленных системах управления, средствах машинного зрения и в других областях.

Создатель этого компьютера Андреас Олофссон (Andreas Olofsson) в 2010 году

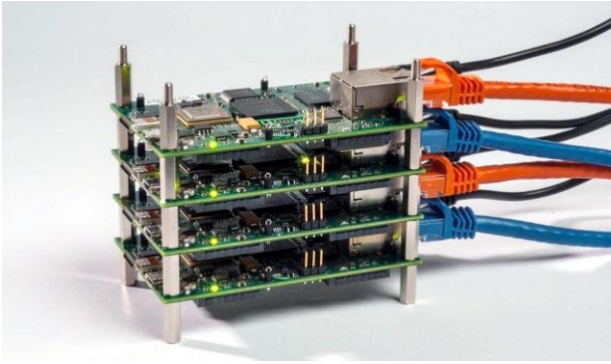


Создатель Parallella Андреас Олофссон.

Андреас уволился с работы, основал компанию Adapteva и, работая в подвале и живя на пособие, в одиночку изобрел новую компью-



Имеющий размеры кредитной карточки суперкомпьютер Parallella основан на сочетании программируемых систем-на-кристалле Zynq компании Xilinx и многоядерных процессоров Epirhany, разработанных Adapteva.



Стек из четырех плат Parallella с Ethernet и разъемами питания.

терную архитектуру со сверхнизким потреблением. Первая версия его устройства получила название Eriphany.

Спустя примерно два года, в октябре 2012, Андреас и его коллеги дали старт кампании Kickstarter с целью создать персональный суперкомпьютер ценой \$100. К этому времени уже существовали две версии Eriphany – Eriphany-III и Eriphany-IV. Оба устройства содержат массив процессорных ядер, каждый из которых имеет собственную локальную область памяти и движок для работы с числами с плавающей точкой одинарной точности.

Реализованный на основе технологического процесса 65 нм, Eriphany-III оснащен массивом из 16 процессоров, а Eriphany-IV (на основе технологического процесса 28 нм) имеет 64 процессора.

В Eriphany все разработано так, чтобы достигалась оптимальная производительность, а энергопотребление при этом было настолько малым, насколько возможно. Например, работая с пиковой производительностью, Eriphany-IV может обеспечить 100 Gflops, потребляя при этом всего 2 Вт. Это

означает, что Eriphany-IV с показателем 50 Gflops/Вт в 50-100 раз эффективнее любых других вычислительных устройств.

Суперкомпьютерная платформа компании Adapteva, получившая название Parallella, основана на сочетании многоядерных процессоров Eriphany и полностью программируемых систем-на-кристалле Zynq компании Xilinx. Будут выпускаться две версии такой платформы: одна на базе Eriphany E16 (16 ядер), другая – оснащенная Eriphany E64 (64 ядер). Parallella с Eriphany E64, даже работая на максимальной скорости, будет потреблять всего 5 Вт!

Характеристики финальной версии Parallella:

- Zynq-7020 с двухъядерным процессором ARMA9
- Многоядерный ускоритель Eriphany (количество ядер 16 или 64)
- 1 ГБ SDRAM
- Слот для карт microSD
- Два порта USB 2.0
- Четыре разъема расширения (опционально)
- Ethernet 10/100/1000
- Разъем HDMI
- Поставляется с бесплатным инструментарием разработки Eriphany, содержащим компилятор языка C, отладчик, работающий с многоядерными системами, среду разработки Eclipse, комплект средств разработки и компилятор OpenCL, а также библиотеки программ этапа исполнения
- Размер 8.6 × 5.3 см

Платы Parallella в различных конфигурациях начнут продаваться в конце осени 2013 года по стартовой цене \$99.

Siemens ввел в строй крупнейшую в мире ветряную электростанцию

Недавно в торжественной обстановке была введена в эксплуатацию крупнейшая в мире ветряная электростанция London Array, 175 турбин и сетевое оборудование для которой поставила компания Siemens. Кроме того, Siemens подписала долгосрочное

соглашение, приняв на себя совместную с Dong Energy ответственность за обслуживание турбин. Ветряная ферма принадлежит разработавшему и построившему ее консорциуму, в который входят Dong Energy, E.ON и Masdar. Генерируемой всеми турбинами стан-

Electronic Specifier

ции мощности 630 МВт достаточно для того, чтобы обеспечить чистой электроэнергией 500,000 британских домохозяйств и сократить годовой выброс CO₂ на 900,000 тонн, что эквивалентно эмиссии 300,000 легковых автомобилей.

«Самая крупная в мире ветряная ферма London Array стала важной вехой на пути развития оффшорной ветроэнергетики. Проект подчеркивает лидирующие позиции Siemens на этом привлекательном растущем рынке», – сказал президент и исполнительный директор Siemens AG Петер Лешер (Peter Löscher) по случаю состоявшейся в Маргите церемонии открытия станции.

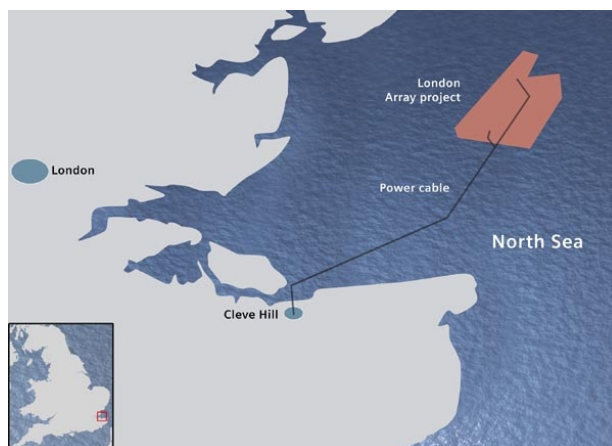


Ветряная турбина готова выдавать энергию.

Ветряная ферма London Array расположена в устье Темзы, приблизительно в 20 км от побережья графств Кент и Эссекс. Siemens доставила и установила 175 турбин, каждая из которых имеет диаметр ротора 120 м и мощность генератора 3.6 МВт. Кроме того, Siemens взяла на себя подключение к электрическим сетям, смонтировав две подстанции в Северном море и одну на побережье. Генерируемая отдельными ветряными турбинами электроэнергия собирается в море и передается на берег по высоковольтным подводным кабелям. Для эксплуатации и технического обслуживания станции в Ramsgate Port был построен пункт управления.

«Проекты подобного масштаба способствуют дальнейшему развитию комплекса производственных и логистических процессов для оффшорных ветряных электростанций», – говорит Лешер. – «Во время работы

над проектом London Array Siemens смогла усовершенствовать стандартизацию всех процессов, включая производство, транспортировку и логистику, а также установку ветряных турбин».



Карта London Array.

В энергосистемах Северной Европы оффшорная ветроэнергетика уже играет важную роль. Крупнейшие игроки этого рынка, Великобритания и Германия, вынашивают амбициозные планы развития. Обе страны намерены наращивать генерацию оффшорной энергии ускоренными темпами. Для Германии единственной возможностью для удовлетворения будущих энергетических потребностей является дальнейшее расширение сети оффшорных электростанций. Планы правительства Германии предусматриваются к 2020 г. довести мощность прибрежных установок до 10 ГВт. Великобритания поставила перед собой цель достигнуть в 2020 г. уровня 18 ГВт, что удовлетворит потребности в электроэнергии примерно пятой части всей страны.



Оффшорная подстанция (фото London Array Ltd.).



Судно-установщик за работой.



Гондолы для London Array.

Siemens находится на передовых позициях рынка оффшорных средств генерации энергии, распределительного оборудования и технического обслуживания. Компания установила в море свыше 1100 ветряных турбин

суммарной мощностью 3.4 ГВт, две третьих из которых находятся в Великобритании. Кроме того, компании имеет портфель заказов еще на 4.6 ГВт. Станция London Array стала пятым проектом Siemens в Великобритании.

Неизолированные драйверы снижают стоимость светодиодных ламп

Margery Conner

EE Times

Цены на светодиодные лампы падают. Еще год назад диммируемую светодиодную лампу Philips, заменяющую 60-ваттную лампу накаливания, вы не рассчитывали купить дешевле, чем за \$50, а сегодня на сайте Best Buy подобную лампу компании Insignia можно приобрести всего за \$17. Какие же изменения в конструкции светодиодных ламп позволили столь значительно снизить цены? Разобрав лампу, мы сможем увидеть и понять некоторые тенденции в разработке светодиодных источников света, и в частности, как располагаются светодиоды внутри колбы и какие драйверы используются для управления ими.



Рисунок 1.

Лампа Insignia формой похожа на традиционную лампу накаливания, отличаясь от нее наличием трех металлических теплоотводящих ребер и материалом колбы, сделанной из пластмассы, а не из стекла (Рисунок 1).

Диммирование – важная характеристика лампы для рынка США. Используя программируемый светорегулятор Lutron Maestro, я



Рисунок 2.

сравнивала Insignia с лампой накаливания, расположив источники света один возле другого. Яркость свечения Insignia регулировалась последовательно и плавно, с профилем диммирования очень похожим на лампу накаливания. Далее следовало заглянуть внутрь лампы, чтобы узнать, как установлены светодиоды. На Рисунке 2 показана колба, разре-

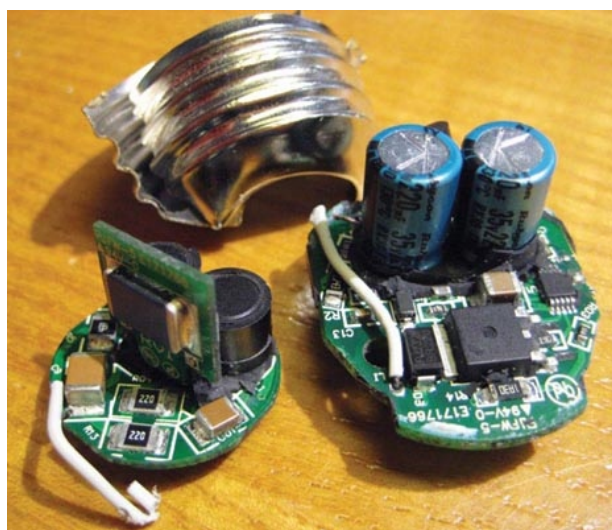


Рисунок 3.

занная с помощью миниатюрной фрезы. Открылись девять белых светодиодов Cree, освещающих камеру смешивания, благодаря которой свечение лампы получается равномерным, а сами светодиоды остаются невидимыми. Металлические ребра выполняют двойную функцию: удерживают светодиоды и отводят от них тепло.

На дне смешивающей камеры закреплен алюминиевый рефлектор толщиной с лист бумаги, переотражающий свет внутри лампы.

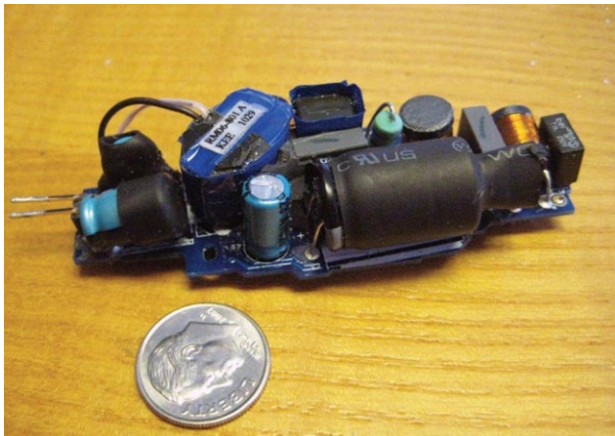


Рисунок 4.

Все электроника этой лампы размещена под рефлектором в основании колбы, в отдельном инкапсулированном отсеке.

После удаления эластичного компаунда выясняется, что электроника смонтирована на двух вложенных друг в друга печатных платах. Эти платы показаны на Рисунке 3 вместе с половиной цоколя лампы.

Для сравнения на Рисунке 4 показан драйвер светодиодной лампы, разобранный при-

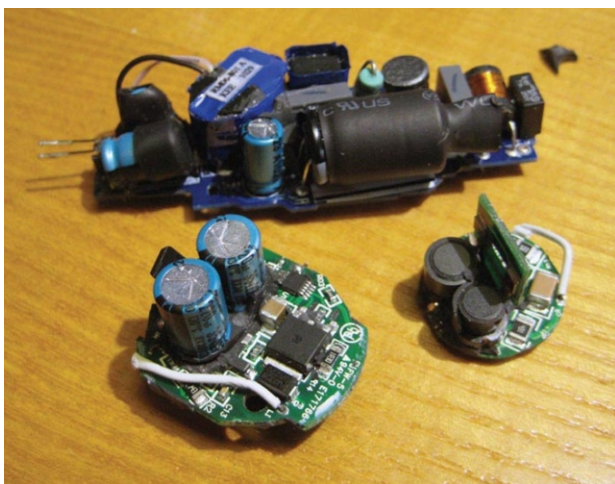


Рисунок 5.

мерно год назад. Нетрудно заметить, что старая лампа отличается не только конструкцией, но и бóльшим количеством компонентов. Например, в старой схеме вы видите три электролитических конденсатора и очень большой трансформатор.

Рисунок 5 позволяет вам сравнить два драйвера разных поколений. В драйвере Insignia видны всего два относительно небольших электролитических конденсатора. В этой связи возникает вопрос: какая микросхема драйвера использована в лампе, и каким образом эта микросхема позволила сделать столь компактную схему?

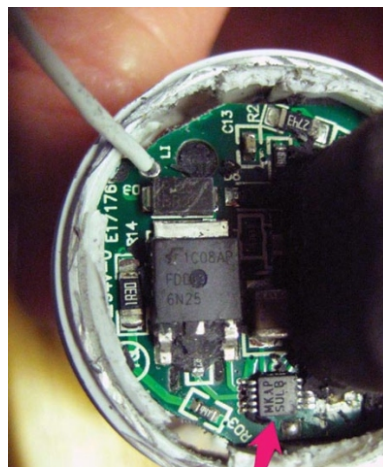


Рисунок 6.

На этот вопрос отвечает Рисунок 6. Крошечная микросхема, маркированная кодом «SUL B» – это LM3445 компании Texas Instruments. В схеме нет трансформатора, что однозначно указывает на неизolated топологию драйвера светодиодов.

Конечно же, сказать, что у такого решения нет прецедентов, нельзя. Ведь лампы накаливания тоже не имеют изоляции. Разбейся колба, когда лампа включена, и перед вами окажутся оголенные проводники под напряжением сети. Очевидно, что неизolated конструкцию можно сделать полностью соответствующей требованиям стандартов UL.

Взятый из описания оценочной платы Edison Retrofit Evaluation Board компании TI пример схемы реального драйвера светодиода, в котором используется LM3445, приведен на Рисунке 7.

Для того, чтобы уместить в цоколь лампы всю электронику управления, разработчики Insignia разбили прямоугольную плату на две

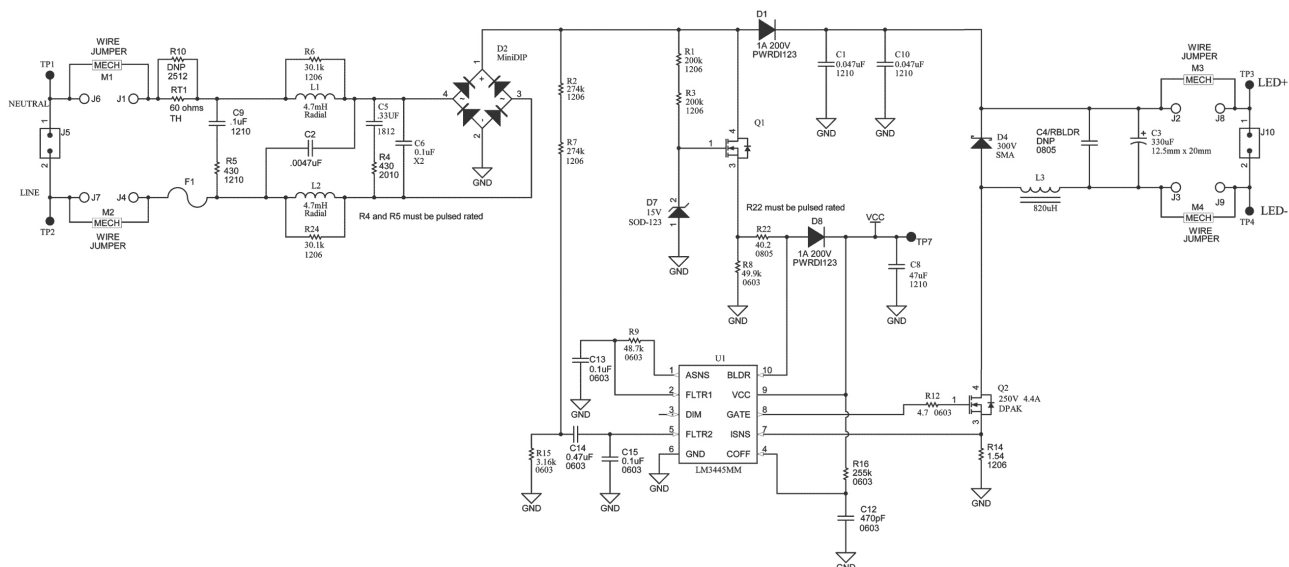


Рисунок 7.

круглых платы (вернитесь к Рисунку 3), механически изолированных от светодиодов. Через лампу проходит единственный маломощный провод, находящийся под напряжением постоянного тока 8-9 В.

Резюме

- Светодиоды Cree установлены на теплоотводах, которые являются частями поверхности колбы. Это позволяет быстро уводить избыточное тепло и изолировать от источников тепла электронику.

- Стремясь сделать лампу максимально похожей по форме на лампу накаливания, разработчики разместили все электронику в цоколе устройства.
- Переход к архитектуре неизолированного понижающего преобразователя позволил сократить количество компонентов. Соответственно, снизилась цена лампы, уменьшились размеры, выросла надежность.

Лампа Insignia на сегодняшнем рынке светодиодных источников света считается одной из лучших. **РЛ**

Микрофон, который слушает с помощью света

Christina Benjaminsen, SINTEF

Датчик, разработанный в Норвегии, дает микрофонам очень острый «слух» и способность определять направление

Датчик, разработанный учеными лаборатории MiNaLab из норвежской научной организации SINTEF, сможет сделать микрофоны сверхчувствительными. «Представьте обычное оборудование для видеоконференций. За столом сидят несколько человек, но микрофон установлен в месте, где возможности восприятия звуков далеки от оптимальных. С помощью технологии такого рода микрофоны смогут «видеть», откуда идет звук, настраиваться на голос говорящего и отфильтровывать другие источники шума в помещении», – объяснил исследователь в области информационных технологий и коммуникаций Матье Лаколь (Matthieu Lacolle), подчеркнув, что ученые из отдела акустики SINTEF также внесли свой вклад в разработку этого инновационного решения.

Небольшой, но плотно упакованный

Микрофон буквально набит микроэлектроникой. Но что делает его действительно особенным, так это оптический датчик положения, диаметром не более миллиметра. Причина по которой датчику положения отвели столь важную роль заключается в том, что функционирование микрофона полностью зависит от мембраны, которая воспринимает упругие волны, создаваемые источником звука.

Лаколь пояснил: «В принципе, микрофон работает как барабан. У вас есть мембрана, которая вибрирует, когда подвергается воздействию звука, представляющего собой просто последовательность волн давления. За мембраной у вас имеется опорная поверхность. Расстояние между двумя поверхностями соответствует интенсивности звука. Мы регистрируем это, измеряя световые волны

микроскопического лазера, поэтому мы можем утверждать, что датчик в микрофонах на самом деле видит свет».

Датчик может улавливать невероятно малые перемещения, и, следовательно, очень тихие звуки. Если сделать мембрану достаточно легкой и позволить ей свободно колебаться в воздухе, то микрофон станет чувствительным к направлению. «Это также позволяет нам определять, откуда исходит звук», – говорит Лаколь, уточняя, что толщина мембраны составляет 100 нм – в 1000 раз тоньше, человеческого волоса.

Окрашен светом

Технология, делающая микрофон столь чувствительным, основана на сочетании двух обусловленных волновым характером света оптических явлений: интерференции и дифракции.

«Если мы будем держать компакт-диск на свету, то увидим игру цветов при отражении света. Это происходит потому, что свет состоит из спектра волн различной длины, которые невооруженным глазом воспринимаются как цвет, и эти волны дифрагированы в разные стороны», – объяснил Лаколь.

«Другим явлением, которое может быть использовано для измерения звука, является интерференция, которая проявляется, когда несколько волн накладываются друг на друга. Вы можете наблюдать это, стоя на побережье и глядя, как волны отталкиваются от берега и накладываются на пики волн, идущих вслед за ними по направлению к берегу. Может образоваться сложная и хаотичная картина, но это приводит к появлению стоячих волн, которые вообще выглядят неподвижными», – объясняют исследователи SINTEF.

Создав оптимальный датчик, ученые использовали оптическую дифракцию и интерференцию для измерения смещений мембраны меньших, чем диаметра атома.

«Мы создали специальные рифленые микроструктуры на опорной поверхности, которая находится непосредственно под мембраной микрофона. Когда лазер освещает эти микроструктуры, мы можем считывать направление, в котором отражается свет, с помощью фотоприемников, преобразующих свет в электрические сигналы».

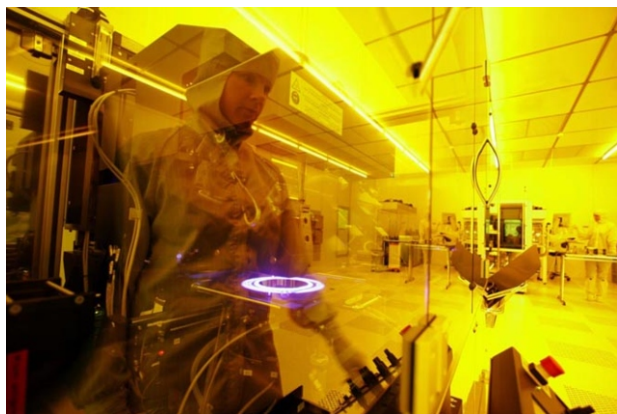
Массовое производство в лабораторных условиях

Таким образом, микрофон состоит из сверхтонкой мембраны, крошечных рифленых микроструктур, миниатюрного лазера и ряда фотодетекторов. Все это интегрировано в компактную микросхему, любой элемент которой можно серийно изготавливать на кремниевой подложке по стандартной технологии травления с помощью специального оборудования, размещаемого в чистой комнате.

Производство без пыли

В чистой комнате MiNaLab производство осуществляется в строго контролируемых условиях. Производственный процесс чрезвычайно чувствителен, и даже крошечная пылинка может превратить всю партию продукции в брак, поскольку она может повлиять на микроструктуры.

«Именно поэтому наша лаборатория оснащена оборудованием для гашения вибраций и воздушными фильтрами, которые удаляют частицы размером до 100 нм», – пояснил Лаколь.



Условия производства в чистой комнате MiNaLab строго контролируются.

Мониторинг шума

Норвежская компания Norsonic, поставляющая различное шумоизмерительное оборудование, намерена использовать новый микрофон для измерения звукового давления и акустической мощности.

«Микрофон – сердце оборудования, которое мы поставляем. Уникальность этой технологии в том, что она может дать нам очень чувствительный микрофон, способный регистрировать звуковые волны далеко за пределами диапазона, в котором работают нынешние микрофоны той же ценовой категории. Это позволяет нам конкурировать на рынке, занятом в настоящее время очень дорогостоящим оборудованием. Наша версия также намного компактнее, что само по себе является преимуществом, поскольку физические размеры микрофона на самом деле влияют на измеряемое им звуковое поле», – сказал старший научный сотрудник компании Norsonic Оле Герман Бйор (Ole Herman Bjor).

Факты: как работает микрофон

Проще говоря, мы можем сказать, что новый микрофон работает следующим образом:

- Прежде всего, звуковое давление преобразуется в движение мембраны.
- Эти движения оптически считываются с помощью светочувствительных датчиков.
- Интенсивность света измеряется с помощью датчика, который в свою очередь, преобразует ее в электрический сигнал, используемый для воспроизведения звука.

Потенциальными областями применения такого датчика могут быть:

- геофоны для сейсморазведки
- фотоакустические датчики газа
- акселерометры
- датчики вибраций
- гироскопы
- датчики давления
- высокотемпературные версии вышеперечисленных датчиков
- датчики, применяемые в сильно облучаемых местах (атомные электростанции, рентгеновское оборудование) или местах с присутствием электромагнитного излучения (датчики в двигателях или магнитно-резонансное оборудование). **РЛ**

Динамическое реконфигурирование микроконтроллера позволяет использовать более 100% его аппаратных ресурсов.

Sachin Gupta, Cypress Semiconductor

Electronic Design

Реконфигурирование аналоговых блоков и цифровой логики в процессе работы микроконтроллера может позволить использовать более 100% доступных аппаратных ресурсов, сократив объем и стоимость системы

Когда сталкиваются с проблемой разработки системы, которая должна выполнять множество задач, быть компактной и максимально энергоэффективной, весьма интересную возможность использования аппаратных ресурсов более чем на 100% предоставляет динамическое реконфигурирование. Представим торговый автомат, который, выполняя основную функцию принятия денег и выдачи товара, должен периодически обмениваться данными с центральным процессором. При использовании динамической реконфигурации тот же набор цифровых ресурсов, который в момент торговли настроен на выполнение функций таймеров/счетчиков, может быть сконфигурирован как блок UART и ШИМ для задания скорости передачи во время обмена с хост-процессором.

Динамическое изменение конфигурации может быть реализовано практически в каждом приложении, которое в разное время выполняет различные задачи. К примеру, если портативная радиостанция в каждый момент времени передает данные только в одном направлении, динамическая реконфигурация управляющего микроконтроллера позволит реализовать более компактное устройство. Портативные аппараты для продажи билетов могут управлять схемой заряда аккумуляторов, используя ту же логику,

которая управляет термопринтером. Аналогичным образом, схема, управляющая зарядом аккумулятора светодиодного фонаря, может использоваться в качестве драйвера светодиодов, когда фонарь отключен от сети. Фактически, процесс зарядки аккумулятора здесь мультиплексируется по времени с другими функциями системы. Такая схема занимает меньшую площадь, чем схема, в которой каждая функция выполняется своим логическим блоком.

Динамическое изменение конфигурации

Хорошо известна возможность динамического реконфигурирования таких цифровых архитектур, как ПЛИС (FPGA). Это достигается использованием данных новой конфигурации, хранящихся в энергонезависимой памяти, позднее записываемых в соответствующие управляющие регистры. Каждая из возможных конфигураций записывается в постоянную или флеш-память на этапе программирования устройства.

Возможности программирования и настройки теперь не ограничиваются цифровой частью. Сегодня в процессе работы устройства могут изменяться настройки аналоговых ресурсов, причем речь идет не про-

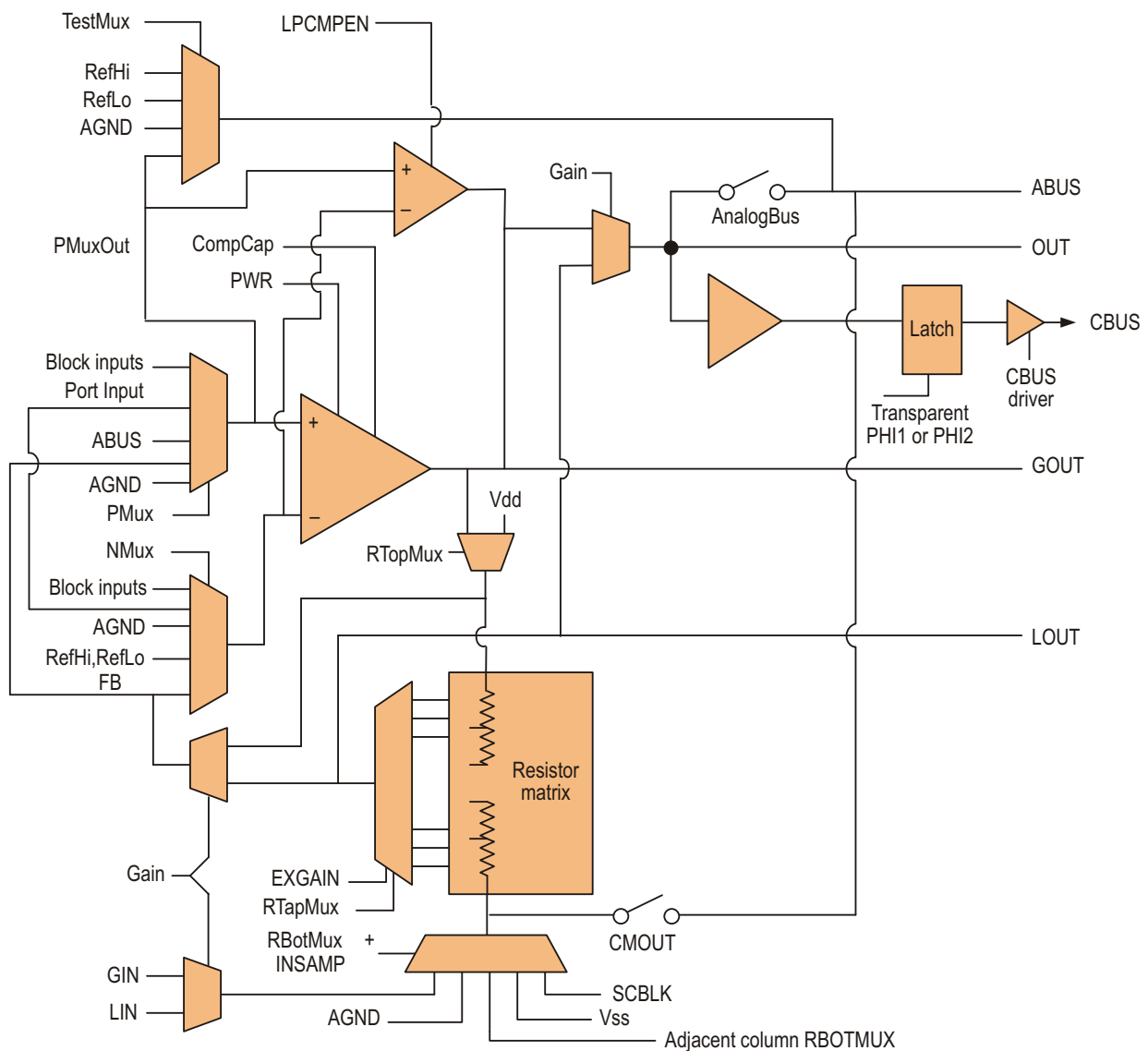


Рисунок 1. Аналоговые ресурсы могут быть динамически реконфигурированы в программируемом блоке.

сто об изменении количественных характеристик конкретного периферийного устройства. При динамической реконфигурации один и тот же аналоговый ресурс, в зависимости от требований конкретного приложения, может работать как аналого-цифровой преобразователь, усилитель или емкостной сенсорный датчик.

Что бы понять, каким образом можно динамически изменять конфигурацию аналоговой периферии, рассмотрим программируемый аналоговый блок, изображенный на Рисунке 1. На первый взгляд эта схема кажется очень сложной. Но на самом деле она сравнительно проста, и обеспечивает возможность подключения различных сигналов на любой вход или выход для реализации требуемых функций.

К примеру, этот же блок, в зависимости от внутренних соединений, может работать как инвертирующий или неинвертирующий усилитель. Компаратор с заданными уровнями усиления и гистерезиса можно получить, выбрав резистор соответствующего номинала из резисторной матрицы. Для выбора требуемого опорного напряжения используется мультиплексор. Выход программируемого блока можно направить в другие блоки или на выходной вывод.

Установка указанных соединений и выбор номиналов резисторов выполняется с помощью конфигурационных регистров, данные в которые можно записать даже в процессе работы микроконтроллера или системы-на-кристалле. Таким образом один про-

граммируемый блок может работать как аттенюатор, буфер, инвертирующий или неинвертирующий усилитель, а в комбинации с дополнительными блоками – даже как инструментальный усилитель. Разработчики систем могут программно изменять функционал блока, записав новые данные в конфигурационные регистры.

В блоке переключаемых конденсаторов каждый конденсатор может эмулировать резистор, сопротивление R которого определяется следующим соотношением:

$$R = \frac{1}{f_s C}$$

Управляя частотой переключения (f_s), емкостью конденсаторов (C) и способом подключения этих конденсаторов к операционному усилителю, можно получить множество схем без использования дополнительных внешних аппаратных ресурсов (Рисунок 2). Тот же переключаемый конденсатор может использоваться для реализации дельта-сигма модулятора, интегратора, фильтра или емкостного сенсорного блока.

Каждый конденсатор имеет связанный с ним регистр конфигурации, который может

использоваться для изменения значения емкости. Управлять частотой переключения можно с помощью аппаратных делителей или ШИМ в программируемом цифровом блоке. Доступные пользователю переключатели, предназначенные для включения или исключения из схемы некоторых конденсаторов, также управляются с помощью регистров конфигурации. Например, интегратор нуждается в конденсаторе в цепи обратной связи и не требует никаких переключений. На таких аналоговых блоках можно построить целый ряд схем, включая инвертирующий усилитель, интегратор или дифференциатор.

Как и программируемые аналоговые блоки, цифровая периферия также может выполнять различные функции, определяемые записью требуемых значений в конфигурационные регистры для данного цифрового блока. Программируемые входные/выходные соединения позволяют подключить любой вывод к любому периферийному устройству процессора. Таким образом, один и тот же аппаратный блок может подключаться к различным выводам в различное время. Например, цифровой блок, сконфигурированный как ШИМ для управления светодиодами, в другое время может выполнять функции уни-

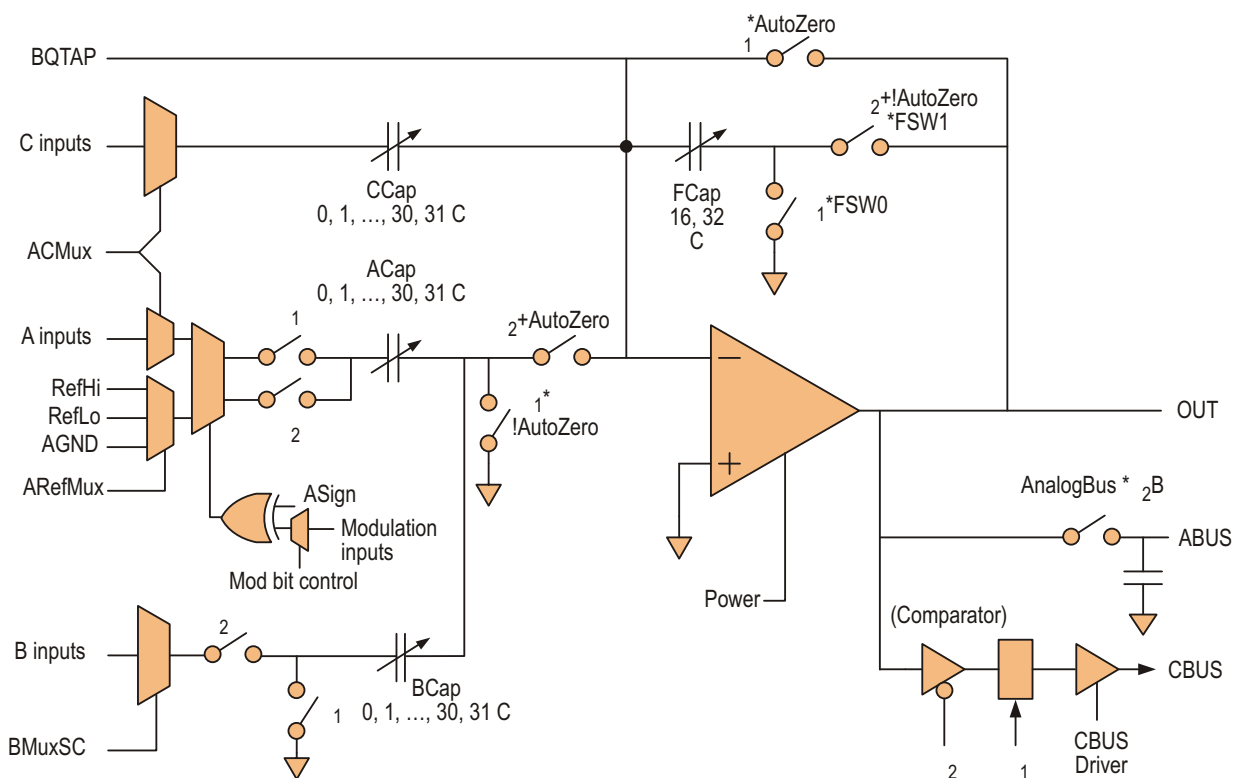


Рисунок 2. Аналоговые блоки переключаемых конденсаторов состоят из набора коммутируемых конденсаторов, окружающих операционные усилители.

Листинг 1. Интегрированная среда разработки PSoC Designer генерирует значения конфигурационных регистров на основе пользовательского проекта.

```
45| ; Instance name PGA, User Module PGA
46| ; Instance name PGA, Block Name GAIN(ACB00)
47| mov reg[71h], fdh ;PGA_GAIN_CR0(ACB00CR0)
48| mov reg[72h], 21h ;PGA_GAIN_CR1(ACB00CR1)
49| mov reg[73h], 20h ;PGA_GAIN_CR2(ACB00CR2)
50| mov reg[70h], 00h ;PGA_GAIN_CR3(ACB00CR3)
51| ; Instance name PRS8, User Module PRS8
52| ; Instance name PRS8, Block Name PRS8(DCB02)
53| mov reg[2bh], 00h ;PRS8_CONTROL_REG(DCB02CR0)
54| mov reg[29h], 00h ;PRS8_POLY_REG(DCB02DR1)
55| mov reg[2ah], 00h ;PRS8_SEED_REG(DCB02DR2)
56| ; Instance name PUH, User Module PWM8
57| ; Instance name PUH, Block Name PWM8(DBB01)
58| mov reg[27h], 00h ;PWM_CONTROL_REG(DBB01CR0)
59| mov reg[25h], 19h ;PWM_PERIOD_REG(DBB01DR1)
```

версального асинхронного приемопередатчика (UART), используя другие линии ввода/вывода.

Целесообразность динамического реконфигурирования

В зависимости от архитектуры программируемого устройства, динамическое изменение конфигурации может быть реализовано во многих приложениях. Однако сложность выполнения этой процедуры может обойтись разработчикам очень дорого, если им придется вникать в назначение каждого регистра и устанавливать их значения вручную. Чтобы сделать динамическое реконфигурирование практически реализуемым, средства разработки должны обеспечивать эффективный способ установки значений в этих регистрах при минимальных затратах усилий, а также поддерживать базовую инфраструктуру для выполнения этих действий в реальном времени. Таким образом, можно выделить две особенности, характеризующие средства разработки:

- **Автоматическая генерация значений для регистров конфигурации**

Инструменты разработки должны обеспечивать простой способ определения и управления несколькими конфигурациями. Под определением конфигурации следует понимать выбор используемых периферийных устройств и определение их внутренних межсоединений. На основании исходных данных в интегрированной среде разработки должны генерироваться

требуемые значения конфигурационных регистров для каждого блока, используемого в этой конфигурации (Листинг 1). Как видно по этому коду, среда разработки поддерживает функцию генерации требуемых значений конфигурационных регистров, что освобождает разработчика от ручного определения значений и позволяет безошибочно вносить частые изменения в конфигурацию.

- **Простота переключения между конфигурациями**

Если управлять переключением между конфигурациями придется разработчику, это приведет к значительному росту издержек вследствие необходимости создания кода для чтения данных из Flash-памяти и записи их в регистры конфигурации, что будет особенно ощутимо при частых изменениях конфигурации в процессе разработки. Единственная ошибка может привести к полной неработоспособности системы, а обнаружить и локализовать ее будет сложно. Таким образом, средства разработки должны абстрагировать детали записи в низкоуровневые регистры и обеспечить высокоуровневый интерфейс программирования приложений (API).

Еще больше усложняет задачу переключения между конфигурациями необходимость «выгрузить» значения конфигурационных регистров, которые были записаны во время загрузки предшествующей конфигурации. Данная операция требуется не в каждой ситуации, но в большинстве из них. Например, рассмотрим приложение с базовой кон-

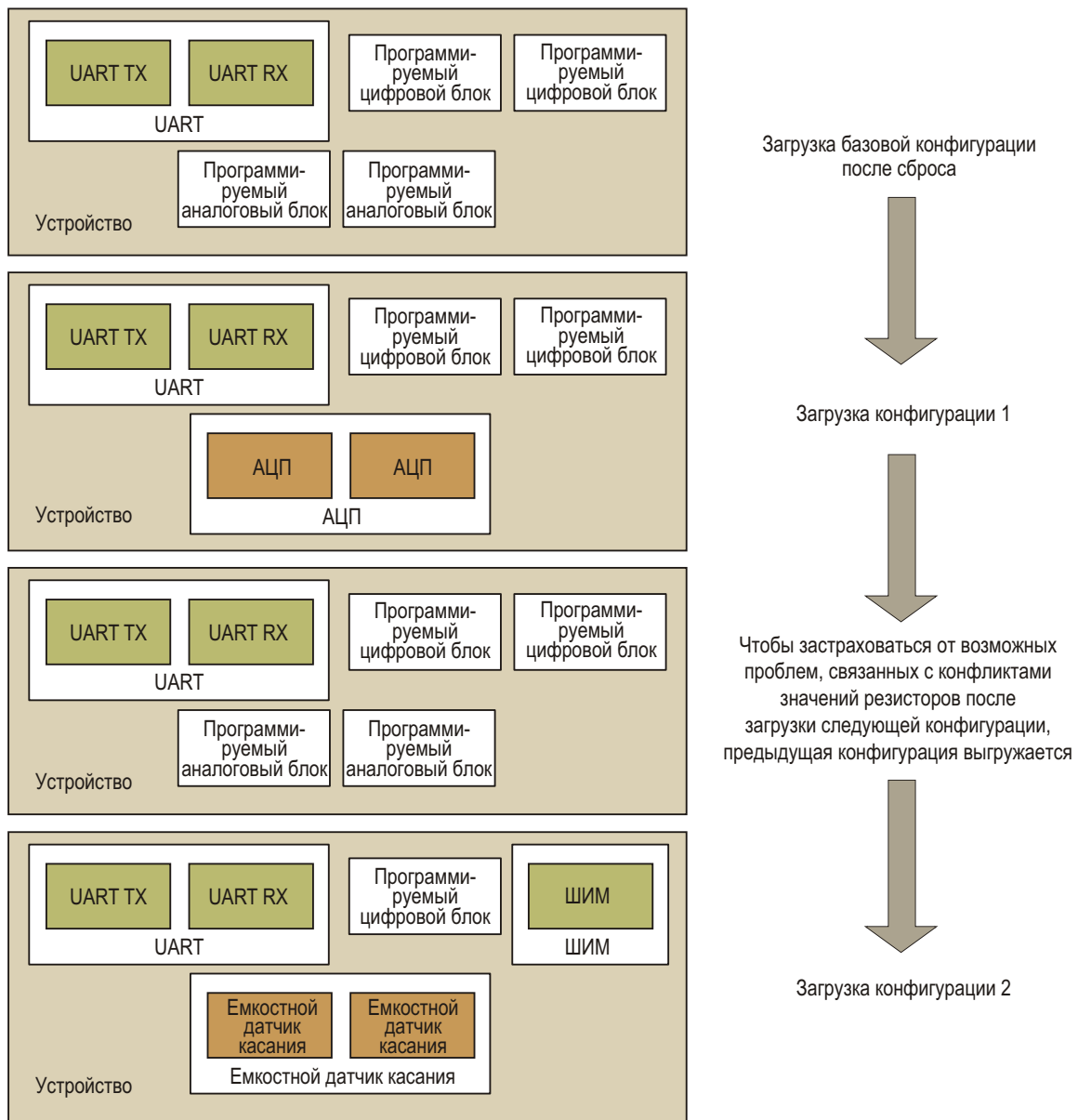


Рисунок 3. Конфигурацию можно динамически переключать в процессе работы системы.

фигурацией и двумя загружаемыми конфигурациями.

Базовая конфигурация включает в себя ресурсы, которые используются в приложении постоянно и не требуют загрузки и выгрузки в любой момент. Эта конфигурация загружается перед началом выполнения кода основного приложения. В нашем примере приложения в базовой конфигурации необходим модуль UART для обмена данными с Host процессором. В первой загружаемой конфигурации нужен один АЦП, во второй – ШИМ и периферия для работы с емкостным датчиком касания (сенсорный интерфейс).

Предположим, что для UART потребуются два программируемых цифровых блока, для

ШИМ – один, а АЦП и емкостной сенсорный интерфейс используют одинаковое количество ресурсов. Задача переключения между конфигурациями возложена на процессор (Рисунок 3). Конечно, в интегрированной среде должен быть простой путь для загрузки и выгрузки конфигураций, не требующей знаний о низкоуровневых регистрах и расположении конфигурационных данных во Flash-памяти.

Реализация динамического реконфигурирования

Для реализации алгоритмов динамического реконфигурирования в приложении необходимо предопределить различные аппарат-

ные конфигурации распределения цифровых и аналоговых ресурсов. Для упрощения этой задачи можно воспользоваться интуитивным графическим пользовательским интерфейсом в интегрированной среде разработки. Затем разработчики могут динамически переключаться между конфигурациями в приложении, используя API функции. API функции выполняют код, устанавливающий необходимые значения в регистрах конфигурации для периферии, опираясь на настройки, которые были выбраны для конкретной конфигурации.

Чтобы показать, как динамическое изменение конфигурации реализуется в приложении, давайте посмотрим на реальные системы. В программируемые системы-на-кристалле (PSoC) компании Cypress интегрированы различные системные ресурсы, процессорное ядро, цифровая и аналоговая подсистемы и программируемая система межкомпонентных соединений. Цифровая подсистема состоит из различных программируемых цифровых блоков, каждый из которых может быть независимо настроен на выполнение различных функций. Подобным образом устроена и аналоговая подсистема.

Для настройки программируемых аппаратных блоков разработчик перетаскивает нужный периферийный блок и помещает его в пустой блок. Затем его можно подключить к другой периферии или выводу системы-на-кристалле. Среда разработки генерирует требуемые значения для регистров конфигурации, которые записываются во Flash-память при программировании. При подаче питания или сбросе, прежде чем устройство начнет выполнять основной код приложения, из Flash-памяти в регистры загружается начальная конфигурация.

Разработчик может определить новую конфигурацию, щелкнув в рабочей области правой кнопки мыши и выбрав в меню пункт создания новой загружаемой конфигурации. Для каждой конфигурации можно выбрать различные периферийные устройства и соединить их требуемым образом. После определения всех необходимых конфигураций программа генерирует значения конфигурационных регистров, а также ассемблерный код, который будет загружать эти значения в соответствующие регистры, как показано на Рисунке 3. Разработчик также может загружать конфигурацию динамически из приложения, используя лишь одну строку кода вида `LoadConfig_[config_name]`.

Одним из факторов, требующим внимания со стороны разработчиков, может быть время переключения между конфигурациями. Несмотря на то, что загрузка и выгрузка конфигурации представляет собой, в первую очередь, процесс записи данных в регистры, этот процесс требует времени прямо пропорционального количеству регистров, которые используются для конкретной конфигурации. Приблизительное время переключения может быть рассчитано на основе используемых ресурсов, и в приложении, при необходимости, можно ввести временную задержку.

Динамическое реконфигурирование является мощным средством, которое может быть использовано практически в каждом приложении, где различные периферийные устройства могут использоваться с временным разделением, что позволяет снизить стоимость системы и занимаемую площадь. Изменяя функционал программируемых аппаратных ресурсов во время исполнения приложения для выполнения различных задач, разработчики могут добиться больше чем 100% использования встроенных аппаратных ресурсов. **РЛ**

Интегральное зарядное устройство для Li-Ion аккумуляторов с коммутатором, управляющим распределением мощности между параллельными потоками

Часть 2

Окончание. Начало в номере 06-2013

Sergei Strik, Viktor Strik, Texas Instruments

2.3. Схема системного LDO стабилизатора

Второй путь передачи мощности, фактически, представляет собой LDO стабилизатор

с точным ограничителем тока. Требования к точности ограничения здесь более жесткие, чем в обычных LDO, поскольку чрезмерный ток может вывести из строя не только устройства на внешней шине, но и сетевой адаптер.

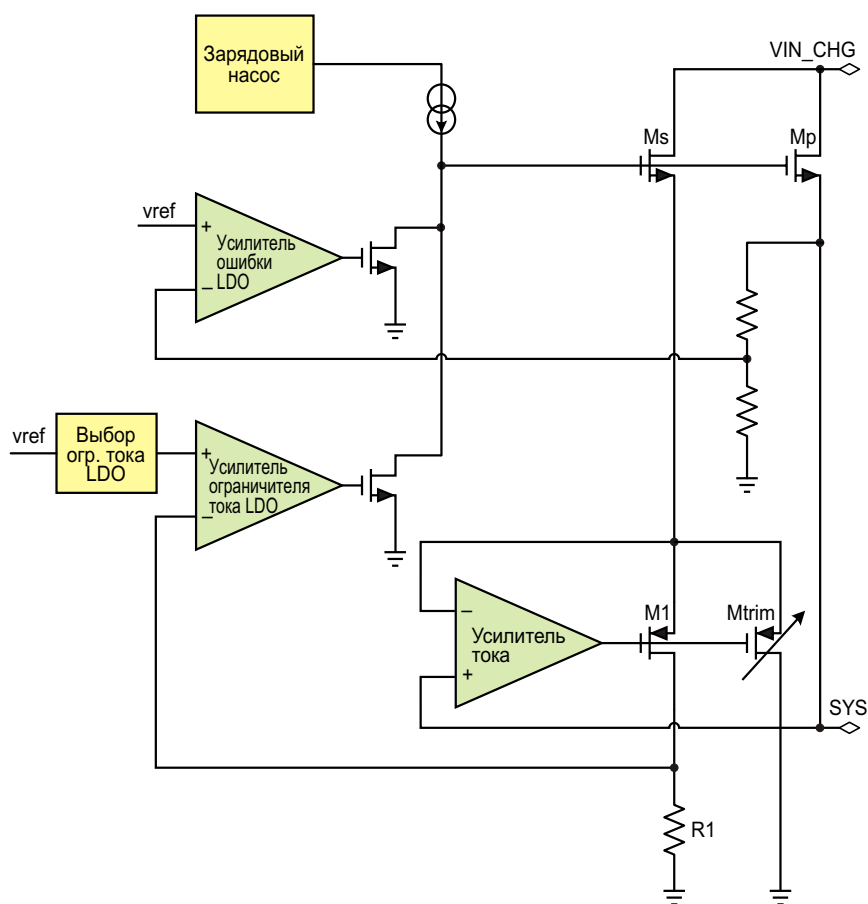


Рисунок 4. Блок-схема предложенного LDO.

Для повышения точности ограничителя тока мы добавили усилитель ошибки, управляющий силовым МОП транзистором системного LDO стабилизатора во время перегрузки (Рисунок 4). Заметим, что принцип работы схемы, основанной на двух усилителях ошибки и N-канальном МОП транзисторе в качестве силового элемента LDO стабилизатора, аналогичен предложенному в рассматриваемой схеме.

Простейшая схема ограничения тока в LDO может быть создана путем зеркального отображения тока мощного МОП транзистора с помощью токоизмерительного транзистора. Для поддержания точного соотношения между токами мощных и измерительных МОП транзисторов их напряжения на стоках и истоках должны быть одинаковыми. Однако в случае использования мощного N-канального МОП транзистора ошибка в соотношении токов будет больше, чем с P-канальным прибором, что объясняется квадратичной зависимостью тока стока от напряжения затвор-исток.

Чтобы свести к минимуму разброс токов сток-исток между мощным МОП транзистором M_P и токоизмерительным МОП транзис-

тором M_S , мы добавили усилитель тока для выравнивания напряжений на истоках. Основное влияние на точность ограничителя тока оказывает разброс характеристик M_P и M_S . Ошибку можно уменьшить подстройкой тока датчика. Транзистор M_{trim} управляет током транзистора $M1$. Этот ток направляется в подключенный к земле резистор $R1$. Падающее на нем напряжение пропорционально току, протекающему через системный LDO, и является сигналом обратной связи для усилителя ограничителя тока. Этот усилитель управляет мощным MOSFET когда потребляемый системой ток превышает установленный уровень ограничения.

2.4. Схема адаптивного перераспределения тока

В зарядных устройствах необходимо защищать не только аккумулятор, но и сетевой адаптер, поскольку структура с параллельными потоками мощности легко может перегрузить адаптер. Общий ток, забираемый из адаптера, равен сумме тока заряда батареи и тока системной нагрузки:

$$I_{IN} = I_{SYS} + I_{CHG}.$$

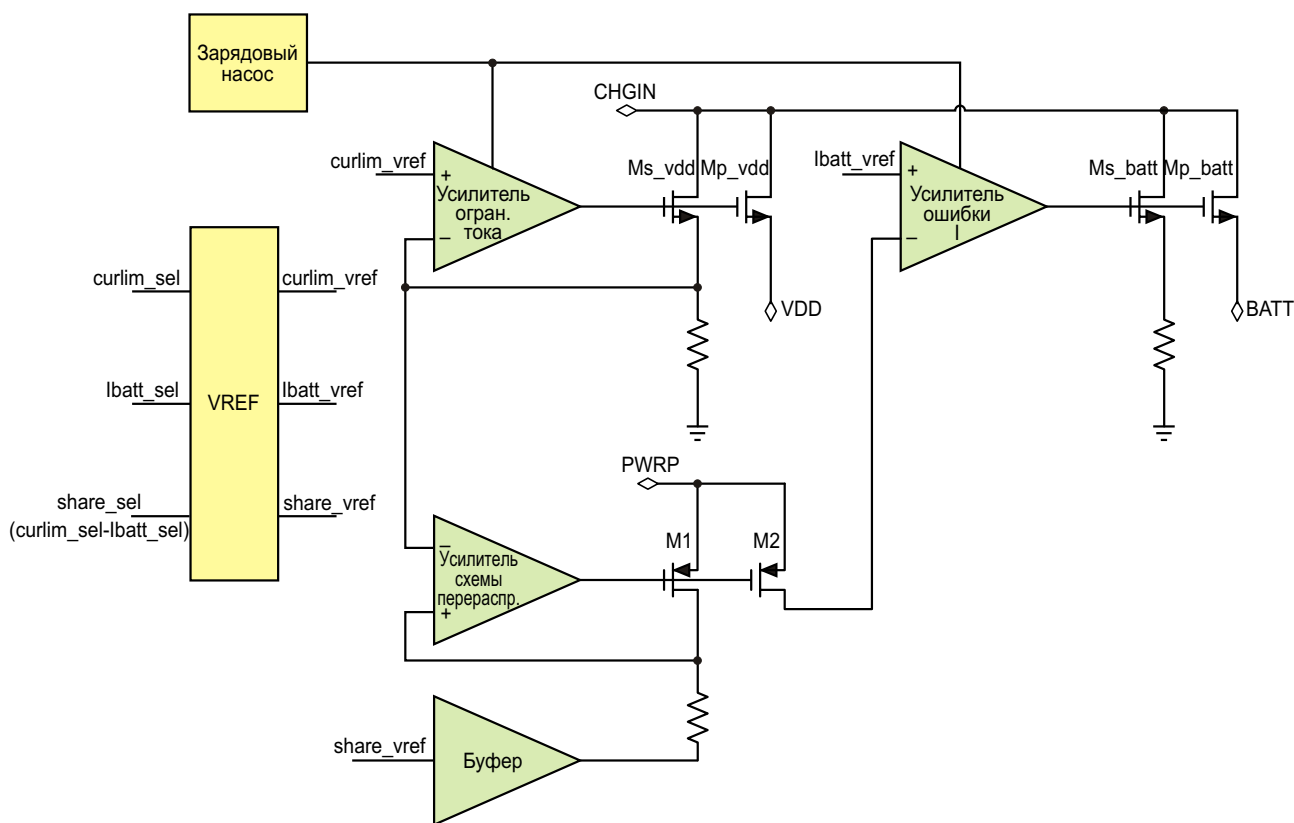


Рисунок 5. Блок-схема устройства адаптивного перераспределения тока.

IC_{CHG} ограничивают выбором соответствующего тока заряда. I_{SYS} можно контролировать ограничителем тока системного LDO. Потребление тока внешней системой изменяется в относительно широком диапазоне и для зарядного устройства непредсказуемо. В таком случае есть возможность ограничить ток заряда батареи на максимальном уровне, а системный ток на уровне $I_{IN} - I_{CHG}$, но это будет препятствовать нормальной работе внешней системы.

Для увеличения эффективности заряда аккумулятора мы реализовали схему адаптивного перераспределения тока. Она позволяет при увеличении нагрузки плавно снижать заряжающий батарею ток, защищая сетевой адаптер от перегрузки. Схема на Рисунке 5 демонстрирует детали этого решения.

Ток, протекающий через схему заряда и мощные MOSFET M_{p_vdd} и M_{p_batt} системного LDO, зеркально отображается посредством токоизмерительных транзисторов M_{s_vdd} и M_{s_batt} , соответственно. Резисторами R_0 и R_1 измерительные токи трансформируются в напряжения обратной связи усилителя ограничителя тока системного LDO и усилителя ошибки стабилизатора тока схемы заряда. Эти два операционных усилителя управляют мощными МОП транзисторами в соответствии с подаваемым на них напряжением обратной связи. Опорные напряжения

формируются блоком VREF и могут выбираться пользователем. Опорное напряжение для схемы адаптивного перераспределения тока представляет собой разность между опорным напряжением усилителя ограничителя тока и опорным напряжением усилителя управления режимом постоянного тока:

$$V_{REF_curlim} - V_{REF_ibatt}$$

Выходное напряжение усилителя схемы адаптивного перераспределения тока остается высоким до тех пор, пока напряжение обратной связи усилителя ограничителя тока, пропорциональное току нагрузки системы, превышает опорное напряжение усилителя схемы перераспределения тока V_{REF_share} . Затем усилитель начинает регулировать ток транзисторов M_1 и M_2 . Ток транзистора M_2 протекает через резистор R_1 , увеличивая напряжение обратной связи усилителя управления режимом постоянного тока, который в свою очередь, плавно снижает ток заряда батареи.

2.5. Схема измерения зарядного и разрядного тока

В большинстве представленных на рынке смартфонов для контроля состояния батареи используется счетчик заряда аккумулятора. Эта функция требует точного измерения токов заряда и разряда. Предложенная архитектура позволяет выполнять такие измере-

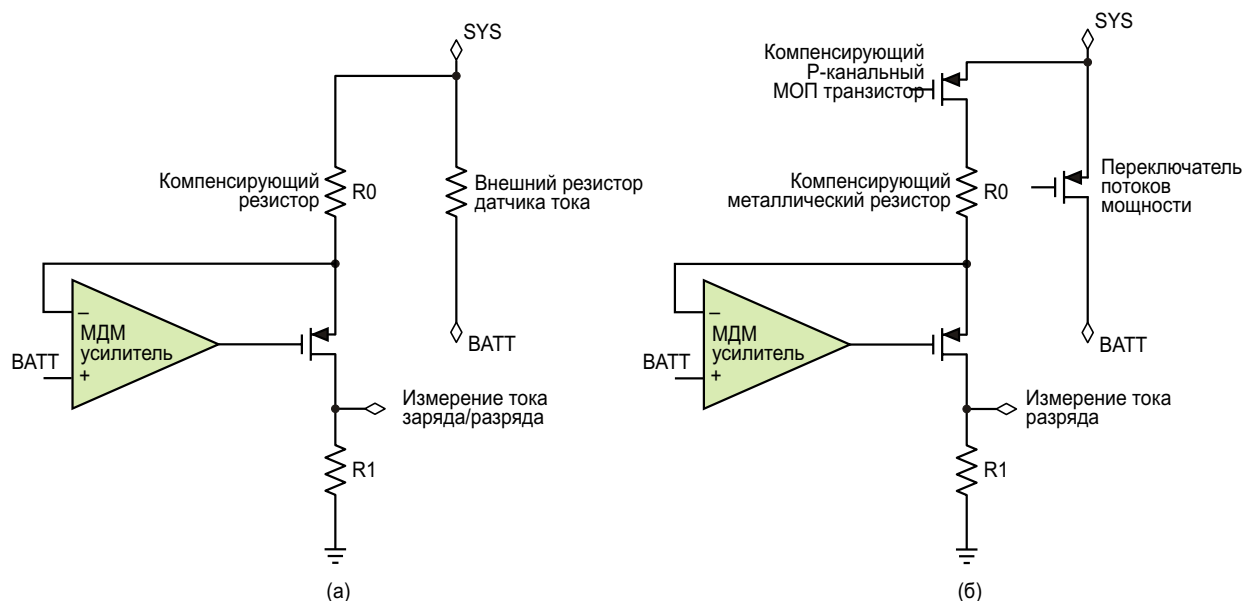


Рисунок 6. Измерение тока заряда/разряда:

- а) с использованием внешнего резисторного датчика;
- б) с использованием коммутатора потоков мощности.

ния с достаточной точностью, причем двумя способами. Для первого способа требуется датчик тока, в качестве которого используется внешний резистор, а второй способ основан на использовании переключателя потоков мощности.

На Рисунке 6а изображена упрощенная блок-схема цепи измерения тока заряда/разряда, использующая внешний резистор. Внешний резистор предпочтительнее внутреннего из-за лучшей температурной стабильности. Основная идея этого способа заключается в измерении небольшой части тока, отводимой в резистор R0 от тока, текущего через внешний резистор. Для измерений используется МДМ усилитель, смещение которого очень незначительно, и вклад в суммарную погрешность минимален. На резисторе R1 падает напряжение, пропорциональное току заряда/разряда. Недостатком этого способа является использование дополнительного внешнего элемента, занимающего площадь на печатной плате и увеличивающего общую стоимость системы. Для расширения функциональных возможностей схемы мы добавили узел, измеряющий ток, который проходит через переключатель потоков мощности. Его упрощенная блок-схема изображена на Рисунке 6б. Принцип работы этой схемы такой же, как и схемы с внешним резистором. Отличие заключается в элементах компенсации. В данном случае небольшой ток отбирается Р-канальным МОП транзистором, вольтамперная характеристика которого подобна характеристике переключателя потоков. Однако из-за малого сопро-



Рисунок 7. Топология реализованной схемы зарядного устройства.

тивления канала мощного транзистора паразитное сопротивление, обусловленное металлическими контактами, соединяющими сток и исток с выводами корпуса, увеличивает реальное сопротивление по сравнению со значением, использованным при моделировании. Эта паразитная составляющая общего сопротивления компенсируется металлическим резистором R0, без которого она заметно влияла бы на точность измерения зарядного и разрядного тока.

3. Результаты измерений

На основе 18-мкм КМОП процесса было изготовлено линейное зарядное устройство с параллельными потоками мощности, содержащее транзисторы с рабочими напряжениями 5 В и 28 В. Активная площадь кристалла составляет 1.4 мм² (Рисунок 7). Используемый в качестве Mpp1 28-вольтный N-канальный МОП транзистор занимает площадь 0.25 мм² и имеет измеренное сопротивление открытого канала 360 мОм. Аналогичный транзистор, выполняющий функции

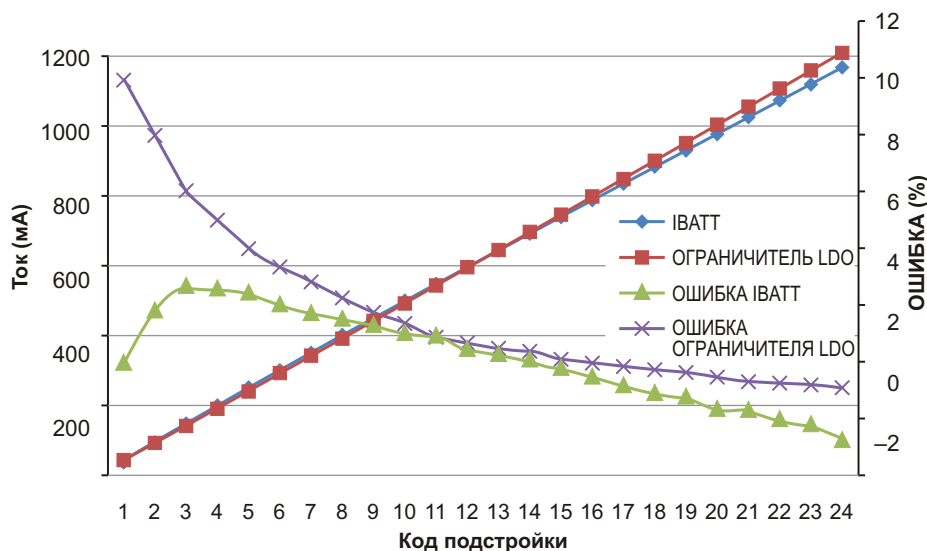


Рисунок 8. Точность поддержания тока заряда батареи.

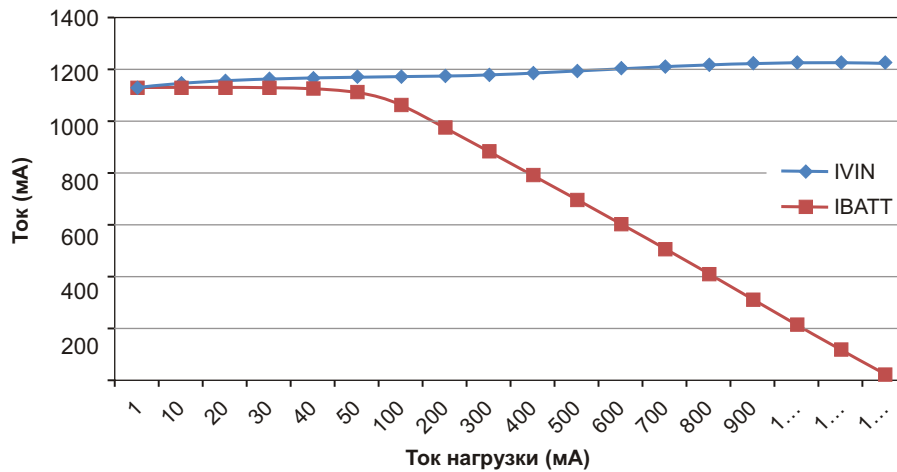


Рисунок 9. Операция распределения токов.

Мрр2, имеет измеренное сопротивление открытого канала 460 мОм. Переключающий ток мощности 5-вольтовый Р-канальный МОП транзистор с измеренным сопротивлением 61 мОм занимает на кристалле 0.3 мм².

На Рисунке 8 представлены экспериментальные результаты, из которых видно, что после подстройки при комнатной температуре в диапазоне токов от 50 до 1200 мА точность поддержания тока заряда составляет ±2%, а ограничителя тока LDO – +10%/–1%. Образцы были настроены при токе 750 мА. При этом точность составила ±2% в диапазоне температур от –40 °С до 125 °С.

Схема адаптивного перераспределения проверялась при различных уровнях ограничения тока системного LDO и различных токах заряда батареи. На Рисунке 9 показаны зависимости входных и зарядных токов от тока внешней нагрузки при уровнях ограничения токов 1200 мА для LDO и 1150 мА для схемы заряда батареи. Как видно из графиков, с увеличением тока нагрузки ток заряда падает таким образом, что входной ток не

превышает разрешенного уровня. Точность поддержания входного тока во время

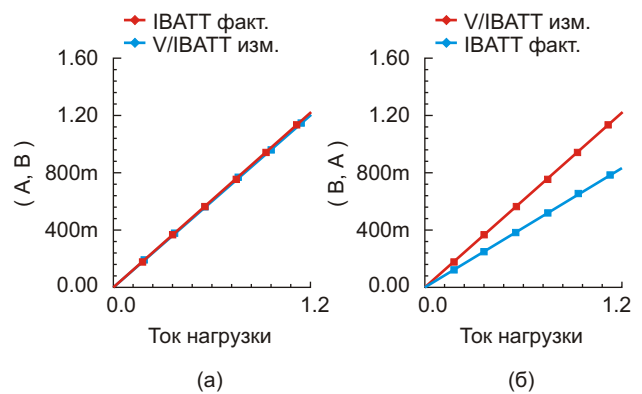


Рисунок 10. Измерение тока разряда батареи через коммутатор потоков мощности: а) без компенсирующего металлического резистора; б) с компенсирующим металлическим резистором.

перераспределения потоков мощности составляет ±2.5% в температурном диапазоне от –40 °С до 125 °С.

Таблица 1. Сводка основных параметров схемы предложенной архитектуры

Обозначение	Параметр	Значение
V _{IN}	Диапазон входных напряжений	4.4 ... 28 В
V _{TERM}	Напряжение прекращения заряда	4.1 ... 4.0 В
V _{TERM}	Точность установки напряжения прекращения заряда	±0.35%
I _{CHG}	Ток заряда батареи	50 ... 1200 мА
I _{CHG}	Точность установки тока заряда батареи	±2%
I _{SYS}	Ток системы	50 ... 1200 мА
I _{SYS}	Точность установки тока системы	+10%/–1%
I _{SHARE}	Точность схемы адаптивного перераспределения тока	±2.5%
I _{DISCHG}	Точность измерения тока разряда батареи	+6%/–3%
S	Площадь	1.4 мм ²

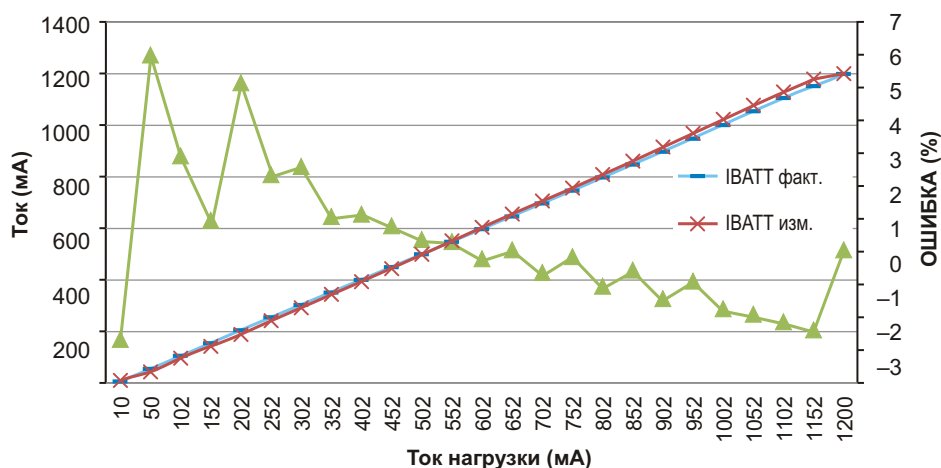


Рисунок 11. Измерение тока разряда батареи через коммутатор потоков мощности.

В схеме измерения тока используется компенсирующий металлический резистор, образованный сопротивлениями контактов и внешних столбиковых выводов. Представленные на Рисунке 10б результаты моделирования показывают, что компенсация вносит значительную ошибку в измерения тока, по сравнению со схемой на Рисунке 10а, где компенсирующий резистор отсутствует. Однако реальные измерения демонстрируют высокую точность (Рисунок 11), и, таким образом, можно заключить, что оценка требуемой величины компенсирующего элемента была сделана правильно. Точность измерения тока разряда батареи составила $+6/-3\%$. Сводка основных параметров схемы предложенной архитектуры представлена в Таблице 1.

4. Заключение

Целью представленной работы было создание зарядного устройства для Li-ion

аккумуляторов, занимающего на кристалле кремния меньшую площадь, чем традиционные схемы при той же рассеиваемой мощности. Помимо этого, ставилась задача повышения эффективности заряда и разряда батареи. Для реализации этих целей мы использовали различные подходы к проектированию. Сокращение площади кристалла было достигнуто введением структуры с параллельными потоками мощности, основанной на N-канальных МОП транзисторах. Коммутатор потоков мощности и схема адаптивного перераспределения тока повышают эффективность процессов заряда и разряда батареи. Кроме того, предложенная схема измерения тока заряда/разряда, характеризующаяся относительно высокой точностью, позволяет использовать эту схему в комбинации с внешними системами измерения уровня заряда. Подобная комбинация может улучшить управление батареей портативного устройства. **РЛ**

Highscreen Black Box Outdoor:

неплохая экстрим-камера и видеорегистратор в одном флаконе

Сегодня на российском рынке автомобильных видеорегистраторов представлено немало устройств различных типов. Это и обыкновенные автореги, и комбинированные устройства. Например, гибридный регистратор с радар-детектором или с навигатором, или же с экстрим-камерой. Как раз о представителе последнего типа сегодня и пойдет речь, знакомьтесь – Highscreen Black Box Outdoor.



Открыв коробку, помимо самого регистратора, мы обнаружили в ней большое количество различных креплений (все-таки экстрим-камера) и кабелей. Начнем по порядку: * съемный модуль ЖК-дисплея;

- обойма для крепления;
- автомобильный держатель;
- держатель на руль велосипеда или мотоцикла;
- держатель для плоской поверхности на основе скотча 3М (плюс запасная наклейка со скотчем);
- держатель на шлем;
- пульт дистанционного управления;
- автомобильное зарядное устройство;
- кабель питания;
- кабель USB;
- кабель AV;
- чехол в виде прорезиненного мешочка;

- нашейный шнурок;
- инструкция;
- гарантийный талон.



Скажем честно, нечасто встречаешь настолько богатую комплектацию. Корпус Highscreen Black Box Outdoor сделан из черного пластика разных типов. Качество сборки высокое, ни зазоров между частями корпуса, ни заусенцев на пластике мы не обнаружили. Это немудрено, гаджет отвечает стандарту защищенности IPX6. Это говорит о том, что устройство не боится влаги – его можно использовать даже под дождем, правда погружать аппарат под воду не следует, этого испытания он может не выдержать.





Конструкция Highscreen Black Box Outdoor хорошо продумана. Устройство представляет собой небольшое «бровнышко» длиной в 8 см и 3 см в диаметре. В принципе, это и есть сам регистратор, но к нему можно прикрепить комплектный модуль с 1.5-дюймовым экраном и клавишами управления. По задумке, «собранный» аппарат следует использовать в автомобиле – на экране вы сможете просмотреть заснятое видео, «побродить» по меню и нацелить камеру. А если же вы используете регистратор вне авто, то дисплей лучше снять, так и компактнее, да и меньше риск повредить экран во время активного отдыха. Гаджет на самом деле хорошо продуман, в нем даже предусмотрен лазерный уровень, который поможет правильно направить камеру, если дисплей снят. Здесь же скажем о времени автономной работы, оно составляет примерно 1.5 часа (емкость аккумулятора – 550 мА ч).

Highscreen Black Box Outdoor может записывать видео в двух форматах: HD 720p (1280 720) и Full HD 1080p (1920 1080). В

первом случае угол обзора камеры будет равен 135 градусам, а во втором 110 градусов. Кстати, о камере, она 5-мегапиксельная и выполнена на базе CMOS-матрицы. Указанное выше разрешение является реальным, а не растянутым за счет интерполяции. Этот факт не может не радовать. Правда, в случае с фотографиями интерполяция все же будет использоваться, если вы выберете в настройках разрешение снимков выше 5 Мп (максимально 12 Мп). Пользователю предоставляется выбор, как будет вестись запись – фрагментами (по 2, 5, 10 или 15 минут) или же непрерывно.

Highscreen Black Box Outdoor – хороший пример того, что комбинированные гаджеты могут хорошо выполнять все заложенные в них функции. Данное устройство прекрасно справляется, как с записью видео в автомобиле, так и во время активного отдыха. Плюс ко всему, корпус, соответствующий стандарту защищенности IPX6. Напомним, стоит Highscreen Black Box Outdoor примерно 8000 рублей. **РЛ**

Загрузки



Видео: <http://www.youtube.com/watch?v=rIA0WuIn4XQ>

Беспроводная технология передачи высококачественного звука PurePath Wireless Audio компании Texas Instruments



Юрий Петропавловский

Компания Texas Instruments (TI) разрабатывает и производит электронные компоненты и программное обеспечение для различных беспроводных систем передачи данных в соответствии с протоколами и стандартами RFID, Bluetooth, RF4CE, 6LoWPAN, WI-FI, ZigBee и других. Для беспроводной передачи потокового цифрового звука компания предлагает решения на основе технологии PurePath Wireless Audio. Технология предназначена для создания беспроводных сетей типа точка-точка и звезда в диапазоне частот 2.4 ГГц. В России развертывание беспроводных сетей данного типа регламентировано на основании Решения Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) № 08-24-01-001 от 28.04.2008 и №07-20-03-001 от 07.05 2007, которыми разрешается бесплатное использование частоты 2.45 ГГц без оформления специального разрешения, при условии соблюдения требований по ширине полосы излучаемых частот и мощности (до 100 мВт). Основные особенности и преимущества технологии PurePath Wireless:

- однокристалльное решение для высококачественной беспроводной передачи цифрового звука;
- элементы технологии: БИС, ВЧ-протокол, средства разработки приложений, встроенные звуковые, управляющие и пользовательские интерфейсы;
- 16-ти разрядный канал передачи звуковых данных с частотами дискретизации 44.1/48 кГц;
- возможность многоканальной передачи потокового аудио;

- поддержка USB интерфейса;
- бесплатное программное обеспечение PurePath Wireless Configurator;
- встроенный интеллектуальный звуковой протокол;
- беспроводная передача стереозвуча без компрессии и потерь;
- полная функциональность, не требующая дополнительной разработки ПО;
- звуковые форматы I²S, DSP/TDM и другие, поддержка кодеков, АЦП/ЦАП и усилителей класса D;
- возможность расширения функциональности за счет использования внешнего хост процессора;
- возможность преобразования формата данных;
- совместимость с другими системами беспроводной передачи диапазона 2.4 ГГц.

Основные приложения технологии: беспроводные наушники и микрофоны, акустические системы, замена звуковых кабелей, системы домашнего кинотеатра и т. п. Следует отметить, что реализация систем беспроводного домашнего кинотеатра (ДК) требует применения активных акустических систем с питанием от сети переменного тока, что затрудняет их практическую реализацию. Существуют более простые системы ДК, например, с использованием активных панелей объемного звучания – саундбаров и беспроводного сабвуфера. Несколько таких решений предлагает известная звукотехническая компания Polk Audio, на Рисунке 1



Рисунок 1. Беспроводная система ДК компании Polk Audio.

показан пример размещения системы ДК Polk Audio с панелью объемного звучания и активным беспроводным сабвуфером. Панели объемного звука Polk Audio (Surroudbar), кроме повернутых под определенными углами динамических головок и УМЗЧ содержат и специальный электронный блок, обеспечивающий «окружение звуком» за счет отражений от стен и специального алгоритма обработки сигналов фронтальных и тыловых каналов.

Объемная звуковая картина, формируемая с помощью саундбаров близка к звуковой картине, создаваемой традиционными системами при прослушивании на расстоянии не более 2-3 метров от центра панели, установленной под или над телевизором. При самостоятельной установке приемника беспроводного сигнала в сабвуфер вполне возможно и добавление в него дополнительных УМЗЧ класса В тыловых каналов. В этом случае в системе ДК можно оставить проводное подключение фронтальных колонок к усилителю (ресиверу) и тыловых к сабвуферу, а беспроводной канал при этом будет состоять из тыловых и низкочастотного каналов. При размещении сабвуфера за местом прослушивания (как на Рисунке 1) потребуется один сетевой провод и провода тыловых колонок.

Технология PurePath Wireless Audio реализуется на основе БИС типа система-на-кристалле (СНК) семейства СС85xxx. В каталоге TI 2013 года предлагается 4 типа микросхем этого семейства – СС8520, СС8521, СС8530, СС8531, отличающихся числом каналов (2 или 4) и наличием интерфейса USB (СС8521, СС8531). В состав беспроводной сети входит один ведущий блок, подключаемый к любому звуковому прибору, и до четырех ведомых устройств, интегрированных в конечные звуковые приборы. Больши-

нство приложений PurePath wireless могут быть реализованы без разработки специального программного обеспечения, в таких приложениях СНК подключаются к источнику звукового сигнала – усилителю, ресиверу, проигрывателю дисков, ПК и другим приборам, в том числе к аудио-кодекам, включая рекомендованные компанией микросхемы семейства TLV320AICxxx. Для расширения функциональных возможностей сетевых приборов возможно использование внешнего микропроцессора или цифрового сигнального процессора (DSP) для управления передаваемым цифровым потоком и контроля сетевых операций.

Для расширения радиуса действия приборов беспроводной сети компания выпускает специализированную микросхему СС2590 – расширитель динамического диапазона, увеличивающую мощность передатчика и улучшающую чувствительность приемника СНК семейства СС85xxx.

СНК семейства СС85xxx являются платформой для реализации беспроводных систем передачи звука бюджетного класса и отличаются низким энергопотреблением. Микросхемы выполнены в корпусах QFN-40 размерами 6 6 1 мм.

Основные особенности СНК:

- Встроенный протокол передачи данных:
 - передача цифровых звуковых сигналов CD качества без компрессии;
 - высокая надежность связи и совместимость с другими типами сигналов, используемыми в диапазоне 2.4 ГГц;
 - адаптивная перестройка частоты;
 - коррекция и маскировка ошибок передачи (5/6 FEC);
 - буферизация и ретрансляция данных;
 - опциональная высококачественная компрессия данных;
 - отсутствие необходимости разработки ПО при использовании автономного режима.
- Внешние системы:
 - возможность работы под управлением внешнего хост процессора или в автономном режиме;
 - управление кодеками, ЦАП/АЦП и цифровыми УЗЧ по интерфейсам I²C, SPI;
 - ручное управления функциями, такими как включение питания, регулировка

громкости, баланса, переключение каналов и другие функции посредством подключения кнопок к портам входов/выходов.

- ВЧ секция:
 - скорость передачи данных 5 Мбит/с или 2 Мбит/с;
 - высокоэффективный тип модуляции (8-FSK), символьная скорость передачи 2 Мсимвол/с;
 - программируемая выходная мощность до +3.5 дБм и чувствительность до -90 дБм;
 - полная совместимость с ВЧ микросхемой CC2590 для увеличения выходной мощности до +11 дБм и улучшения чувствительности до -87 дБм;
 - занимаемая полоса частот 3.8 МГц;
 - соответствие требования мировых регуляторов: стандарты ETSI – EN 300 328, EN 300 440 Class 2 (Европа), ФКС (FCC) – CFR47 Part 15 (США), ARIB – STD-T66 (Япония).
- Поддержка цифровых звуковых форматов:
 - интерфейс I²S один или два канала (CC8520), до четырех каналов (CC8530) с частотами дискретизации 32/40.275/44.1/48 кГц и размерами слов 16 и 24 разряда, а также форматы с левым и правым выравниванием;
 - USB интерфейс с частотами дискретизации 32/44.1/48 кГц (16/24 разряда);
 - снижение времени ожидания до 10.7 мс.
- Инструменты поддержки:
 - ПО для ПК PurePath Wireless Configurator;
 - руководство пользователя для СнК CC85xxx;
 - отладочный набор разработчика CC85xxxDK;
 - отладочный набор разработчика CC85xxxDK-HEADSET.

Микросхемы семейства CC85xxx могут работать при низком напряжении питания – 2-3.6 В (CC8520, CC8530), 3-3.6 В (CC8521, CC8531), при этом потребляемый ток не превышает 30 мА в рабочем режиме и 1 мкА в режиме экономии (выключены стабилизаторы и кварцевый генератор). Приемник микросхем характеризуется большим динамическим диапазоном, уровень насыщения

наступает при входном сигнале -2 дБм (при скорости потока 5 Мбит/с) и +6 дБм (2 Мбит/с), а при совместной работе с микросхемой CC2590 – при +12 дБм. Избирательность по соседнему каналу при расстройке ±4 МГц составляет 8/20 дБ (при скоростях 5/2 Мбит/с). Полоса занимаемых каналом связи частот составляет 3.8/3.2 МГц (при скоростях 5/2 Мбит/с). Импеданс входа/выхода ВЧ части микросхем 70 +j30 Ом.

Структура СнК семейства CC85xxx приведена на Рисунке 2, типовая схема включения микросхем CC8520, CC8530 – на Рисунке 3, CC8521, CC8531 – на Рисунке 4. Приведем назначения основных функциональных выводов микросхем.

1 (xANTN/USBN), 2 (xANTP/USBP) – у микросхем CC8520, CC8530 выводы являются входами управления переключателя внешних антенн, у микросхем CC8521, CC8531 – входами данных интерфейса USB.

3 (CSN), 4 (SCLK), 5 (MOSI), 6 (MISO) – шины последовательного интерфейса SPI: выбор чипа, тактовые импульсы (ввод/вывод), выходные данные (ведущий выход, ведомый вход), входные данные (ведущий вход, ведомый выход).

7 (GIO1), 8 (GIO2), 9 (GIO3) – входы/выходы общего назначения (GPIO) 1, 2, 3.

11 (RSTN) – вход сброса, активируется низким уровнем (соединением с корпусом).

13 (MCLK/GIO4) – выход тактовых импульсов (Master Clock) для внешних звуковых приборов или вход/выход 4 общего назначения.

14 (BCLK GIO5), 15 (WCLK/GIO6), 16 (AD0/GIO7), 17 (AD1/GIO8), 19 (AD2/GIO9) – выводы двойного назначения – шины последовательного интерфейса I²S или входы/выходы общего назначения 4-9.

21 (X1), 22 (X2) – выводы для подключения внешнего кварцевого резонатора на частоту 48 МГц.

24 (RFP), 25 (RFN) – положительный и отрицательный дифференциальные входы малошумящего ВЧ усилителя/выходы усилителя мощности передатчика.

32 (SCL), 33 (SDA) – шины последовательного интерфейса I²C.

34 (GIO12), 35 (GIO13) – входы/выходы общего назначения 12, 13.

Работа беспроводных сетей на основе СнК семейства СС85xxx может осуществляться в трех режимах – в автономном, с

управлением через интерфейс USB и под управлением внешнего хост процессора. В автономном режиме мастер протокол устанавливается сразу после включения питания, ведомые протоколы запускаются после уста-

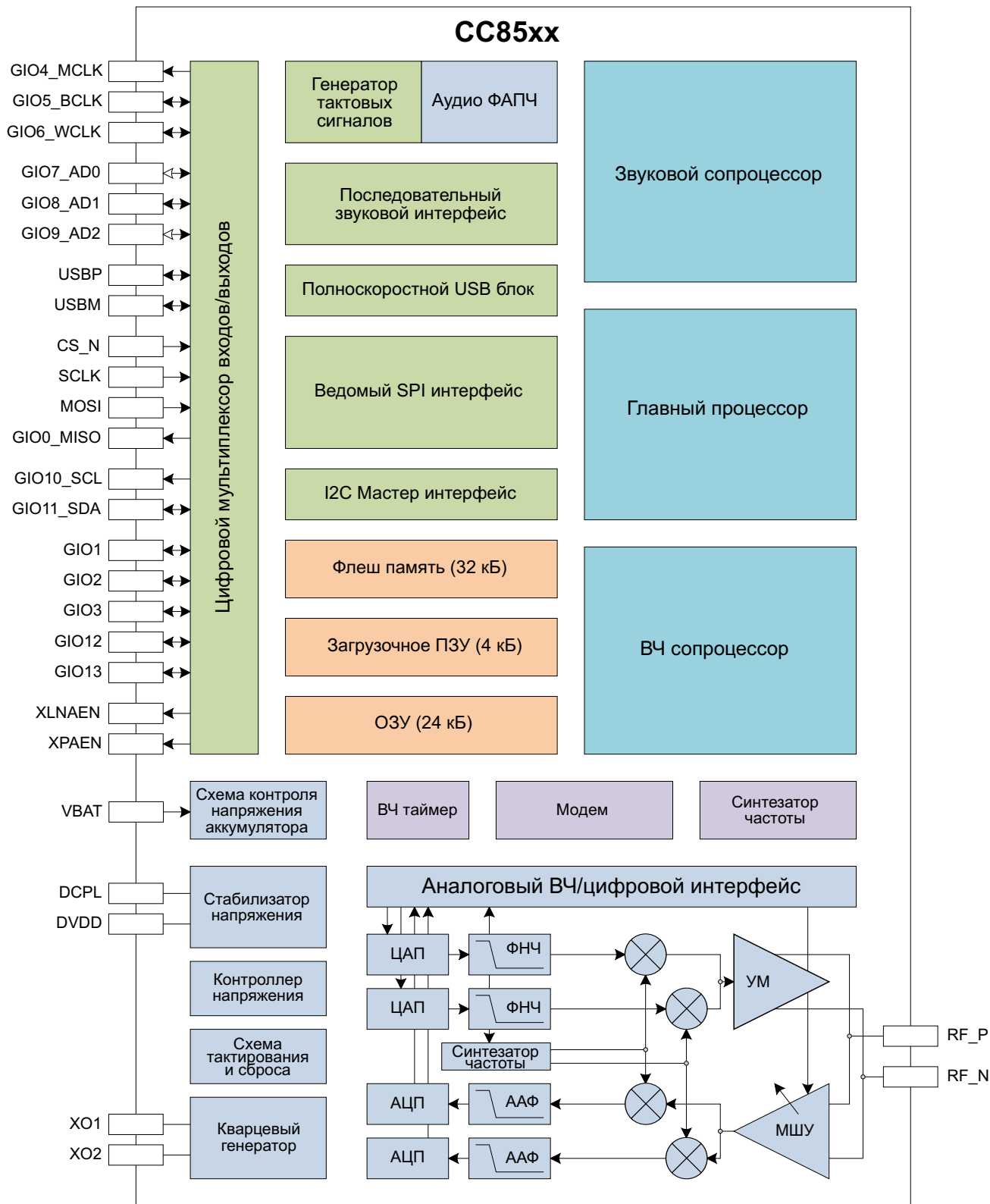


Рисунок 2. Структура СнК семейства СС85xxx.

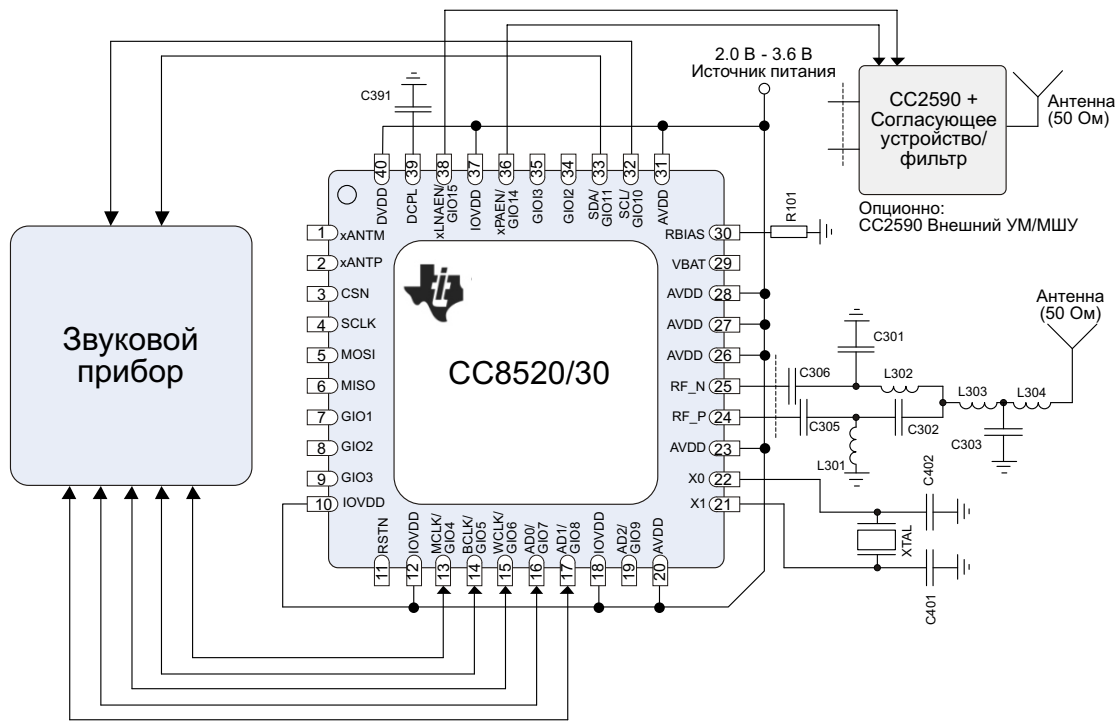


Рисунок 3. Типовое включение микросхем CC8520/CC8530.

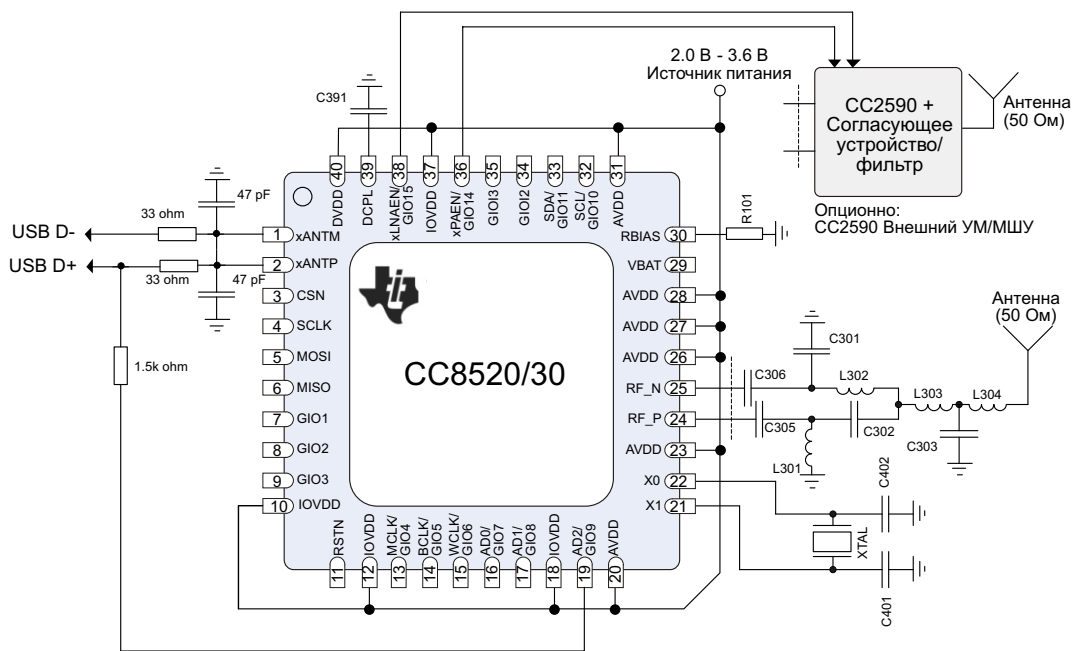


Рисунок 4. Типовое включение микросхем CC8521/CC8531.

новления радиосвязи связи и синхронизации с мастер устройством автоматически или после нажатия кнопки запуска.

Пользовательский интерфейс в виде кнопок, переключателей и индикаторных светодиодов подключается к выводам входов/выходов общего назначения (GIO) микросхем. Кроме перечисленных выше функ-

ций могут быть реализованы и другие: ручной запуск спаренного режима ведущий/ведомый (Pairing Operation), ручная блокировка звука (Toggle Mute), управление режимами питания, выбор звукового канала, дистанционное управление, индикация статуса по миганию светодиода. Через интерфейсы GIO или I²C обеспечивается управление внешними при-

боров (кодеки, АЦП/ЦАП, приемники/передатчики SPDIF, цифровые усилители, ШИМ процессоры и другие).

Встроенные схемы управления питанием обеспечивают энергоэффективные алгоритмы функционирования ведомых узлов сети, в том числе отключение питания при отсутствии звуковых сигналов с внешних источников, что способствует продлению времени работы батарей.

Использование интерфейса USB микросхем CC8521, CC8531 позволяет значительно расширить функциональность беспроводных приложений. Еще большая функциональность беспроводной сети обеспечивается при использовании внешнего хост-процессора (микропроцессора или сигнального процессора).

Устойчивость каналов связи сети обеспечивают следующие процедуры.

- Временное разделение (Timeslotted) – мастер протокол разделен на фиксированные интервалы времени (номинально 2.5 мс), в течение которых каждый узел сети соединяется с определенным ВЧ каналом в используемом диапазоне частот.
- Адаптивная скачкообразная перестройка частоты (Adaptive Frequency-hopping) – в протоколе предусмотрено 18 ВЧ каналов шириной 4 МГц, из которых выбирается канал с наилучшими условиями передачи (отсутствие помех от других беспроводных средств, замираний из-за многолучевого распространения и т.п.).
- Выбор несущих частот для улучшения совместимости – мастер протокол предусматривает предварительное измерение энергетики всех частотных каналов с целью исключения заведомо непригодных для использования.

Для передачи потокового аудио в сети могут быть использованы 4 типа форматов: PCM16 – звуковые 16-ти разрядные ИКМ данные без компрессии CD качества (706 кбит/с при $f_s=44.1$ кГц); PCMLF – низкочастотные 16-ти разрядные ИКМ данные (176 кбит/с, 44.1 кГц); SLAC – данные с небольшой компрессией и качеством близким к CD (232 кбит/с, 44.1 кГц); PCME24 – компрандированные 24-х разрядные ИКМ данные (706 кбит/с, 44.1 кГц).

Определение конкретных устройств в беспроводных сетях обеспечивается с помощью

идентификационного кода (Network ID), интегрированного в каждую СнК семейства CC85xxx и определяемого при установлении связи мастер прибора с узлами сети.

Подача цифровых звуковых данных на микросхемы семейства CC85xxx может осуществляться через последовательные интерфейсы I²S, с левым (LJF) и правым (RJF) выравниванием. В таких форматах представляются данные на выходах большинства звуковых ЦАП, а также в виде потока данных с DSP. Микросхемы CC8521, CC8531 могут принимать цифровые звуковые данные через USB интерфейс ($F_s=32/44.1/48$ кГц) в соответствии со стандартами этого интерфейса для звуковых приборов версий 1.0.

В зависимости от типов беспроводных приложений компания предлагает пять версий программного обеспечения. Версия ПО FW 1.0 предназначена для применения в одно- или двухканальных беспроводных удлинителях кабельных линий, наушниках и сабвуферах (комплект СнК ведущий/ведомый CC8520/CC8520). Версия FW 1.1 поддерживает беспроводные сети с несколькими ведомыми узлами и может быть также использована для беспроводных акустических систем (CC8520/CC8520), акустических систем типа 2.1 (см. Рисунок 5, CC8530/8520) и четырехканальных акустических систем (CC8530/CC8520). Версия FW 1.2 предназначена для беспроводных двунаправленных USB приложений, в том числе наушников (CC8521/CC8520), гарнитур (наушники с микрофонами, CC8530/CC8531), громкоговорителей (CC8531/CC8520). Версия FW 1.3 предназначена для поддержки протоколов передачи от ведомых узлов сети к ведущему, в том числе от USB микрофонов (CC8520/CC8521). В версии FW 1.4 добавлены различные дополнительные функции, такие как поддержка временной синхронизации мастер протокола, частотное планирование и ряд других.



Рисунок 5. Система 2.1.



Рисунок 6. Страница графического интерфейса.

Пользователям предоставляется программное обеспечение для конфигурирования беспроводных сетей под названием PurePath Wireless Configurator, одна из страниц графического интерфейса которого показана на Рисунке 6. Процесс программирования внутренней флеш памяти СМК семейства СС85xxx базируется полностью на пользовательских установках без необходимости дополнительного программирования или использования стороннего ПО. Физически программирование может быть осуществлено с помощью программатора компании СС Debugger, входящего в состав отладочных комплектов СС85xxxDK, СС85xxxDK-Headset, или с помощью компиляторов на основе HEX-файлов фирмы Intel.

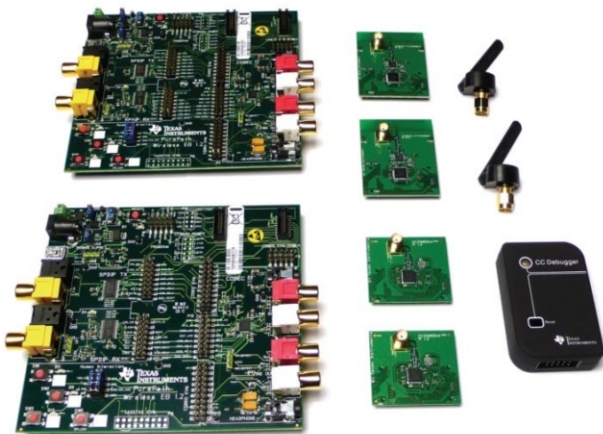


Рисунок 7. Отладочный набор СС85xxxDK.

В состав отладочного комплекта СС85xxxDK (Development Kit, внешний вид показан на Рисунке 7) входят две мастер платы, программатор СС Debugger, две ведомых платы СС85xxxЕМ, две ведомых платы с расширителем динамического диапазона

СС85xxx+СС2590ЕМ, две антенны на диапазон 2.4 ГГц, кабели и документация. В состав мастер плат входят кодеки TLV320AIC3101, микросхемы передатчиков и приемников SPDIF DIT4096, DIR9001 и стабилизаторы с малым падением напряжения.

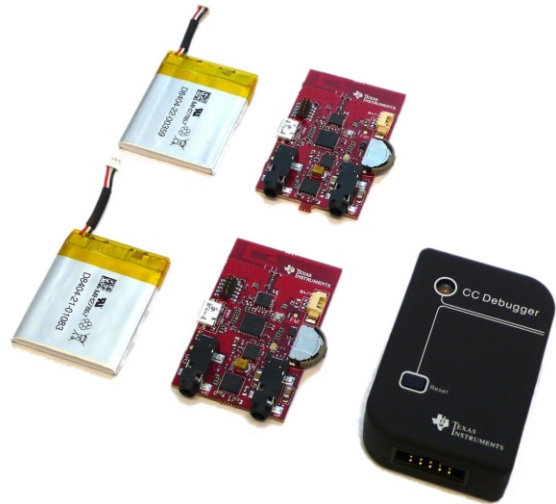


Рисунок 8. Отладочный набор СС85xxxDK Headset.

Отладочный комплект для гарнитур (наушники с микрофонами) СС85xxxDK-Headset (Рисунок 8) базируется на СМК СС8530 (или СС8520) и кодеке TLV320AIC3204. На плате комплекта установлены: СМК СС8520 (только наушники) или СС8530 (наушники с микрофонами), микросхема расширителя динамического диапазона СС2590, звуковой кодек TLV320AIC3204, микросхема зарядного устройства и понижающий DC/DC преобразователь напряжения ВQ25015, печатная антенна, переключатель режимов работы, индикаторные светодиоды и разъемы для подключения аккумулятора, наушников и микрофонов.

Подробно описание устройства, функционирования и применения микросхем семейства СС85xxx для беспроводных сетей PurePath Wireless Audio приведены в информационных материалах на сайте компании [1-4]. **РД**

Литература:

1. <http://www.ti.com/lit/ug/swru250l/swru250l.pdf>
2. <http://www.ti.com/lit/ml/swab002/swab002.pdf>
3. <http://www.ti.com/lit/sl/slyy013g/slyy013g.pdf>
4. <http://www.ti.com/lit/sg/slab056b/slab056b.pdf>

Свободно распространяемые средства проектирования электронных схем

Casey Hare

EDN

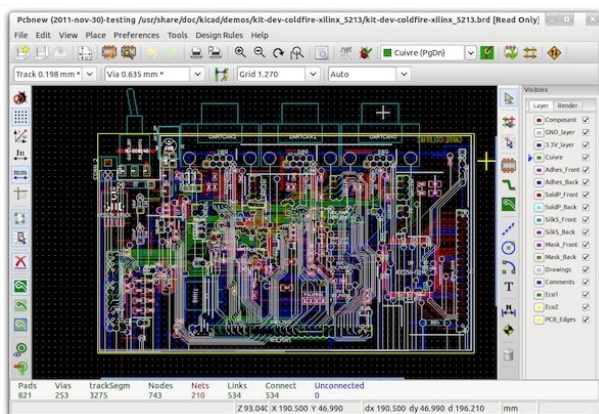
Назвать мои электронные проекты очень сложными, как правило, нельзя. Обычно в них бывает несколько усилителей или простых фильтров для предварительного формирования сигналов, а изредка и микроконтроллер, если выясняется, что компьютер не может сделать работу самостоятельно. Чаще всего эти устройства настолько просты, что схемы остаются на страницах моей записной книжки, а их изготовление сводится к установке перемычек на контактной макетной плате, не требующей пайки.

Однако иногда приходится создавать более продвинутые электрические конструкции, и для этого мне требуются соответствующие инструменты. Полная принципиальная схема всегда полезна, моделирование может многое рассказать о работе создаваемого устройства, а печатная плата делает конструкцию надежной, и при этом отнюдь не пугает своей ценой. Если мне предстоит сделать более одного-двух экземпляров одной схемы, я сажусь за трассировку и заказываю печатные платы, экономя и время, и деньги. Из-за отсутствия необходимости частого использования, оправдать затраты на покуп-

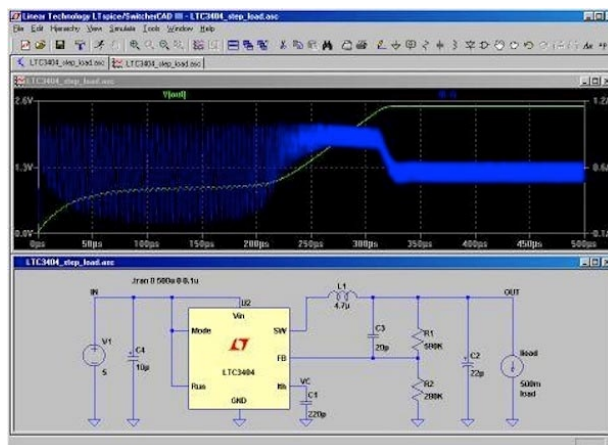
ку навороченных и дорогих средств проектирования, таких, как OrCAD или PADs, я не в состоянии. Но, к счастью, мне на помощь приходят программы с открытым кодом.

Первым этапом работы всегда бывает ввод принципиальной схемы, и тут есть много вариантов. Я слышал много добрых слов об Eagle (не бесплатная версия) и TinyCAD, но всегда отдавал предпочтение KiCAD. Это простой инструмент, на мой взгляд, во многих отношениях очень похожий на редактор принципиальных схем OrCAD.

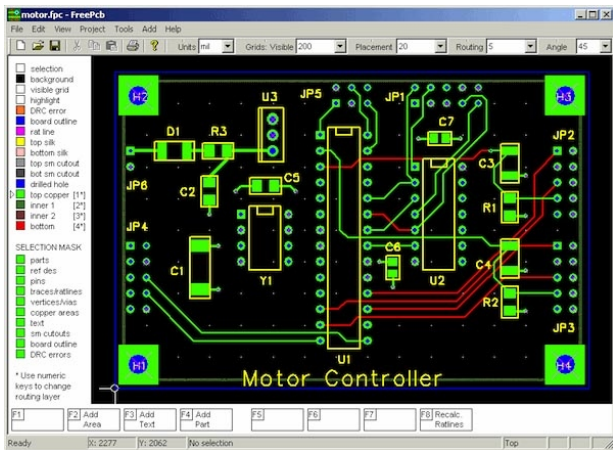
Выбирая программу для моделирования, я боролся с множеством самых разных симуляторов, но остановился на LTSpice, найдя ее отличным инструментом. Эта программа не с открытым исходным текстом, но Linear Technologies предлагает ее бесплатно, и, к тому же, комплектует большим количеством Spice-моделей своих компонентов. Существуют и другие открытые симуляторы, такие, как NGSpice и ElSpice, но попробовать их у меня пока не дошли руки.



KiCAD



LTSpice



FreePCB

Далее для импорта списка цепей и трассировки платы я выбрал FreePCB [1], поскольку давно знаком с этой программой и приобрел хороший опыт работы с ней. Это полноцен-

ная программа для разводки печатных плат с полностью открытым кодом. Несколько лет назад в FreePCB был добавлен автотрассировщик, которым я лично пока не пользовался, но, по словам одного из инженеров моей команды, он позволяет получать очень хорошие результаты.

Последним шагом является отправка гербер-файлов изготовителю печатных плат. Производством плат занимается несчетное количество компаний, поэтому пользуйтесь услугами той, с которой уже знакомы. Лично я многие годы делаю платы в компании Advanced Circuits, и всегда был доволен ее работой. **PL**

Ссылки по теме

1. «FreePCB – бесплатная программа для профессиональной разработки печатных плат». РадиоЛоцман, 2012, май, стр. 19.

Преобразователь частота-напряжение на двух микросхемах

Peter Winship

EDN

Всего из шести компонентов можно собрать схему (Рисунок 1), выходное напряжение которой пропорционально частоте входного сигнала. При этом только три элемента – конденсатор C_O , резистор R и операционный усилитель OP-07 должны иметь хорошую температурную стабильность. Преобразователь обеспечивает хорошую линейность в диапазоне частот до одного мегагерца.

Средний ток I_{AVG} , вытекающий из земляного вывода (8) триггера Шмитта 40106, линейно зависит от частоты, с которой C_O разряжается в суммирующую точку операционного усилителя. Протекая через сопротивление обратной связи 13.33 кОм, этот ток создает пропорциональное падение напряжения. Выходное напряжение равно

$$V_o = V_{cc}RC_o f,$$

где f – частота входного сигнала. Преобразователь необходимо откалибровать с помощью подстроечного резистора.

Конденсаторы емкостью 1 мкФ и 0.1 мкФ сглаживают выбросы, сопутствующие быстрому переключению микросхем. При использовании компонентов с указанными на Рисунке 1 номиналами диапазон выходных напряжений составляет 0 ... 10 В для входных сигналов частотой 0 ... 10 кГц. Если потребуется расширить частотный диапазон схемы, придется принимать во внимание собственный ток потребления КМОП микросхемы, пренебрегать которым на высоких частотах будет невозможно. Однако учесть этот ток совсем несложно, поскольку он пропорционален частоте. Достаточно в расчетах прибавить его к току разряда конденсатора.

Можно воспользоваться тем фактом, что в корпусе микросхемы шесть триггеров Шмитта, и сделать сумматор частот. Подключив емкость к выходу каждого инвертора, и подав на каждый вход сигналы различной частоты,

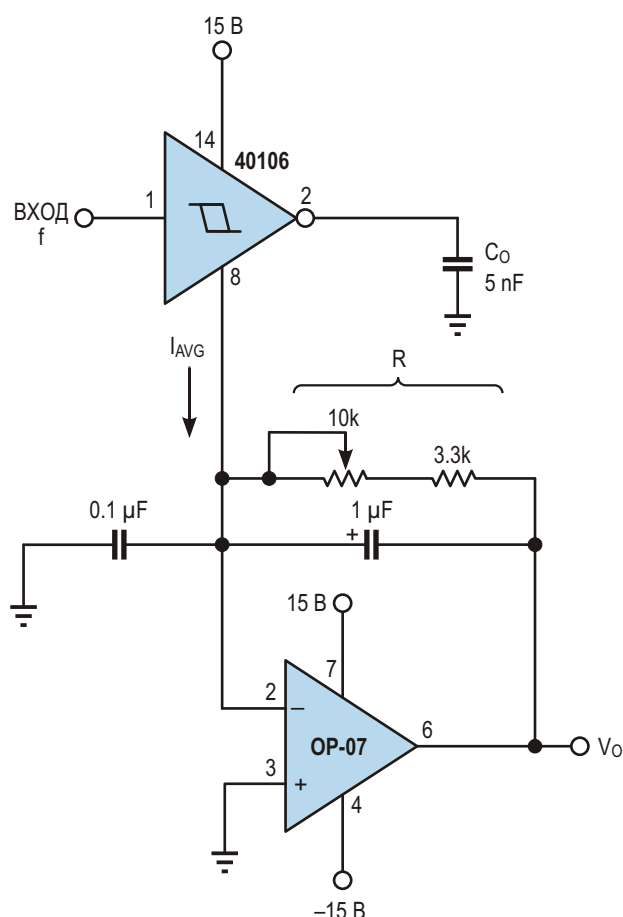


Рисунок 1. Частотная зависимость тока, потребляемого нагруженной емкостью микросхемой, позволяет собрать простой преобразователь частота-напряжение. Объединив параллельно несколько триггеров Шмитта, можно сделать сумматор частот.

вы получите выходное напряжение V_o , пропорциональное сумме частот:

$$V_o = V_{cc} R C_1 f_1 + C_2 f_2 + \dots + C_6 f_6 .$$

Кроме того, можно расширить возможнос-

ти схемы, соединив параллельно несколько инверторов.

При указанных на схеме номиналах компонентов в диапазоне частот от 0 до 10 кГц нелинейность преобразователя не превышает 0.4%. **РЛ**

Преобразователь напряжение-ток с точно устанавливаемой зоной нечувствительности

Marian Stofka

EDN

При управлении как линейными, так и нелинейными системами в цепь обратной связи иногда намеренно включается небольшая нелинейность. «Небольшая» здесь означает, что выходное напряжение включенного элемента изменяется линейно, но только после того, как входное напряжение превысит некоторый порог. В диапазоне входных напряжений от нуля до порога напряжение на выходе нелинейного элемента отсутствует. Таким образом удается подавлять затухающие колебания, характерные для систем с обратной связью.

В однополярном преобразователе напряжение-ток, схема которого показана на Рисунке 1, использовано классическое включение операционного усилителя IC2a и NPN транзистора Q1. Стабилизируемый ток течет через эмиттерный резистор R_E , который выполняет здесь роль простейшего пассивного преобразователя ток-напряжение. Фактическим напряжением отрицательной обратной связи в цепи регулирования является напряжение на инвертирующем входе IC2a. Зона нечувствительности на вольтам-

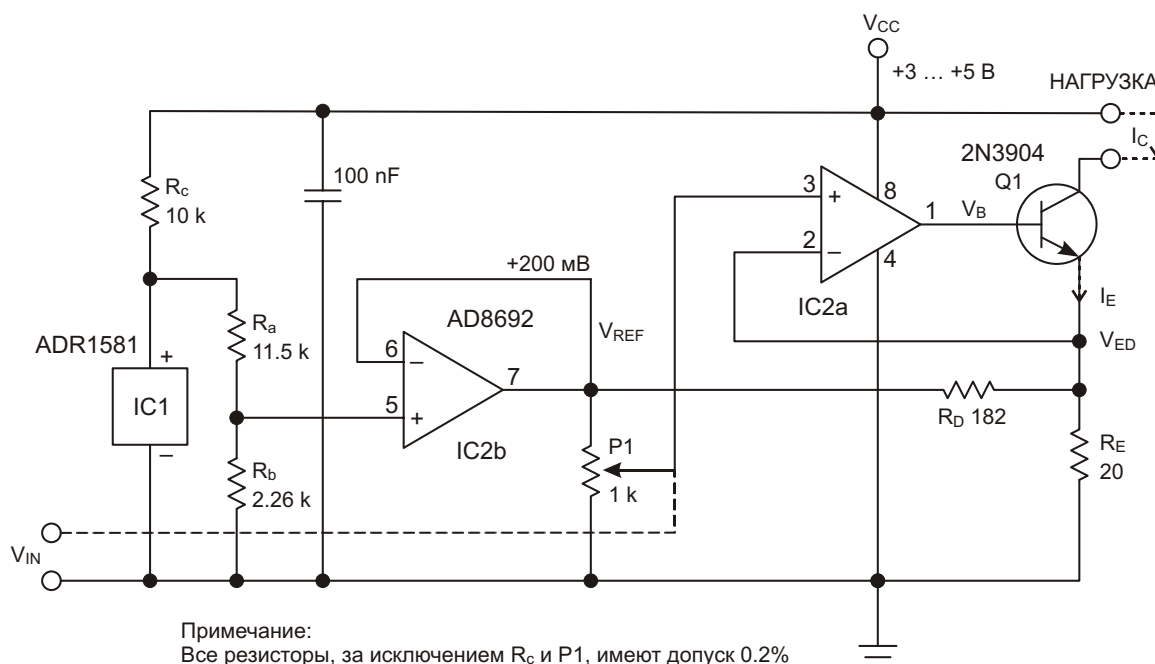


Рисунок 1. При входном напряжении от 20 мВ до 200 мВ выходной ток преобразователя растет линейно, в то время как при напряжении менее 20 мВ ток равен нулю.

перной характеристике создается током, текущим от источника опорного напряжения V_{REF} через резисторы R_D и R_E в землю. Источником опорного напряжения V_{REF} служат двухвыводная микросхема шунтового регулятора IC1, резистивный делитель R_a, R_b и операционный усилитель IC2b.

Для оценки ширины зоны нечувствительности, прежде всего, представим, что V_{IN} равно нулю. Операционный усилитель стремится смещать к нулю также и напряжение V_{ED} . Однако стать равным нулю V_{ED} не может, поскольку переход база-эмиттер транзистора Q1 в это время работает, как диод, смещенный в обратном направлении. В результате эмиттерный ток Q1 равен нулю, откуда следует, что падение напряжения на резисторе R_E равно:

$$V_{ED} = V_{REF} \frac{R_E}{R_D + R_E} \quad (1)$$

Поскольку это же напряжение приложено к инвертирующему входу операционного усилителя, его выход находится в отрицательном насыщении.

При увеличении V_{IN} никаких изменений не будет происходить до тех пор, пока входное напряжение не превысит напряжение V_{ED} , данное Уравнением 1. С этого момента выходное напряжение операционного усилителя IC2a станет положительным, и через эмиттер Q1 потечет ток. С ростом V_{IN} будет расти ток эмиттера Q1. Из-за сильной отрицательной обратной связи зависимость тока

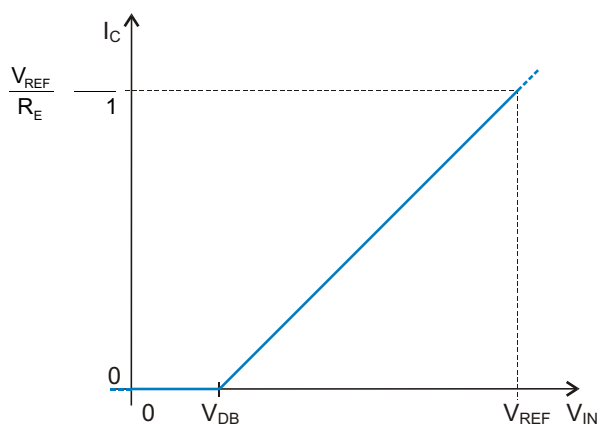


Рисунок 2.

I_C от V_{IN} остается линейной до тех пор, пока входное напряжение находится в диапазоне от V_{ED} до V_{REF} . Для оценки величины выходного тока на границе рабочего диапазона при $V_{IN} = V_{REF}$ нужно принять во внимание, что на обоих выводах резистора напряжение одинаково и равно V_{REF} , так что ток через резистор не течет. Поэтому эквивалентное сопротивление эмиттера равно самому эмиттерному сопротивлению R_E , а ток эмиттера равен V_{REF}/R_E .

Выходной ток, текущий через коллектор Q1 и положительный вывод питания, очень незначительно отличается от тока эмиттера:

$$I_C = I_E \left(1 - \frac{1}{\beta} \right)$$

где β – коэффициент передачи тока Q1. На Рисунке 2 показана вольтамперная характеристика преобразователя.

При коэффициенте передачи тока транзистора 2N3904 приблизительно равном 230 коллекторный ток меньше эмиттерного на 0.44%. Чтобы снизить эту ошибку можно заменить Q1 либо составным транзистором Дарлингтона, либо каскадным соединением двух биполярных транзисторов. Входное напряжение V_{IN} можно снимать непосредственно с движка потенциометра P1, или же брать от внешнего источника.

Если, к примеру, вы выбрали $V_{DB} = 0.1 V_{REF}$, $V_{DB} = V_{ED}$ то из Уравнения 1 будет следовать $R_D = 9R_E$. Теоретическая зависимость выходного тока от входного напряжения представлена графиком на Рисунке 2.

Измерения, проведенные на макете схемы, показали, что $V_{REF} = 0.19645$ В, а напряжение V_{ED} на эмиттере при максимальном входном напряжении равно 0.19660 В.

Напряжение V_{DB} определялось путем измерения значений V_{IN} в моменты резких изменений выходного напряжения IC2a с нулевого на положительное и наоборот. Было определено, что для положительных переходов $V_{DB} = 19.75$ мВ, а для отрицательных $V_{DB} = 19.70$ мВ. **РЛ**

Увеличение частоты дискретизации ЦАП на основе ШИМ

Аjoy Raman, Индия

EDN

Если очистить низкочастотным фильтром генерируемый микроконтроллером сигнал ШИМ, получится простейший ЦАП. Максимальная частота дискретизации такого ЦАП равна, в типичном случае, одной десятой частоты ШИМ. В статье предлагается новый подход к описанному в [1] методу, использующий генератор опорного пилообразного напряжения, отсчеты выходного сигнала которого выбираются и запоминаются в моменты времени, определяемые сигналами ШИМ. Такой подход позволяет повысить частоту дискретизации до частоты ШИМ.

С помощью схемы, изображенной на Рисунке 1, можно создать 10-разрядный ЦАП с выходным напряжением ± 10 В и частотой

дискретизации 20 кГц. Микроконтроллер dsPIC30F4011 (на схеме не показан), работающий на тактовой частоте 96 МГц, генерирует сигналы захвата ОС₁ и ОС₄. Поделенная на 4 тактовая частота поступает на вход внутреннего 16-разрядного таймера, период счета которого установлен равным 1200, что определяет частоту ШИМ 20 кГц. Сигнал ОС₄ почти все время имеет высокий уровень и опускается вниз на 1170 отсчете счетчика, инициируя начало генерации пилы. Микросхема IC_{1A} с транзистором Q₁ образуют прецизионный источник тока, линейно заряжающего конденсатор C₂ в то время, когда Q₂ выключен. Этот сигнал, инвертированный

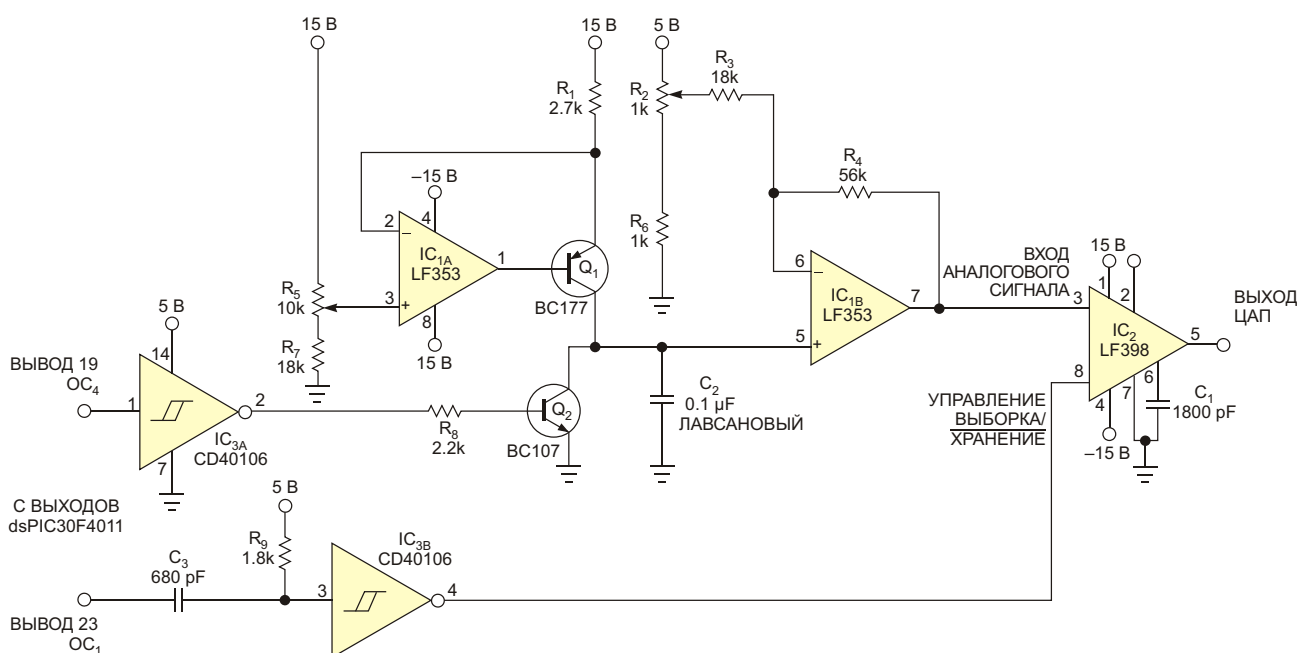


Рисунок 1. Не показанный на схеме микроконтроллер генерирует сигналы для управления формированием пилообразного напряжения (ОС₄) и моментами выборки (ОС₁).

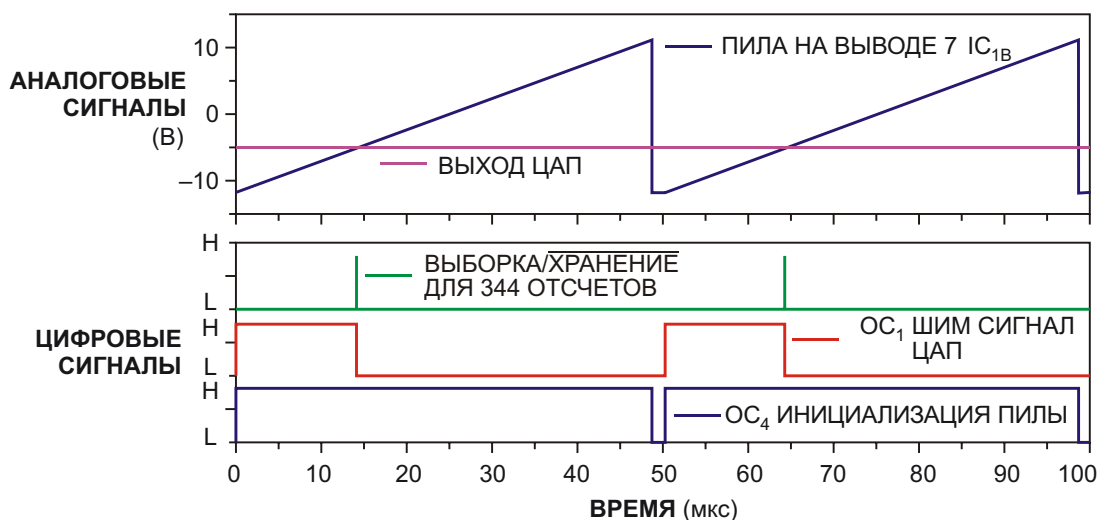


Рисунок 2. Продифференцированный задний фронт OS_1 инициирует формирование импульса выборки в момент времени, соответствующий напряжению -5 В на выходе ЦАП.

микросхемой IC_{3A} , включает Q_2 и удерживает его открытым в течение 30 периодов таймера, чтобы разрядить конденсатор C_2 перед началом очередного цикла генерации пилообразного напряжения. IC_{1B} буферизует пилообразное напряжение, усиливает его и сдвигает по уровню. Величина сдвига и усиление подстраиваются потенциометрами R_2 и R_5 .

Спадающий фронт OS_1 определяет момент выборки уровня пилообразного напряжения. На основании слова данных, которое должно быть преобразовано в выходное напряжение ЦАП, микроконтроллер определяет скважность импульсов OS_1 . Цепочка C_3, R_9 дифференцирует результирующий сигнал ШИМ, в результате чего на выходе IC_{3B} образуются импульсы длительностью порядка 1 мкс, управляющие микросхемой выборки/хранения (УВХ) IC_2 . На выводе 5 IC_2 формируется выходной сигнал ЦАП, последовательно проходящий через уровни $-10, 0$ и $+10\text{ В}$ при кодах в регистре ШИМ 88, 600 и 1112, что соответствует 1024 отсчетам 10-разрядного ЦАП.

Смещение счета на 88 периодов дает возможность исключить нелинейность начального участка пилы, в результате чего ЦАП имеет ошибку линейности всего 20 мВ и точность $\pm 40\text{ мВ}$. Используя сигналы захвата OS_2 и OS_3 , можно реализовать дополнительный ЦАП.

На Рисунке 2 показаны временные диаграммы сигналов на выходе ЦАП, соответствующие входному коду 256, то есть, одной четвертой полной 10-битной шкалы. OS_4 определяет моменты начала генерации очередного периода двухполярного пилообразного сигнала с частотой 20 кГц на выводе 7 микросхемы IC_{1B} . Уровень этого пилообразного напряжения выбирается и запоминается при коде в регистре таймера $256 + 88 = 344$, что соответствует напряжению -5 В на выходе ЦАП. **РЛ**

Ссылки

1. Kester, Walt (editor), The DataConversion Handbook, section 3-1, pg 3-28, Newnes, 2005.
2. Raman, Ajoy, «Universal Analog Hardware Testbench».

Адаптивный датчик угла поворота отличает «грубо» от «точно»

Anthony Smith

EDN

Замечание редактора EDN

Перед вами весьма оригинальное решение проблемы переключения «грубо/точно», возникающей при использовании датчиков углового положения в системах управления. Кто сказал, что без микроконтроллера сделать схему интеллектуальной невозможно?

Инкrementные угловые энкодеры, очень похожие по форме и размерам на общеизвестные монтируемые на панели потенциометры, служат недорогой «цифровой» альтернативой аналоговым потенциометрам. Обычно они используются для регулировки уровня, настройки или установки таймеров в аудиовизуальном оборудовании, в системах кондиционирования и жизнеобеспечения, в бытовых приборах, лабораторном оборудовании, научных приборах и многих других устройствах.

Как правило, датчики углового положения имеют два выхода, фазы сигналов на которых находятся в квадратуре, то есть, сдвинуты на четверть периода. На каждом выходе за один оборот вала формируется фиксированное количество импульсов, по одному импульсу на определенный угол поворота. Внутри энкодера находятся два контакта, общий вывод которых обычно соединен с землей схемы, как это показано на Рисунке 1, а два квадратурных выхода через подтягивающие резисторы (R1 и R2) подключены к шине питания.

Затемненный участок схемы на Рисунке 1 представляет типичный интерфейс датчика углового положения, реализующий квадратурное декодирование. Обеспечивающие фильтрацию шумов и подавление дребезга контактов цепочки R3, C1 и R4, C2, совместно с триггерами Шмитта логических элементов «И-НЕ» IC1a и IC1b формируют прямоугольные цифровые сигналы в точках А и В. Так же,

как и на выходе энкодера, эти сигналы сдвинуты по фазе на 90 градусов. Если датчик вращается по часовой стрелке, передний фронт сигнала А опережает передний фронт сигнала В; при вращении против часовой стрелки сигнал В на четверть периода опережает сигнал А.

Если подать сигнал А на D вход триггера IC2a, а В – на счетный вход, сигнал на выходе Q будет индицировать направление вращения энкодера, оставаясь в состоянии «лог. 1» при вращении по часовой стрелке, и переключаясь в низкий уровень при вращении против часовой стрелки. В качестве инкрементных импульсов можно использовать любой сигнал, как А, так и В. Например, если энкодер вырабатывает 20 импульсов на один оборот, в точках А и В будут возникать по 20 импульсов при повороте вала на каждые 360 градусов.

Эта простая интерфейсная схема прекрасно работает в приложениях, где единовременно требуется повернуть вал энкодера небольшое число раз. Но для случаев, когда необходимо получить сотни, а то и тысячи инкрементных импульсов, подобная схема совершенно не применима. К примеру, представьте себе устройство, в котором на счетчик надо подать тысячу импульсов. Чтобы сформировать такое большое количество импульсов, вал инкрементного энкодера с 20 импульсами на оборот придется повернуть 50 раз! Это займет уйму времени, а на ваших пальцах, скорее всего, появятся мозоли.

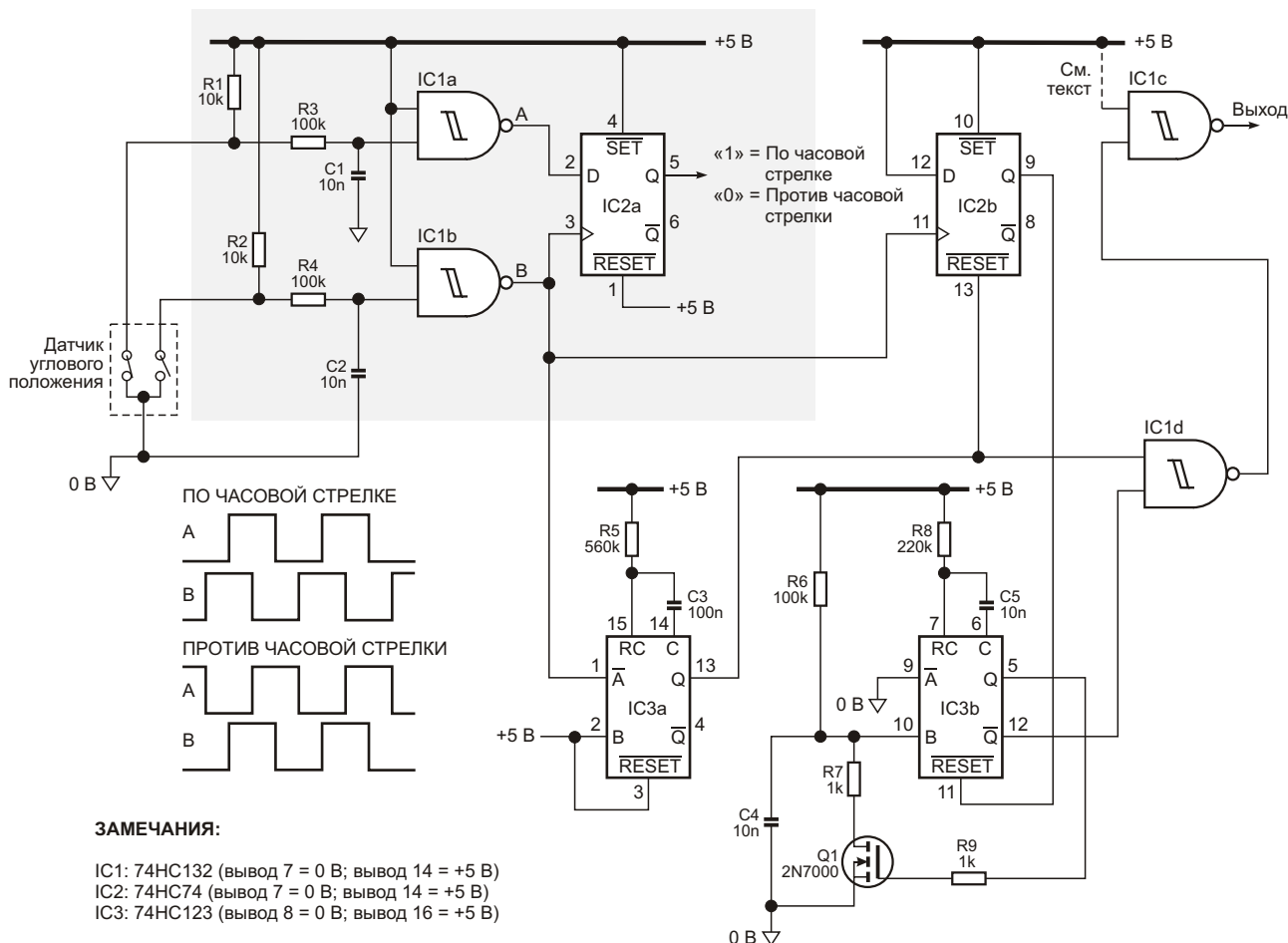


Рисунок 1. На быстрое вращение вала датчика углового положения адаптивный интерфейс реагирует соответствующим увеличением частоты выходных импульсов.

Однако, добавив всего одну микросхему (IC3 – сдвоенный ждущий мультивибратор с перезапуском) и горсть недорогих компонентов, можно научить схему понимать, когда энкодер вращается быстро, чтобы генерировать множество выходных импульсов на каждый инкрементный импульс сигнала В. Дополнительные элементы схемы, расположенные на схеме вне затемненной области, работают следующим образом.

Ждущий мультивибратор IC3a и триггер IC2b образуют простой детектор скорости, отслеживающий частоту сигнала В. С увеличением скорости вращения датчика углового положения увеличивается частота сигнала, а период, соответственно, уменьшается. Детектор скорости определяет, когда период сигнала становится ниже порога, установленного времязадающими элементами R5 и C3 мультивибратора.

Второй мультивибратор IC3b за счет добавления элементов R6, C4 и Q1 работает в автоколебательном режиме. Времязадаю-

щие компоненты R6, C4 и R8, C5 определяют частоту и коэффициент заполнения его выходных импульсов, формирующихся на выводе 12.

Первый мультивибратор (IC3a) включен таким образом, чтобы запускаться по спаду импульса В, в то время как триггер IC2b синхронизируется передним фронтом В. Когда энкодер вращается относительно медленно, сигнал на выходе Q микросхемы IC3a (вывод 13) состоит из пачек положительных импульсов, ширина которых равна

$$t_W = 0.45 \cdot R5 \cdot C3 \text{ (секунд)} \quad (V_{CC} = 5 \text{ В})$$

При R5 = 560 кОм и C3 = 100 нФ номинальная длительность t_W составит 25 мс. При медленном вращении энкодера частота сигнала В низка, а период относительно велик, и сигнал на выходе Q микросхемы IC3a возвращается в низкий уровень раньше, чем уровень сигнала В опять станет высоким. Поскольку выход Q подключен к входу RESET микросхемы IC2b, положительный фронт сигнала В на

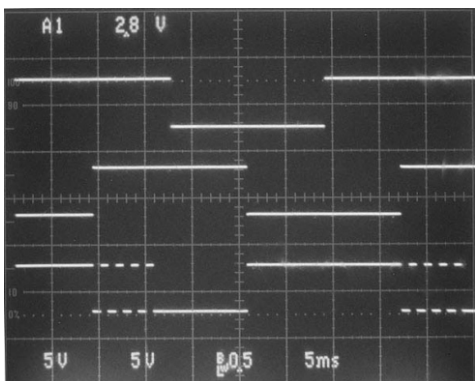


Рисунок 2а. Схема делает постепенный переход от одиночных импульсов к формированию пачек.

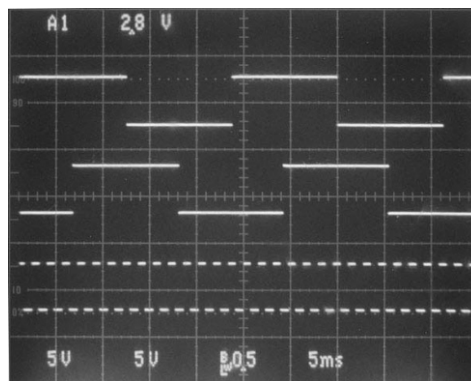


Рисунок 2б. Когда энкодер вращают очень быстро, на выходе постоянно присутствуют импульсы автоколебательного мультивибратора.

Пояснения к Рисунку 2. Верхний канал – сигнал А; средний канал – сигнал В; нижний канал – выход схемы (микросхема IC1с).

входе триггера (вывод 11) не оказывает влияния на его выходы, поэтому Q (вывод 9) остается на низком уровне. Это, в свою очередь, по входу $\overline{\text{RESET}}$ (вывод 11) удерживает автоколебательный мультивибратор IC3b в состоянии сброса, так что его выход \overline{Q} (вывод 12) постоянно находится в состоянии «лог.1». Таким образом, 25-миллисекундные импульсы с выхода Q мультивибратора IC3a проходят через IC1d и инвертируются вентилем IC1c. В результате выходной сигнал схемы состоит из серии положительных импульсов постоянной ширины, каждый из которых соответствует одному шагу инкрементного энкодера. Следовательно, при медленном вращении вала схема на один инкремент вырабатывает единственный импульс длительностью 25 мс.

При $R5 = 560 \text{ кОм}$ и $C3 = 100 \text{ нФ}$ номинальная длительность t_W составит 25 мс. При медленном вращении энкодера частота сигнала В низка, а период относительно велик, и сигнал на выходе Q микросхемы IC3 возвращается в низкий уровень раньше, чем уровень сигнала В опять станет высоким. Поскольку выход Q подключен к входу $\overline{\text{RESET}}$ микросхемы IC2b, положительный фронт сигнала В на входе триггера (вывод 11) не оказывает влияния на его выходы, поэтому Q (вывод 9) остается на низком уровне. Это, в свою очередь, по входу $\overline{\text{RESET}}$ (вывод 11) удерживает автоколебательный мультивибратор IC3b в состоянии сброса, так что его выход \overline{Q} (вывод 12) постоянно находится в состоянии «лог.1». Таким образом, 25-миллисекундные импуль-

сы с выхода Q мультивибратора IC3a проходят через IC1d и инвертируются вентилем IC1c. В результате выходной сигнал схемы состоит из серии положительных импульсов постоянной ширины, каждый из которых соответствует одному шагу инкрементного энкодера. Следовательно, при медленном вращении вала схема на один инкремент вырабатывает единственный импульс длительностью 25 мс.

Если вращать энкодер достаточно быстро, период сигнала В будет соответственно уменьшаться до тех пор, пока ширина промежутка между импульсами не станет меньше, чем t_W (длительность выходного импульса IC3a). Поскольку сигнал Q, идущий на вывод 13, теперь имеет высокий уровень во время положительного фронта В, триггер IC2b переключается спадом В, и на его выходе Q (вывод 9) устанавливается «лог. 1», разрешающая работу автоколебательного мультивибратора IC3b, начинающего генерировать импульсы, частота которых определяется элементами R6, C4 и R8, C5. Следовательно, к выходному сигналу, помимо импульсов с выхода Q элемента IC3a, через вентиль IC1d будут добавляться один или более импульсов, появляющихся на выходе \overline{Q} элемента IC3b. Это можно увидеть на нижней осциллограмме Рисунка 2а.

В конце концов, когда датчик вращается очень быстро, отрицательный перепад В перезапускает IC3a раньше, чем у его выхода Q появляется возможность опуститься в «лог. 0». В этих условиях на выходах Q элементов

IC3a и IC2b постоянно сохраняется высокий уровень, не препятствующий автоколебательному режиму мультивибратора. Получающийся при этом сигнал на выходе IC1с представляет собой непрерывную последовательность импульсов, которую можно видеть на нижней осциллограмме Рисунка 2б.

Точка, начиная с которой схема перестает генерировать одиночные импульсы и начинает формировать пачки, определяется время-задающими элементами, окружающими IC3a. Можно предположить, что максимальная скорость, доступная реальному пользователю, составляет два оборота в секунду. Для энкодера, вырабатывающего 20 инкрементных импульсов на оборот, это эквивалентно 40 импульсам в секунду, или периоду 25 мс. Поэтому, когда энкодер вращается со скоростью, превышающей два оборота в секунду, схема переходит в режим генерации множества выходных импульсов.

Частота импульсов автоколебательного мультивибратора выбирается исходя из

ваших персональных требований. При указанных на Рисунке 1 номиналах элементов R6, C4, R8 и C5 частота равна примерно 600 Гц при номинальной ширине импульса 1 мс. Заметим, что требование наличия перезапуска у мультивибратора IC3a является обязательным для правильной работы схемы. Обычно вентиль IC1с включают инвертором, соединяя неиспользуемый вход с шиной питания. Однако если соединить этот вход с выходом Q микросхемы IC2a, выходные импульсы будут формироваться только при вращении энкодера в направлении часовой стрелки. И наоборот, если подключить вход элемента «И-НЕ» к выходу \bar{Q} триггера IC2a, схема будет генерировать выходные импульсы только при вращении против часовой стрелки. Такой характер поведения интерфейса может оказаться полезным, если вам необходимо, чтобы формирование импульсов происходило лишь при вращении вала энкодера в каком-то одном направлении. **РЛ**

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

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

ОКО Мобайл 3G

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



ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ “ОКО АРХИВ”

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

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



“Децима”

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

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>



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
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!