

№7 (53), 2008 г.

Информационно-технический
журнал.

Учредитель — ЗАО «КОМПЭЛ»



Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835**Редактор:**Геннадий Каневский
*vesti@compel.ru***Помощник редактора:**

Анна Кузьмина

Редакционная коллегия:Юрий Гончаров
Алексей Гуторов
Игорь Зайцев
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Александр Райхман
Борис Рудяк
Игорь Таранков
Илья Фурман**Дизайн, графика, верстка:**Елена Георгадзе
Владимир Писанко
Евгений Торочков**Распространение:**

Анна Кузьмина

Электронная подписка:www.compeljournal.ru**Отпечатано:**«Гран При»
г. РыбинскТираж — 1500 экз.
© «Новости электроники»**Подписано в печать:**
4 июня 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПОНЕНТЫ

■ АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

- ОРА454 — мощный и высоковольтный
(Texas Instruments)
Сергей Пичугин 3

■ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

- Мультимедийный процессор PNX9520 и решения на его основе
(NXP Semiconductors)
Дмитрий Цветков 7

■ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

- Драйверы со стабилизацией выходного тока для питания
светодиодов (Resom)
Галина Местечкина 10

■ ДАТЧИКИ

- Новые трехкоординатные датчики ускорения
(Freescale Semiconductor)
Андрей Еманов 13

■ БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Новое поколение микросхем для радиопередачи
в диапазонах 304...915 МГц (Freescale Semiconductor)
Михаил Соколов 16
- Модули ZigBee от STMicroelectronics
Илья Лосиков 21

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

■ ПРИМЕНЕНИЕ

- Программирование радиомодуля PAN2355
(Panasonic)
Валерий Жижин 23

■ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

- Повышение эффективности обратноходовых преобразователей
(Texas Instruments)
Джон Беттен, Брайан Кинг 27

■ ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ 31



ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

В настоящее время доля российских абонентов беспроводной связи в мировой абонентской базе составляет 7%, в то время как

доля населения России в мире — всего 2% (по данным, приводимым Юрием Домбровским из российской компании - сотового оператора Tele2). При этом мы видим развитие беспроводных приложений на всех уровнях: начиная от локального и B2B (ZigBee-сети для централизованного снятия данных с бытовых счетчиков расходуемых ресурсов, контроль параметров трубопроводных линий, транспортный контроль и т.д.), и заканчивая общенациональным (сети широкополосного беспроводного доступа WiMAX, формирование российского «WiMAX-форума» и планы Intel и Nokia по развертыванию WiMAX-сети в России, начало развития мобильных технологий третьего поколения 3G).

Практически в каждом нашем номере присутствует материал по компонентам и модулям для беспроводной связи. И мы в редакции убеждаемся, что интерес к этой тематике среди российских разработчиков электроники вполне соотносится с растущим мировым интересом. Это неудивительно. Можно даже сказать с уверенностью, что рост разработок с применением беспроводных технологий в России будет происходить лавинообразно — само уникальное положение страны с

огромными неосвоенными пространствами диктует эту необходимость.

КОМПЭЛ начал работать с беспроводными технологиями в 2004 году, заключив дистрибьюторское соглашение с компанией Wavecom. Сейчас в линейку поставки входят такие известные производители, как Trimble, Erco&Gener, Jennic, Digi (бывшая MaxStream), Panasonic Industrial, Telecontrolli. Наша компания также представляет на рынке беспроводные процессоры, приемопередатчики и модули таких известных компаний, как Wavecom, Texas Instruments (линия Chipcon), Freescale Semiconductor, STMicroelectronics, LINX Technologies.

Учитывая все сказанное выше, а также то, что 35% откликов на наши публикации касаются беспроводной тематики, мы решили продолжить выпуск номеров с так называемым фокусным блоком (три и более статьи на тему одной группы товаров) именно с этой темы. И намереваемся регулярно обращаться к ней впредь.

Мы будем благодарны вам за отклики и предложенные темы для публикаций.

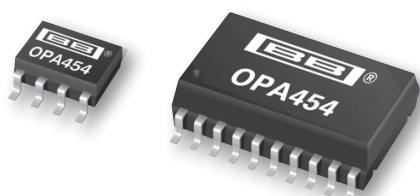
С уважением,
Геннадий Каневский



Сергей Пичугин (КОМПЭЛ)

OPA454 – МОЩНЫЙ И ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ

В мире современных высоковольтных операционных усилителей существуют лишь единицы аналогов для **OPA454**. Это высоковольтный прибор широкого применения (диапазон напряжения питания 100 В, выходной ток – более 50 мА).



Краткое описание

OPA454 – новый недорогой высоковольтный операционный усилитель компании Texas Instruments с выходным током более 50 мА и полосой пропускания 2,5 МГц. Одно из преимуществ – высокая стабильность OPA454 при единичном коэффициенте усиления. Внутри ОУ организована защита от превышения температуры и перегрузки по току. Работоспособность ИС сохраняется в широком диапазоне напряжений питания от ± 5 до ± 50 В или, в случае однополярного питания, от 10 до 100 В (максимум 120 В). У OPA454 существует дополнительный вывод «Status Flag» – статусный выход ОУ с открытым стоком, – что позволяет работать с логикой любого уровня. Этот высоковольтный операционный усилитель обладает высокой точностью, широким диапазоном выходных напряжений, не вызывает проблем при инвертировании фазы, которые часто встречаются при работе с простыми усилителями.

Технические особенности OPA454:

- Широкий диапазон питающих напряжений от ± 5 В (10 В) до ± 50 В (100 В) (предельно до 120 В)
- Большой максимальный выходной ток $> \pm 50$ мА
- Широкий диапазон выходных напряжений от $U_{пит.}$ до 1 В
- Широкий диапазон рабочих температур от -40 до 85°C (предельно от -55 до 125°C)
- Корпусное исполнение SOIC или HSOP (PowerPADTM)

Подключение и применение

На рисунке 1 показана базовая схема включения OPA454 в качестве неинвертирующего усилителя. Питание, как уже упоминалось, может быть выбрано любое в диапазоне от ± 5 до ± 50 В при сохранении всех характеристик. При этом выводы питания обязательно должны быть зашунтированы относительно общего провода конденсаторами емкостью более 0,1 мкФ. В некоторых приложениях положительное и отрицательное напряжения питания не равны, для этого ОУ OPA454 способен работать с большой разницей питающих напряжений – от 10 до 100 вольт. К примеру, положи-



Новые источники опорного напряжения

Компания Texas Instruments представила два новых семейства источников опорного напряжения REF50xx и REF33xx, которые предназначены для высокоточных промышленных приложений, а также для малопотребляющих портативных устройств. REF50xx имеет максимальный показатель нестабильности $3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$, точность 0,05% и уровень шума $3 \text{ мкВpp}/\text{В}$. Сочетание этих параметров является оптимальным для работы с большинством промышленных АЦП высокого разрешения. REF33xx имеет низкий максимальный уровень тока покоя до 5 мкА, выходной ток до 5 мА и способен работать от напряжения питания 1,8 В, что делает его идеальным для работы в портативных приложениях.

выбрано +90 В, а отрицательное –10 В.

При необходимости выход ОУ может быть независимо отключен, для чего требуется соединить вход «Enable/Disable» с его собственным «общим» выводом «Enable/Disable Common», что упрощает «стыковку» с низковольтной логикой. При таком отключении сигнальная часть остается нетронутой, что в большей степени необходимо для защиты нагрузки.

Защита входных цепей

ОУ OPA454 имеет усиленную защиту от повышенного напряже-

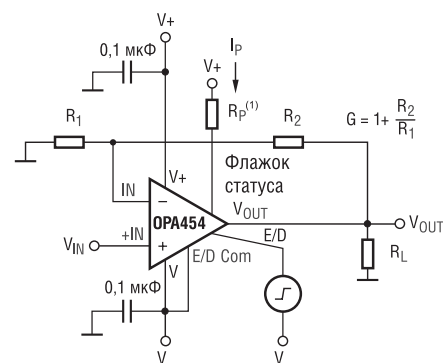


Рис. 1. Базовая неинвертирующая схема включения усилителя OPA454

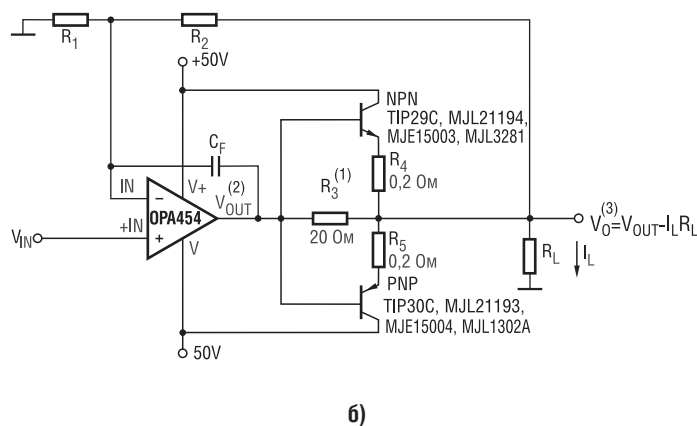
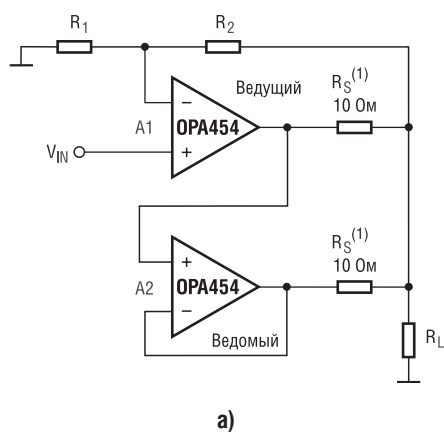


Рис. 2. Примеры схем включения OPA454 для увеличения максимального выходного тока

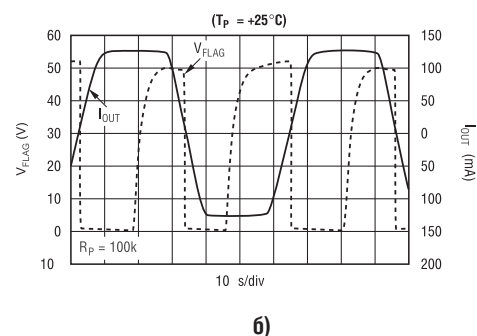
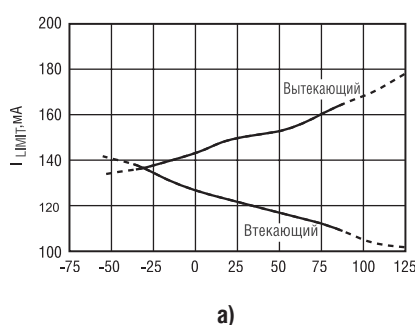
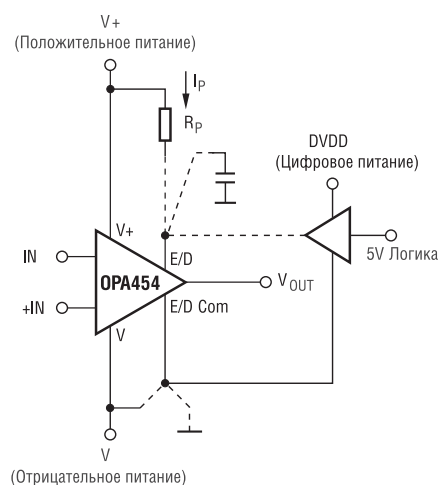


Рис. 4. Зависимость тока срабатывания защиты от температуры (а) и задержка оповещения о перегрузке (выход «Status Flag») (б)

Рис. 3. Варианты схем подключения выводов «ENABLE» и «E/D Com»

ния между прямым и инверсным входами. Защита также работает, если напряжение на любом из входов превысит напряжение питания. Входные JFET-транзисторы во внештатной ситуации ограничивают входной ток на безопасном уровне 4 мА. Для дополнительной безопасности OPA454 имеет диэлектрическую изоляцию внешней металлической площадки, предназначенной

для организации дополнительного охлаждения (стандартные корпуса SOIC и HSOP с модификацией PowerPADTM).

Увеличение максимального выходного тока

ОУ OPA454 позволяет без потерь в качественных параметрах работать с токами в нагрузке, превышающими 50 мА. Для увеличения выходного тока разрешается соединять от двух и более ОУ в параллель, как показано на рисунке 2а. По такой схеме усилитель A1 является «ведущим» и

может работать в любой схемной конфигурации. Усилитель A2 является «зависимым» и выполняет лишь роль буфера с единичным усилением. Как альтернативное решение для усиления тока может быть использована схема с дополнительными внешними выходными транзисторами, как показано на рисунке 2б. С применением указанных транзисторов схема способна работать с токами в нагрузке до 1 А.

Выводы «ENABLE» и «E/D Com»

Если вывод «E/D Com» оставить неподключенным, то он «подтянется» напрямую к «V-» (шине отрицательного питания) через внутренний источник тока 10 мкА. Если же не подключить вывод «ENABLE», то потенциал на нем удержится примерно на уровне 2 В относительно вывода «E/D Com» через дополнительный источник тока 1 мкА. Когда выводы «ENABLE» и «E/D Com» не подключены, даже умеренно быстрый

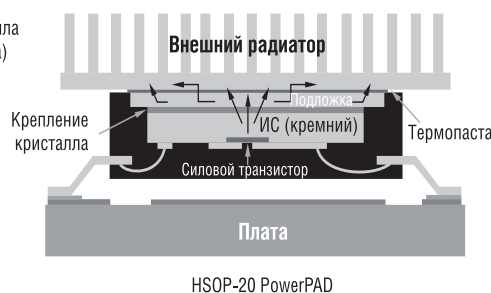
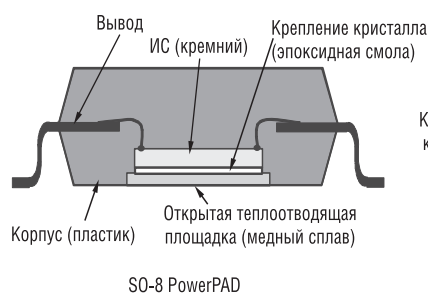


Рис. 5. Корпуса SO-8 и HSOP-20 с модификацией PowerPAD (вид в разрезе)

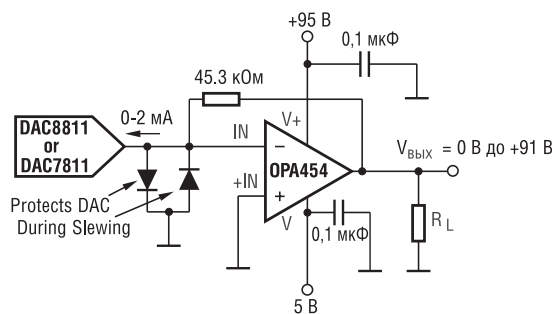


Рис. 6. Программируемый источник напряжения

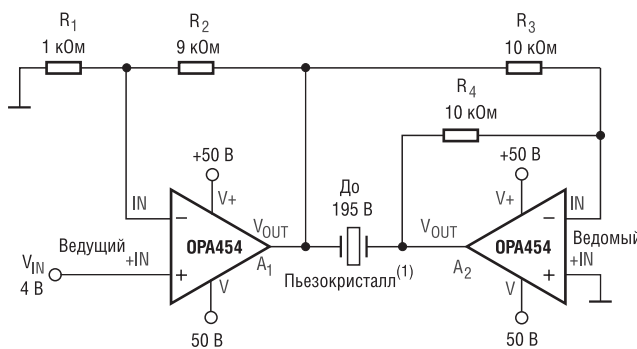


Рис. 7. Мостовая схема с удвоением максимального выходного напряжения (пример для пьезоэлектрической пластины)

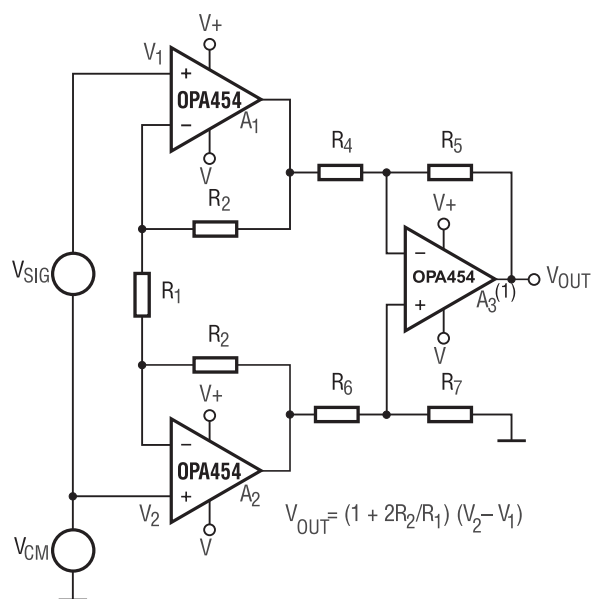


Рис. 8. Высоковольтный инструментальный усилитель

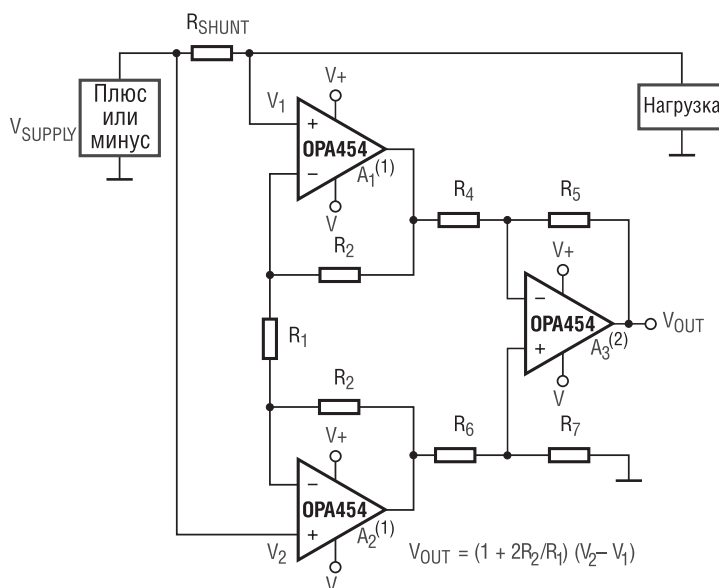


Рис. 9. Усилитель сигнала токового шунта по основной шине питания

сигнал отрицательной полярности через емкостную связь с выводом «ENABLE» может перевести ОУ в режим ожидания («shutdown»). Если функция и вывод «ENABLE» не будут использоваться, то рекомендуется шунтировать этот вывод конденсатором 30 пФ или через внешний источник тока подключить его к шине «V+» (к шине положительного питания). На рисунке 3 показаны варианты подключения выводов «ENABLE» и «E/D Com». Если резистор R_p будет равен 1 МОм, то при положительном питании +50 В, ток I_p будет равен 50 мкА.

Токовая защита

На рисунке 4 изображены графики работы токовой защиты ОРА454. На графике слева можно

видеть зависимость уровней тока срабатывания защиты (по втекающему и вытекающему току отдельно) от температуры окружающей среды, справа отображена осциллограмма типовой задержки статусного выхода «Status Flag». Ток в ОРА454 измеряется непосредственно на выходных транзисторах и линейно ограничивается схемой защиты. В состоянии токовой перегрузки ИС будет работать до тех пор, пока температура кристалла не поднимется до уровня 150°C, что приведет к срабатыванию защиты по температуре. С достаточным радиатором и при использовании минимально возможного напряжения питания, ОРА454 может сколько угодно долго оставаться в режиме ограничения тока и без

срабатывания температурной защиты.

Температурная защита

Как уже говорилось ранее, при повышении температуры кристалла до 150°C срабатывает встроенная температурная защита. При этом триггерная схема переключает ОУ в режим ожидания («shutdown»), переводя выход ОРА454 в безопасное высокоимпедансное состояние. Когда температура кристалла снизится до 130°C, нормальный режим работы ОУ автоматически восстановится. Такая температурная защита необходима для предотвращения выхода ОУ из безопасной области работы, даже при длительном замыкании выхода на шину общего провода или

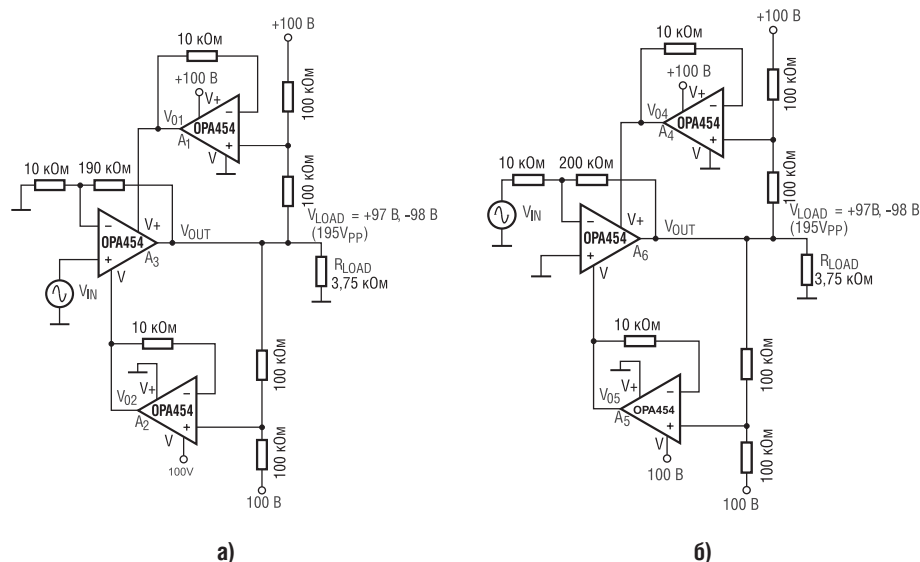


Рис. 10. Неинвертирующая (а) и инвертирующая (б) схемы удвоения максимального выходного напряжения с использованием трех OPA454

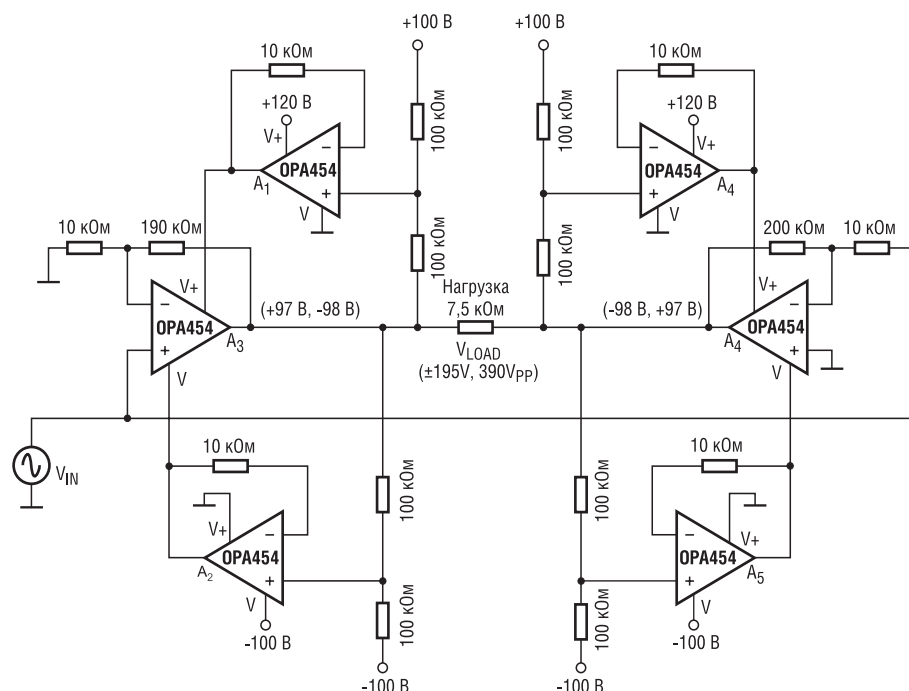


Рис. 11. Мостовой усилитель с максимальным выходным напряжением ± 195 В

шину любого из питающих напряжений.

Корпусное исполнение

OPA454 выпускается в двух корпусах SO-8 и HSOP-20 с современной модификацией PowerPAD, благодаря чему удалось получить крайне низкое тепловое сопротивление между кристаллом и внешней частью корпуса. Главная конструктивная особенность этих корпусов — наличие открытой ме-

таллической площадки для отвода тепла, которая находится в прямом термоконтакте с кристаллом (рисунок 5).

Типовые схемы применения

На рисунках 6 и 7 отображены схемы программируемого источника напряжения и мостового удвоителя напряжения соответственно.

Как показано на рисунке 8, используя три OPA454, можно создать высоковольтный инс-

трументальный усилитель. Сумма напряжений $V_{CM} \pm V_{SIG}$ должна находиться в пределах от $(V_-) + 2,5$ В до $(V_+) - 2,5$ В. Максимальное напряжение питания по такой схеме не может быть больше чем ± 50 В.

Для того чтобы измерять ток при помощи резистивного шунта, расположенного на основной шине питания, можно воспользоваться схемой на рисунке 9 (за основу взята предыдущая схема). V_{SUPPLY} (напряжение на источнике питания) по такой схеме может быть любой полярности. Для примера, если $V_+ = +50$ В и $V_- = -50$ В, то максимальное значение V_1 может быть $+47,5$ В, а минимальное значение V_2 составляет $-47,5$ В.

На рисунках 10 и 11 показаны варианты включения нескольких OPA454 для увеличения максимального выходного напряжения.

На сегодняшний день все существующие ОУ с рабочим напряжением около 100 В уступают по техническим характеристикам OPA454 или многократно проигрывают по стоимости. Функциональные особенности легко позволяют ОУ OPA454 быть комплементарно совместимым с широким диапазоном операционных усилителей, источников опорного напряжения, аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей, микроконтроллеров и стандартной логики.

Компания Texas Instruments, следуя своим правилам, предлагает разработчикам электронной техники ознакомиться с работой OPA454, предоставив возможность воспользоваться услугой заказа бесплатных образцов.

Подробное техническое описание OPA454: <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/opa454.pdf>.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: analog.vesti@compel.ru



Дмитрий Цветков

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ ПРОЦЕССОР PNХ9520 И РЕШЕНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ

Карманные MP3-плееры, компактные переносные видеопроигрыватели, смартфоны и т.п. — сердцем любого из перечисленных бытовых устройств в подавляющем большинстве случаев является специализированная микросхема. Разработку и изготовление такой микросхемы может себе позволить лишь крупная компания. Учитывая этот факт, NXP Semiconductors представила на рынок целое семейство мультимедийных процессоров Nexperia. Новинка семейства — процессор PNХ9520 с расширенными возможностями обработки видеосигнала.

Введение

В выборе аппаратной части при разработке сложных устройств разработчики чаще всего стремятся упростить задачу не только себе, но и специалистам, которые в дальнейшем будут работать над программной частью проекта. В относительно простых проектах эта задача не представляет особой сложности, т.к. на сегодняшний момент выбор элементной базы ограничивается разве что фантазией разработчика. Однако в области аудио-/видеоустройств бытового назначения для разработчика этот выбор становится еще более сложным. С одной стороны, с момента начала разработки требуется обеспечить быстрый выход продукции на рынок и доступную стоимость товара, т.е. соперничать с крупнейшими корпорациями. С другой стороны, необходимо реализовать еще большие возможности и для развития проекта в дальнейшем.

Учитывая отставание электронной промышленности в нашей стране (по сравнению с другими странами), нужно задать вопрос. Как быть отечественным изготовителям мелко- и среднесерийных специализированных приборов и устройств, по своей функциональности не уступающим изделиям крупных компаний, но не требующих такого богатого набора возможностей и функциональности?

Однозначного ответа на этот вопрос, пожалуй, нет, однако существует ряд решений, частично в своей области разрешающих эту проблему — готовые специализированные микропроцессоры, одним из мировых лидеров в разработке и производстве которых является компания NXP. В частности, речь идет о линейке Nexperia™ [1].

На страницах журнала «Новости электроники» [2] уже рассматривались некоторые представители семейства процессоров Nexperia. В предлагаемом материале приводится краткий обзор недавно анонсированного процессора PNХ9520.

Особенности

Ядром медиапроцессора PNХ9520 (рис. 1) является высокопроизводительный 32-битный VLIW-процессор с плавающей запятой TriMedia™ TM3260, ориентированный на программное кодирование/декодирование видео высокого качества, цифровую обработку звука или любого другого высокоскоростного потока данных. По сравнению с поколением PNХ1300, поддерживающим обработку видео с разрешением до 720х480, в PNХ9520 реализована возможность работы с видеоразрешением вплоть до 1280х768, 60i (W-XGA) и 1920х1080, 60i (HD). Также в PNХ9520 (по сравнению



NXP расширяет производственные мощности

Компания NXP Semiconductors приобретает подразделение Broadband Media Processing (BMP) фирмы Conexant Systems. По условиям сделки компания NXP заплатит Conexant авансом 110 млн. долл. наличными, а затем доплатит сумму до 35 млн. долл. в зависимости от достижения уровня доходности на определенных этапах. Эта сделка является четвертым приобретением компании NXP с момента начала ее независимой деятельности (ранее она представляла собой полупроводниковое направление концерна Royal Philips) и первой в истории ее подразделения Home. По плану слияние завершится в течение двух месяцев.

В результате этого поглощения NXP собирается расширить мощности по производству декодеров для своей платформы STB и решений для цифрового телевидения. Предполагается, что объединенное подразделение войдет в тройку лидеров рынка цифровых видеосистем и, в перспективе, обеспечит себе устойчивую позицию в данной отрасли.

Подразделение BMP компании Conexant предлагает широкий набор цифровых STB-компонентов и системных решений для сетей спутникового, кабельного и интернет-вещания. В 2007-м его доход составил 205 млн. долл. Продукты обеих компаний не пересекаются, а дополняют друг друга. Однако для объединения наработок придется приложить немало усилий, как отметил исполнительный вице-президент и генеральный менеджер подразделения Home компании NXP Крис-тос Лагомикос.

с PNХ1300) увеличена тактовая частота с 143 МГц до 240 МГц при максимальном потреблении не более 2 Вт, добавлен контроллер ЖКИ-матрицы, Ethernet-адаптер 10/100, декодер потока данных формата DVD, аппаратный видеопостпроцессор, контроллер памяти DDR 400 МГц, контроллер шины PCI 2.2.

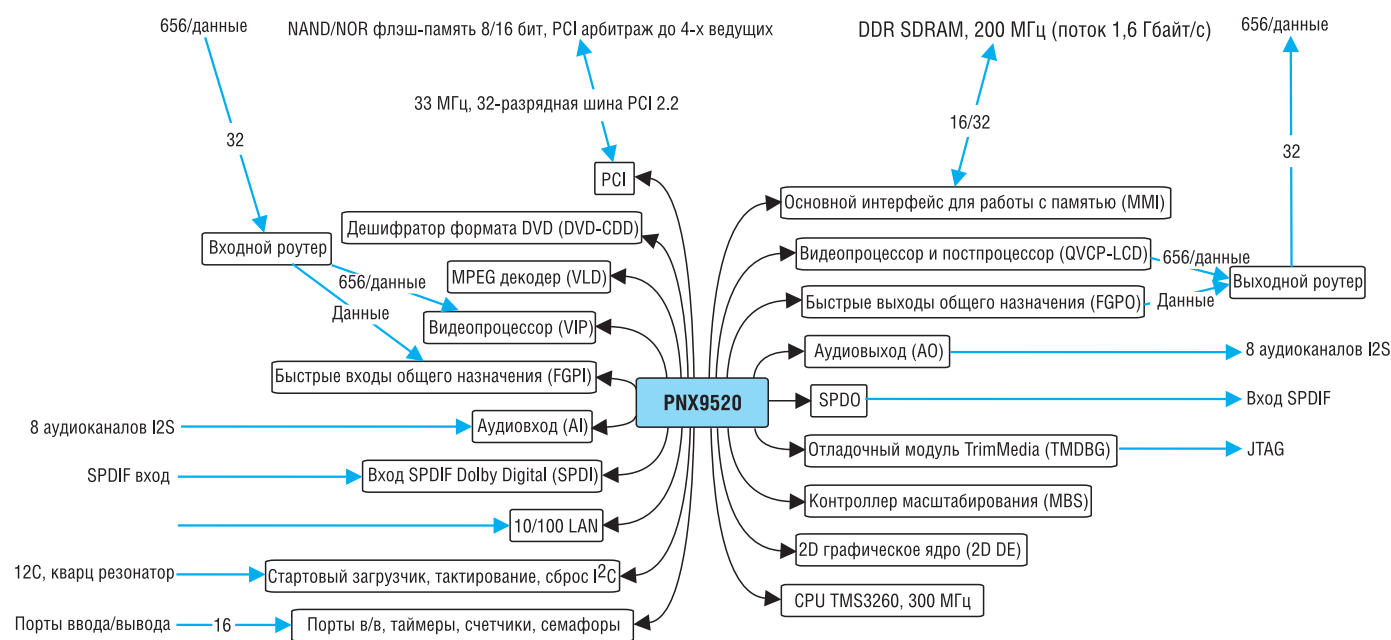


Рис. 1. Внутренняя структурная схема медиапроцессора PNX9520

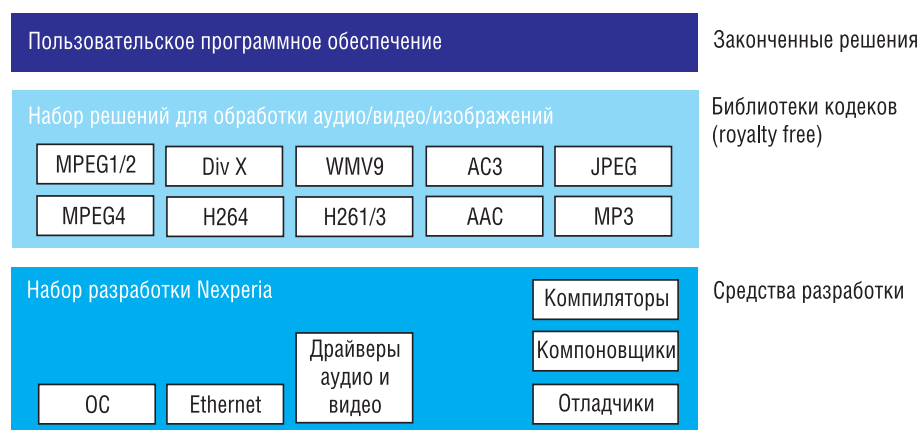


Рис. 2. Средства разработки для PNX9520

В новом медиапроцессоре применена возможность одновременного декодирования и воспроизведения видео (MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, DivX, Windows Media Video – WMV), аудио (MPEG-1 layer 1 и 2, MPEG-2 layer 3, MPEG-4 AAC, AC3 Dolby Digital, PCM, Windows Media Audio – WMA, Oggvorbis – OGG) и изображений (JPEG) различных форматов. Аппаратно реализованы алгоритмы по улучшению качества фото- и видеоизображения: например, Natural Motion – улучшение реализма в движении, Luminance Sharpening – повышение четкости фото.

Немного об аппаратных особенностях. Для работы PNX9520

требуются три источника питания: 3,3 В – для питания портов ввода/вывода и встроенных аналоговых модулей, 2,5...2,6 В – для питания внешне подключаемой динамической памяти DDR, и 1,3 В – для питания ядра процессора. Тактирование процессора осуществляется либо от встроенного кварцевого генератора (номинальная частота 27 МГц), либо от внешнего источника тактовых импульсов. В портативных приложениях возможности встроенной в PNX9520 технологии управления потребляемой мощностью Philips V2F позволяют значительно повысить экономичность конечного устройства, благодаря гибкому управлению не только тактовой

частотой, но и напряжением питания различных узлов и модулей процессора.

Процессоры PNX9520 выпускаются в корпусе BGA-456 (SOT-795-1) размером 27x27 мм.

Области применения

Медиапроцессор PNX9520 изначально был спроектирован специально для применения в автомобильной технике: компактные HDD/DVD/CD-видеоплееры, MP3-плееры, аудио-/видеопроекторы на основе карт памяти SD/MMC и устройств типа USB-flash. Однако применение для них нашлось и в бытовой технике: фоторамки, цифровые фотоаппараты, цифровые и аналоговые телевизоры, и т.п. Фактически PNX9520 подходит по возможностям для самых различных областей применения: от решений для просмотра телевизионных программ на мобильных устройствах до домашних кинотеатров.

Например, компания Visteon (www.visteon.com) выбрала PNX9520, на котором реализовала несколько инновационных видео- и аудиорешений для автомобилей. Встроенное программное обеспечение PNX9520 позволяет обрабатывать потоковое видео для пассажиров. Пассажиры на за-

днем сиденье могут получать персональную информацию из различных источников на отдельных экранах.

В целом спектр применения PNX9520 распространяется на следующие области:

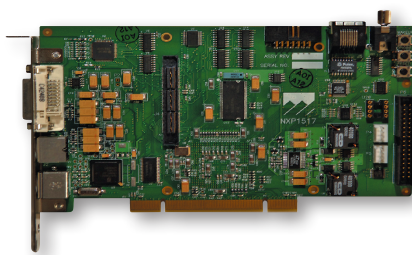
- воспроизведение DVD, DVD-ROM и CD (с программным навигатором);
- воспроизведение HDD аудио/видео;
- воспроизведение USB stick и SD card аудио/видео;
- декодирование двойного видео и представление на различных экранах;
- улучшение качества изображения (Natural Motion);
- прием ТВ-программ (декодирование источника);
- WiFi-аудио-/видеопотоки (совместимость с DLNA);
- MP3 цифровые аудио- и видеопотоки;
- Bluetooth-гарнитуры;
- просмотр фотографий (JPEG).

Средства разработки

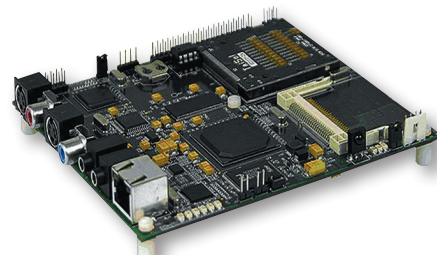
Большой выбор аппаратных средств разработки — одноплатных отладочных наборов — с полным комплектом библиотек и средств разработки (IDE, компиляторы, JTAG-отладчики) от компании-производителя NXP или третьих фирм позволяет за кратчайшие сроки закончить разработку и начать выпуск изделий на базе PNX9250. Существуют два вида наборов для отладки: PCI-платы расширения, встраиваемые непосредственно в PCI-слоты обычного ПК (рис. 3), и самостоятельные модули с полной реализацией всех необходимых внешних интерфейсов (фактически — специализированные одноплатные компьютеры) [3].

Программными средствами разработки для PNX9520 занимается не только компания NXP, но и ряд других фирм. Далее в качестве примера представлены некоторые из этих средств.

Universal Home API (UHAPI) — программный пакет, предназначенный для разработ-



а)



б)

Рис. 3. Отладочные комплекты для PNX9520 от компании Momentum Data Systems (а) и от NXP (б)

ки изделий на основе процессоров Nexperia [4] и предоставляющий собой простой интерфейс для практически полной реализации возможностей в области потоковой обработки аудио-/видеоинформации (в частности, аналоговое и цифровое телевидение). Пакет UHAPI позволяет значительно сократить время разработки и стоимость проекта, и поддерживается популярными операционными системами: VxWorks, pSOS, eCos, Linux. Более подробную информацию о UHAPI можно получить на специализированном форуме www.uhapi.org.

MPTK Library Bundle — это универсальный набор библиотек для процессоров семейств PNX1500/PNX9520/PNX0190 и PNX1700, включающий в себя декодеры DivX, Dolby Digital (AC3) и Windows Media 9 (WMA/WMV) [5].

Недорогой, но эффективный видеокodeк **H.264**, полностью соответствующий спецификации ISO/IEC&ITU-T и специально оптимизированный под возможности процессоров NXP Nexperia (с ядром VLIW), позволяет профессионально кодировать и декодировать видеопоток для встраиваемых приложений.

Заключение

Для реализации мультимедийных решений, способных удовлетворить растущие потребности пользователей, необходимы мощные медиапроцессоры. PNX9520 является одним из наиболее подходящих кандидатов в этой области, благодаря наличию высоко-

производительного ядра TriCore™ TMS3260, богатому набору возможностей по обработке больших видео-/аудиопотоков, многочисленному числу интерфейсов (Ethernet, PCI, DDR, I2S и др.) и развитому набору программных средств разработки (библиотекам кодеков, компиляторам, средам разработки).

Список литературы

1. Поколение процессоров Nexperia™ — <http://www.nxp.com/products/nexperia/home>
2. Евгений Звонарев. Продукция компании NXP для обработки видеоинформации в системах безопасности. Новости электроники, №8, 2008 — <http://www.compeljournal.ru/enews/2007/17/8>
3. Отладочные комплекты Momentum Data Systems — <http://www.mds.com>
4. UniversalHomeAPI(UHAPI) — <http://tree.celinuxforum.org/CelfPubWiki/UHAPI>
5. Набор библиотек для процессоров семейств PNX1500/9520/1700 (MPTK Library Bundle) http://www.kanecomputing.co.uk/mds_nexperia_libraries_mptk.htm.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: mcu.vesti@compel.ru



Галина Местечкина (VD Mais, Киев)

ДРАЙВЕРЫ СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ВЫХОДНОГО ТОКА ДЛЯ ПИТАНИЯ СВЕТОДИОДОВ



Компания **Recom**, известная как производитель AC/DC-, DC/DC-преобразователей и импульсных стабилизаторов, постоянно поставляет ряд выпускаемых изделий. В статье, первоначально опубликованной в журнале «ЭКиС», представлены новые **понижающие преобразователи** серии **RCD-24** со стабилизацией тока нагрузки, разработанные как драйверы для питания мощных светодиодов белого свечения.

Статья воспроизводится с разрешения автора и компании **VD Mais**.

Компания **Recom** (Германия), созданная в 1975 г. и специализирующаяся на разработке и производстве AC/DC-, DC/DC-преобразователей и импульсных стабилизаторов, отличающихся миниатюрными размерами и высокими характеристиками, выпустила новую серию преобразователей, предназначенных для питания светодиодов белого свечения — **RCD-24**. Драйверы светодиодов **RCD-24** относятся к серии устройств **INNOLINE**, обеспечивающих улучшенные технические характеристики и предназначенных для жестких условий эксплуатации.

Потребность в разработке и выпуске драйверов серии **RCD-24** вызвана все большим применением мощных светодиодов в различных

областях электронной техники, что связано с их высокой эффективностью, энергосбережением и надежностью, а также широким диапазоном рабочих температур. Кроме того, возможно, самым весомым аргументом для перехода к светодиодам от других источников света является их срок службы, достигающий 100 тыс. часов, которые можно коррелировать в 10 лет непрерывной работы. В дополнение к сказанному стоит подчеркнуть их малые габариты и устойчивость к вибрациям. Все это позволяет расширять области применения светодиодов в новых системах и технологиях, среди которых, например, можно назвать волоконно-оптические системы. Минимальный срок служ-

бы светодиодов, составляющий 50 000 часов, дал толчок для отказа от обычных электрических ламп, срок службы которых не превышает 1000 ч, и галогенных ламп со сроком службы около 2000 ч. Это означает, что светодиоды работают без замены от 25 до 50 раз дольше, чем лампы с нитью накала, применение которых к тому же требует содержания большого штата сотрудников для их замены при выходе из строя, не говоря о необходимости их доставки к месту установки. Альтернативой светодиодному освещению могут быть малогабаритные флуоресцентные энергосберегающие лампы, имеющие срок службы до 8000 ч, но содержащие ртуть, что делает их экологически «недружественными» и создает проблемы при утилизации. Кроме того, в их конструкцию входит встроенный электронный балласт, который при выходе лампы из строя должен быть также отбракован в связи с неремонтопригодностью лампы.

Сверхяркие светодиоды в зависимости от типа требуют от источника постоянного тока от 300 до 700 мА, чтобы обеспечить требуемую яркость и цвет свечения. Модули драйверов светодиодов могут встраиваться в светодиодные лампы или монтироваться отдельно, поэтому их установка или замена производится значительно проще, чем каких-либо других устройств. Однако, модули драйверов светодиодов должны отвечать определенным требованиям, чтобы найти универсальное применение.

Хотя светодиоды имеют в семь раз больший КПД, чем лампы с нитью накала, они все же нагреваются из-за рассеивае-

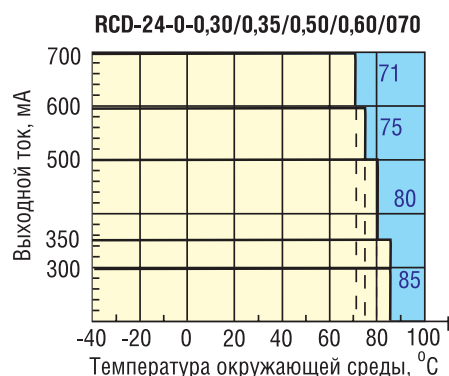


Рис. 1. Графики зависимости диапазона рабочих температур драйверов серии **RCD-24** от тока нагрузки

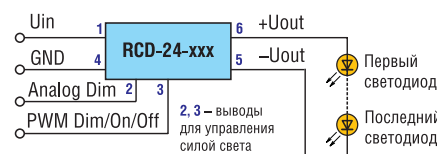


Рис. 2. Стандартная схема подключения светодиодов к драйверу

Таблица 1. Основные параметры драйверов серии RCD-24

Тип	Диапазон вх. напряжений, В	Выходной ток, мА	Выходное напряжение, В	Управление	КПД, %
RCD-24-0.30*	4,5...36	0...300	1,5...32	ШИМ + аналоговое	96
RCD-24-0.35		0...350			
RCD-24-0.50*		0...500	1,5...28		
RCD-24-0.60*		0...600			
RCD-24-0.70*		0...700			

* — на стадии подготовки к серийному производству.

Таблица 2. Основные технические характеристики драйверов серии RCD24

Наименование параметра		Мин	Типов	Макс
Вход				
Входное напряжение, В		4,5	24	36
Рекомендуемые входные напряжения, В		5,0	24	36
Входной фильтр		емкостный		
Выход				
Выходное напряжение, В (при $U_{вх} = 36 В$)		1,5	28	32
Диапазон выходного тока, мА (при $U_{вх} - U_{вых} > 1,5...4 В$)		300...700		
Погрешность установки выходного тока, % (при $I_{вых} 300...700 мА$)		—	± 2	—
Рассеиваемая мощность, мВ (при полной нагрузке)		—	—	700
Нестабильность выходного тока (при $U_{вх} = 36 В$, $U_{вых} = 2...28/32 В$)		—	—	± 1
Уровень выходных шумов и пульсаций, мВ, п-п (в полосе 20 МГц при $U_{вх} = 36 В$, $U_{вых} = 2...28/32 В$)		—	—	120
Температурный коэффициент напряжения, %/°C (в диапа. -40...85°C)		—	—	0,015
Емкость нагрузки, мкФ		—	—	100
Частота преобразования, кГц		220	260	300
КПД, % (при полной нагрузке)		—	—	96
Защита от КЗ		+		
Наработка до отказа, млн ч		1,0		2,5
Рабочий диапазон температур, °C	300/350 мА	-40...85		
	500 мА	-40...80		
	600 мА	-40...75		
	700 мА	-40...71		
	хранения	-55...125		
Температура корпуса, °C		—	—	100
Тепловое сопротивление, °C/Вт (при естественной конвекции)		55		
Габаритные размеры, мм		21,1x12,6x8,5		
Масса, г		4,5		
ШИМ-управление и вкл/выкл*				
Дистанционное управление, В	включен	открытый вход	0 < $U_{упр}$ < 0,6	
			2,9 < $U_{упр}$ < 6	
Частота сигнала управления, Гц	выключен		—	—
Управление измерением уровня аналогового напряжения*				
Диапазон напряжения управления, В		0 — 15		
Граничные значения напряжения управления, В (см. рис. 5)	полностью включен		0,13 +4%	
	полностью выключен		4,25+5%	

* — если вход не используется, он остается открытым.

мой ими мощности. Если драйвер светодиода смонтирован с группой светодиодов, он должен выдерживать воздействие высокой температуры окружающей среды, и температура $80^{\circ}C$ не должна восприниматься как очень высокая.

Разработанная компанией Resom серия драйверов **RCD-24** для питания светодиодов удовлетворяет этим требованиям. Обеспечивая КПД до 96%, эти драйверы

излучают столь малую мощность рассеяния, что могут быть использованы при температуре окружающей среды $85^{\circ}C$ даже при полной нагрузке.

Это достижение стало возможным благодаря применению новой топологии, позволившей повысить КПД преобразователя и разместить его в компактном корпусе размерами всего лишь 22,1x12,6x8,5 мм (ДхШхВ). Модули для монтажа в

отверстия печатных плат и с микропроводными выводами уже выпускаются компанией Resom, которая постоянно работает над вариантами монтажа модулей на поверхность печатных плат. Однако только высокого КПД светодиодных драйверов недостаточно, чтобы соответствовать требованиям, предъявляемым к элементам светодиодной технологии. Необходимо также, чтобы их надеж-

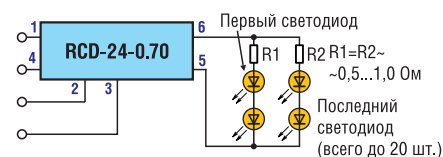


Рис. 3. Схема подключения до 20 светодиодов



Рис. 5. График зависимости выходного тока драйвера от уровня управляющего напряжения при аналоговом управлении (см. рис. 4, а)

ность была не меньше, чем надежность светодиодов.

Технический ресурс драйверов составляет до 100 000 часов работы при температуре 85°C. С целью испытаний на соответствие этим показателям компания Rescom создала специальную лабораторию, в которой воспроизводятся различные формы стрессовых воздействий, таких как температура, быстрое изменение температуры, воздействие вибраций в широкой полосе частот или процессов, которые могут повлиять на точность прогнозирования технического ресурса испытываемого устройства.

Нельзя умолчать и о том, что семейство драйверов RCD-24 разрабатывалось с учетом требований простоты применения. Это означает отсутствие наладки или регулировки и соответствие требованиям стандартов по электромагнитной совместимости и безопасности, а также отказ от необходимости применения внешних компонентов. Кроме того, преобразователи разработаны с применением материалов, соответствующих требованиям стандарта UL-94V0 по пожаробезопасности.

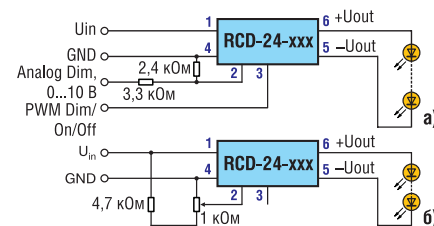


Рис. 4. Схемы подключения светодиодов при аналоговом управлении от внешнего источника (а) и подключения до 7 светодиодов при ручном управлении силой света с использованием входного напряжения (б)

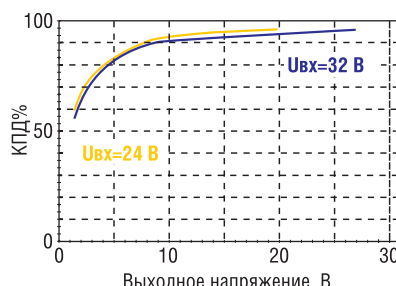


Рис. 6. График зависимости КПД драйвера от выходного напряжения при различных напряжениях на входе

Понижающие преобразователи серии RCD-24 разработаны как драйверы для питания мощных светодиодов белого свечения. Стандартные значения выходного тока драйверов составляют 300, 350, 500, 600 и 700 мА, что делает их совместимыми с целым рядом светодиодов различных производителей без необходимости подключения каких-либо внешних компонентов. Преобразователи серии RCD-24 имеют компактные размеры, отличаются высоким КПД (96%), широким диапазоном входных напряжений (4,5...36 В), высокой допустимой температурой окружающей среды и двумя типами регулировки силы света: ШИМ- и аналоговым управлением выходным напряжением. Оба вида управления автономны и могут комбинироваться друг с другом. Драйверы отличаются высокой надежностью и большим сроком службы, соизмеримым со сроком службы светодиодов даже при работе в условиях повышенной температуры окружающей среды (до 85°C). На графиках рис. 1 показаны зависимости диапазона рабочих температур разных моде-

лей драйверов серии RCD-24 от тока нагрузки. В драйверах также обеспечена защита от КЗ.

Основные параметры и технические характеристики драйверов серии RCD-24 приведены в таблицах 1, 2.

На рис. 2-4 приведены схемы подключения светодиодов к драйверам серии RCD-24, на рис. 5 — график зависимости выходного тока от уровня управляющего напряжения при аналоговом управлении, а на рис. 6 — графики зависимости КПД драйвера от выходного напряжения при напряжении на входе 24 и 32 В и выходном токе 300...700 мА. Приведенная на рис. 4б схема регулировки выходного тока драйвера позволяет управлять этим током вручную или дистанционно, применив цифровой потенциометр.

Из сказанного можно заключить, что светодиодные драйверы семейства RCD-24 могут найти применение в широком спектре устройств питания в погрузочно-разгрузочной технике, светофорах, сигнализации на железных дорогах, внутреннем освещении аэропортов, в автобусах и других транспортных средствах, работающих в опасных условиях окружающей среды и мн. др. Модули имеют вывод «PWM Dim/On/Off» не только для дистанционного управления включением/выключением, но и для регулировки выходного тока ШИМ-сигналом частотой до 200 Гц. Кроме того, обеспечивается возможность управления выходным током изменением уровня постоянного напряжения на входе «Analogue Dim». Компания Rescom в связи с этим предлагает полезное решение «Ready-to-Go» («готов к работе»), обеспечивающее возможность инсталляции без необходимости применения внешних компонентов.

Дополнительную информацию о драйверах для питания светодиодов и других компонентах компании Rescom можно получить в сети Интернет по адресу: www.rescom-international.com.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: ac-dc-ac.vesti@compel.ru



Андрей Еманов (КОМПЭЛ)

НОВЫЕ ТРЕХКООРДИНАТНЫЕ ДАТЧИКИ УСКОРЕНИЯ



Новая серия датчиков ускорения MMA73xxL ориентирована на массовое применение в устройствах с повышенным требованием к габаритам, цене и энергопотреблению. В статье приведено описание новой серии датчиков, а также рассмотрены средства разработки для этой серии и ее основные области применения.

Серия **трехкоординатных датчиков ускорения MMA73xxL** (3-D accelerometer) с однополярным питанием 3,3 В представлена компанией Freescale. Основное предназначение таких датчиков — определение факта свободного падения, углов наклона относительно плоскости поверхности земли, контроля положения, уровня вибрации или удара.

Принцип действия акселерометров MMA73xxL достаточно прост: к матрице из трех взаимно перпендикулярно размещенных специальных герметичных емкостных ячеек (G-cell) — преобразователей ускорение-емкость (рис. 1) — подключен преобразователь емкость-напряжение, на выходе которого размещен НЧ-фильтр с частотами среза 400 Гц (оси X и Y) и 300 Гц (ось Z) с встроенной температурной компенсацией (рис. 2). Внутренний тактовый генератор (≈ 13 кГц) со стабилизацией по температуре и напряжению питания фактически

управляет работой всех остальных узлов датчика.

Для приложений, критичных к надежности, в датчиках серии MMA73xxL реализован режим самодиагностики, который позволяет контролировать целостность всех его внутренних узлов. Для включения этого режима на вход “Self Test” следует подать высокий логический уровень, при этом на G-ячейках X и Y принудительно установится уровень ускорения $\pm 0,1g$, на G-ячейке Z — уровень $0,9...1,1g$, что соответствует строго горизонтальному размещению датчика в рабочем режиме.

Во всех акселерометрах MMA73xxL (за исключением

MMA7368L) реализован узел для определения факта свободного падения (выход “0g-Detect”). Например, эта особенность окажется полезной для повышения надежности накопителей на жестких магнитных дисках (HDD) при ударах или повышенных уровнях вибраций.

Вход “g-Select” (не реализован в MMA7368L) позволяет выбрать один из двух диапазонов работы акселерометров, фактически он управляет коэффициентом усиления выходных усилителей для всех осей одновременно.

Для питания акселерометров достаточно одного источника питания с номинальным выходным напряжением 3,3 В. Управление потребляемой мощностью (вход “Sleep”) позволяет перевести датчик в режим сверхнизкого потребления с током потребления не более 3 мкА, что особенно важно для устройств с батарейным питанием. В основном режиме дат-

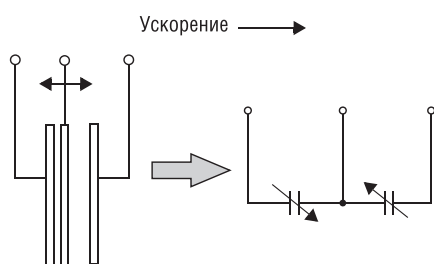


Рис. 1. Упрощенная модель преобразователя ускорение-емкость

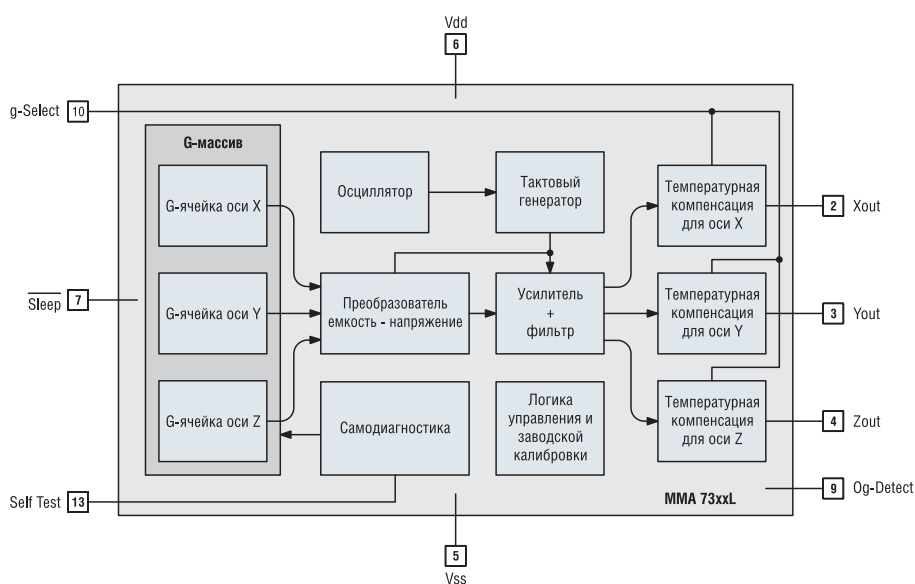


Рис. 2. Структурная схема датчиков ускорения серии MMA73xxL

Таблица 1. Основные характеристики датчиков ускорения серии MMA73xx

Наименование	Чувствительность, g	Напряжение питания, В	Ток потребления в активном режиме, мкА	Ток потребления в спящем режиме, мкА	Чувствительность, мВ/g	Верхняя частота пропускной способности НЧ-фильтра, Гц	Выходное напряжение, В	Нелинейность зависимости выходного напряжения от ускорения	Температурная стабильность, %/°C	Рабочая температура, °C	Корпус
MMA7330L	±4/±12	2,2...3,6	400	3	308 (±4g), 83,6 (±12g)	400 (X, Y), 300 (Z)	от 0,1 до Упит -0,1	±1%	±0,030	-40...85	LGA-14
MMA7331L	±4/±12				308 (±4g), 83,6 (±12g)				±0,002		
MMA7340L	±3/±11				440 (±3g), 118 (±11g)				±0,030		
MMA7341L	±3/±11				440 (±3g), 118 (±11g)				±0,002		
MMA7360L	±1,5/±6				800 (±1,5g), 206 (±6g)				±0,030		
MMA7361L	±1,5/±6				800 (±1,5g), 206 (±6g)				±0,002		
MMA7368L	±1,5				800				±0,002		

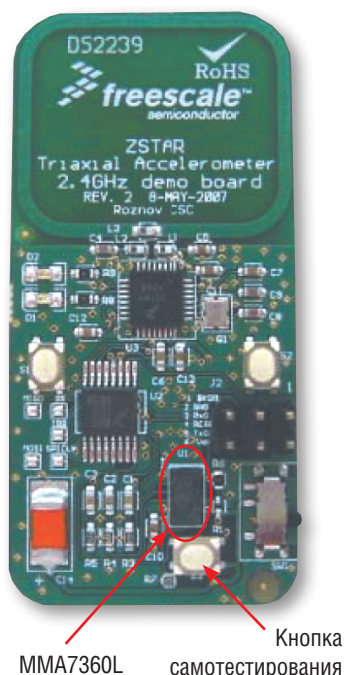


Рис. 3. Внешний вид набора отладочного набора RD3473MMA7360L на основе акселерометра MMA7360L

чик потребляет около 400 мкА. При переключении датчика в основной режим питания уже примерно через 1 мс возможна работа с ним.

Датчики серии MMA73xxL отличаются друг от друга в основном

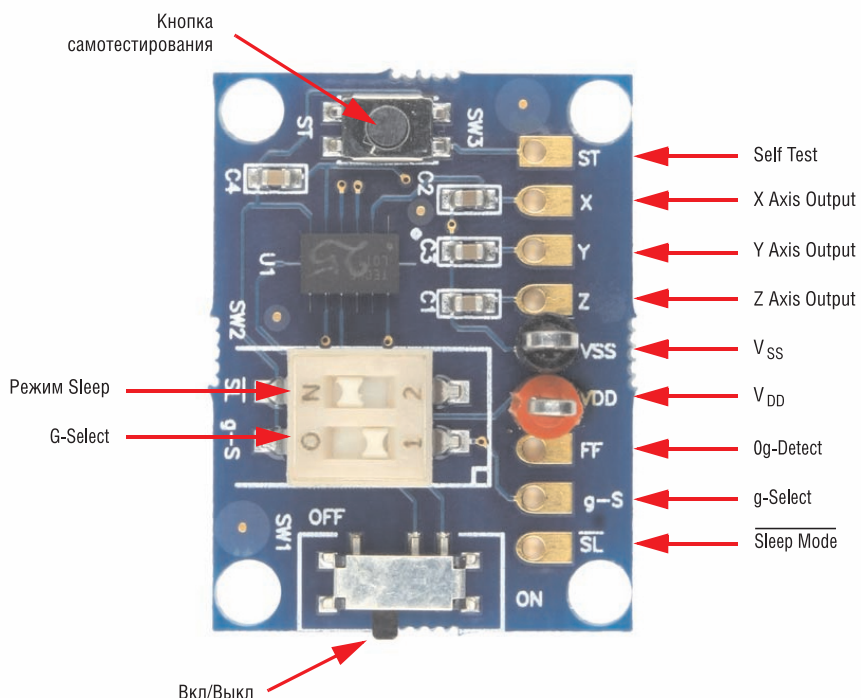


Рис. 4. Внешний вид отладочного набора IT3376MMA73x1L на основе акселерометров MMA73x1L

диапазонами рабочего ускорения (чувствительностью) и температурной стабильностью: для датчиков MMA73x0L — 0,03%/°C, а для MMA73x1L — 0,002%/°C (см. табл. 1).

Все датчики серии MMA73xxL выпускаются в малогабаритном 14-выводном корпусе LGA (Land Grid Array), размером 3x5 мм и толщиной 1 мм. Широкий диапазон рабочей температуры значи-

тельно расширяет области применения датчиков этой серии. Вот лишь некоторые основные области применения MMA73xxL:

- различного рода ручные манипуляторы и джойстики для игр и развлечений;
- детекторы свободного падения (жесткие диски для MP3-плееров, ноутбуки);
- защита от похищения (ноутбуки и т.п.);
- стабилизаторы изображения (фотоаппараты, мобильные телефоны, видеокамеры);
- шагомеры, электронные наручные компасы;
- датчики и детекторы перемещения (промышленность, роботы).

Средства разработки

Для начального ознакомления с возможностями акселерометров серии MMA73xxL компа-

ния-производитель предоставляет соответствующие средства разработки. Например, комплект RD3473MMA7360L (рис. 3), помимо датчика MMA7360L содержит в своем составе 8-битный микроконтроллер MC9SO8QG8, экономичный трансивер MC13191 для диапазона 2,4 ГГц, литиевую батарейку CR2032, емкости которой хватит примерно на 10 дней при непрерывной передаче данных через модуль. Более подробные сведения об этом наборе можно найти на сайте производителя.

Наборы **IT3376MMA7331L**, а также **IT3376MMA7341L**, **IT3376MMA7361L** позволяют в кратчайшие сроки начать освоение и разработку на основе датчиков ускорения MMA7331L, MMA7341L, MMA7361L соответственно (рис. 4). На платах этих наборов размещен минимальный набор компонентов: переключате-

ли режима потребления, диапазона работы.

Заключение

Благодаря малым габаритам, высокой экономичности, широкому диапазону температур, низкой цене трехкоординатные акселерометры компании Freescale Semiconductors найдут свое применение в очень многих электронных устройствах: от наручных компасов и мобильных телефонов до промышленных манипуляторов. **Б**

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: sensors.vesti@compel.ru



ДАТЧИКИ УСКОРЕНИЯ СЕРИИ MMA73XXL

НАЗНАЧЕНИЕ:

- Определение факта свободного падения
- Определение углов наклона относительно поверхности земли
- Контроль положения
- Определение уровня вибрации
- Определение факта удара

ПРИМЕНЕНИЕ:

- Датчики и детекторы перемещения в промышленности и робототехнике
- Ручные манипуляторы
- Детекторы свободного падения (для жестких дисков)
- Стабилизаторы изображения
- Шагомеры, компасы

ОСОБЕННОСТИ:

- Внутренний тактовый генератор
- Режим самодиагностики
- Узел определения свободного падения
- Питание от одного источника 3,3 В
- Корпус LGA14 (3x5x1 мм)



Компэл
www.compel.ru



Михаил Соколов (Freescale Semiconductor)

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ МИКРОСХЕМ ДЛЯ РАДИОПЕРЕДАЧИ В ДИАПАЗОНАХ 304 МГц...915 МГц



Компания **Freescale Semiconductor** обновила линейку радиомикросхем для диапазонов 304 МГц, 315 МГц, 426 МГц, 434 МГц, 868 МГц и 915 МГц. Предложив разработчикам новые микросхемы **MC33696** и **MC33596**, компания серьезно укрепила свои позиции в области радиокомпонентов, работающих в **ISM-диапазонах до 1 ГГц**. Статья посвящена рассмотрению новых возможностей и характеристик, выгодно отличающих микросхемы **MC33696/596** от большинства аналогичных решений.

Сейчас на рынке представлено множество решений для радиопередачи в диапазонах до 1 ГГц. Такие компании как Analog Devices, Texas Instruments (линия ChipCon), Infineon и другие выпускают свои линейки подобных продуктов. Компания Freescale также ранее выпускала микросхемы **MC33493**, **MC33591/2/3/4**, но они были разработаны более 7 лет назад и уже не отвечали современным требованиям.

В середине 2007 года компания Freescale анонсировала микросхемы однокристалльного приемопередатчика **MC33696** и приемника **MC33596**, которые превосходят своих предшественников практически по всем радиотехническим параметрам, а также обладают дополнительными функциями и новыми уникальными возможностями.

Отличительные особенности радиомикросхем **MC33596/696**

Перечень основных технических характеристик микросхем **MC33596/696** представлен в таблице 1, остановимся более подробно на их отличительных особенностях:

1. Микросхемы работают во всех основных ISM диапазонах — 304 МГц, 315 МГц, 426 МГц, 434 МГц, 868 МГц и 915 МГц:

- Благодаря встроенному программируемому PLL перестройка микросхем на различные частотные диапазоны осуществляется программным способом;

- Каждый частотный диапазон требует кварцевого резонатора с определенной частотой. Перечень рекомендованных кварцевых резонаторов и их частот приведен в описании микросхем.

2. Каждая микросхема может работать в двух диапазонах напряжений — 2,1 В...3,6 В и 4,5 В...5,5 В:

- Возможно использование одной и той же микросхемы как в приложениях с напряжением питания 5 В (например, автомобильные), так и в приложениях с батарейным питанием (например, со стандартной 3 В батареей CR2032);

- При активации внутреннего модуля мониторинга напряжения питания, напряжение на питающих выводах микросхем сравнивается с внутренней опорой 1,8 В. При достижении напряжения питания уровня 1,8 В микросхема выставляет соответствующий флаг в регистре статуса, который сбрасывается каждый раз после операции чтения этого регистра.

3. Микросхемы **MC33596/696 предназначены, в первую очередь, для автономных устройств**

с батарейным питанием. Они обладают крайне низким энергопотреблением:

- Режим приема — максимальный ток 10,3 мА при входной чувствительности -105...-108 дБм, в зависимости от типа модуляции и скорости передачи;

- Режим передачи — максимальный ток 13,5 мА при выходной мощности +7 дБм;

- «Спящий» режим — ток потребления 260 нА.

4. Встроенный стробирующий генератор:

- При активации встроенного модуля стробирующего генератора возможно периодически контролировать радиоэфир и распознавать пакеты, идентификаторы и заголовки без задействования МК;

- При использовании стробирующего генератора управляющему микроконтроллеру не требуется регулярно переходить в активный режим, чтобы активировать радиоприемник и принять пакет данных. В этом режиме потребление микросхем **MC33596/696** составляет, в среднем, 25 мкА. Потребление может варьироваться в зависимости от выбранного периода работы генератора;

- Иллюстрация работы стробирующего генератора — на рисунке 1.

5. Встроенный модуль переключения задач:

- Существует возможность принимать с помощью одной микросхемы пакеты из радиоэфира, поступающие от различных систем и с различными параметрами;

- Модуль переключения задач можно использовать также для приема пакетов с одними характеристиками и передачи пакетов

с другими характеристиками, без перепрограммирования микросхемы трансивера.

6. Встроенный менеджер данных:

- Менеджер данных позволяет освободить внешний МК от декодирования принимаемых из эфира данных. При его активации данные поступают в МК по SPI-интерфейсу уже в двоичном коде;

- Иллюстрация работы менеджера данных показана на рисунке 2.

Модуль переключения задач

Большинство радиомикросхем подобного класса имеют в своей структуре набор регистров конфигурации и управления. Работа модуля переключения задач основана на том, что в микросхемах MC33596/696 есть два независимых блока регистров конфигурации и управления. Внутренняя схема позволяет очень быстро перестраивать микросхемы на различные параметры работы, попеременно используя значения из двух блоков регистров конфигурации. Причем параметры могут отличаться как по скоростям передачи и частоте, так и по типу модуляции, девиации частоты, идентификаторам, заголовкам, длинам пакетов данных, и т.п. Следовательно, возможно принимать пакеты одним приемником, даже если пакеты от двух систем передаются на различных частотах, например на 315 МГц и 434 МГц. Таким образом, один приемник может обслуживать сразу две системы, полностью отличающиеся по своим характеристикам.

Например, в автомобиле необходимо контролировать давление в шинах, а также принимать и обрабатывать сигнал от брелока управления дверными замками. Благодаря модулю переключения задач, приемник способен быстро определить тип пакета и обработать его соответствующим образом, согласно конфигурации, сохраненной в одном из двух независимых блоков регистров конфигурации и управления. В результате, микроконтроллер освобождается от дополнительной задачи по фильтрации пакетов данных, определению

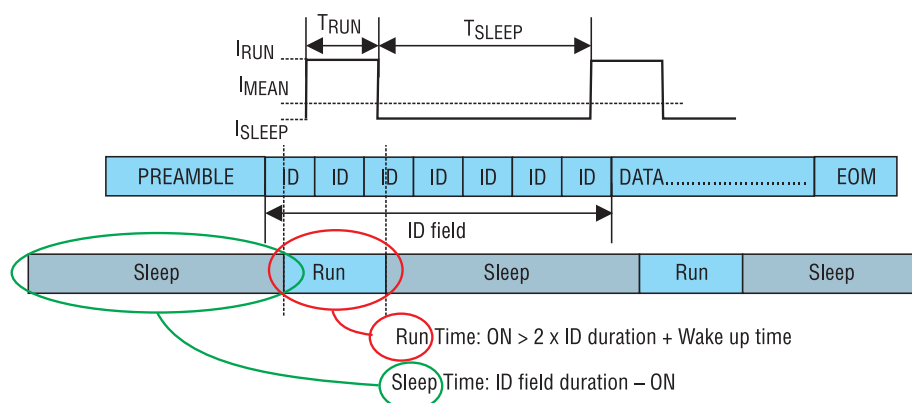


Рис. 1. Иллюстрация работы стробирующего генератора при приеме данных в автоматическом режиме



Рис. 2. Использование менеджера данных при приеме

типа пакета и его принадлежности к той или иной системе.

Интересным свойством является и то, что встроенный стробирующий генератор можно использовать совместно с модулем переключения задач, контролируя и принимая данные как по каждой из конфигураций систем в отдельности, так и по двум конфигурациям одновременно. При одновременном контроле пакетов от двух систем, при активации генератора, приемник в период активного состояния быстро меняет параметры работы и способен захватывать пакеты из обеих систем.

Оптимизация энергопотребления

Радиомикросхемы MC33696/596 обладают дополнительными возможностями по минимизации потребляемого тока:

- Стробирующий генератор используется в качестве таймера периодических «просыпаний» без привлечения внешнего МК для активации радиомикросхемы: МК может находиться в энергосберегающем режиме;

- Модуль менеджера данных проверяет содержимое передаваемого по радиопакета для определения «своей» посылки, также

детектируя идентификатор принимаемого пакета и заголовок: МК может находиться в энергосберегающем режиме;

- Если менеджер данных распознает идентификатор, он пересылает пакет в МК; МК переводится из энергосберегающего режима в активный;

- Если сигнал не принят, приемник самостоятельно переходит в «спящий» режим;

- Внутренние модули микросхемы, задействованные при оптимизации энергопотребления, показаны на рисунке 3.

Интерфейс связи с внешним МК

Микросхемы MC33596/696 имеют стандартный четырехпроводной последовательный интерфейс SPI для связи с внешним микроконтроллером. По последовательному интерфейсу осуществляется настройка и управление радиомикросхемой, а также прием/передача пакетов данных. При приеме данные могут поступать в МК двумя способами.

Первый способ, при отключенном менеджере данных — непрерывный необработанный поток данных, получаемый из радиоэфира, поступает на вход МК.

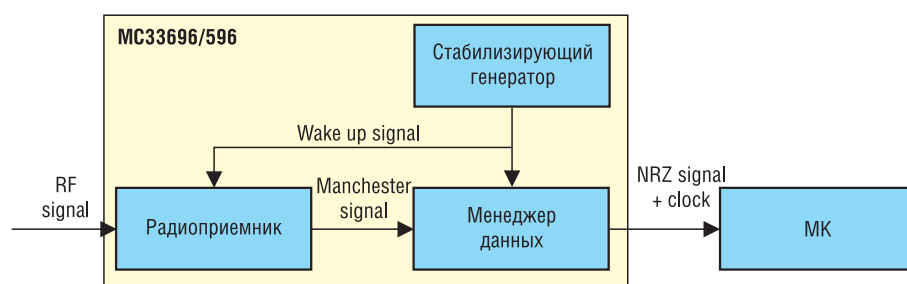


Рис. 3. Дополнительные возможности микросхем MC33696/596 для оптимизации энергопотребления

В этом случае МК самостоятельно распознает передачу пакета, обрабатывает преамбулу, определяет скорость передачи, фильтрует пакет и декодирует посылку. Такой способ приема имеет смысл применять в ситуации, когда нет ограничений на питание, и при сложной помеховой обстановке в месте функционирования системы, т.к. возможно применить сложные математические алгоритмы в МК для фильтрации случайных и периодических помех различной длительности и интенсивности.

Второй способ – активировать менеджер данных внутри приемника, и поручить все операции по приему и фильтрации и декодированию пакета данных радиомикросхеме. При этом микросхема генерирует прерывание в МК только в момент готовности передачи первого байта данных. Для фильтрации пакетов данных и детектирования начала массива данных микросхема использует значения идентификаторов и заголовков па-

кетов, заранее записанных в соответствующие регистры.

Приемная часть микросхем MC33596/696

Среднее значение входной чувствительности приемника при амплитудной ООК-модуляции составляет -103 дБм и достигает -108 дБм при частотной FSK-модуляции независимо от рабочего частотного диапазона. Высокая входная чувствительность приемника, а также исключительная ее стабильность при изменении уровня питающего напряжения и температуры в пределах допустимых рабочих значений, позволяют применять микросхемы в приложениях с повышенным требованием к дальности и качеству передачи, а также в различных климатических и эксплуатационных условиях. Существует возможность изменять значение входной чувствительности, выбирая один из четырех уровней. В результате входная чувствительность может

меняться в пределах от -108 дБм до -81 дБм.

Данные из эфира могут приниматься посредством любой модуляции на скоростях до 20 кбит/сек при активации встроенного менеджера данных, и на скоростях до 40 кбит/сек при подаче потока данных из радиоканала непосредственно на вывод внешнего МК. Возможности задавать полосу пропускания приемника, подстраивать несущую частоту с шагом 6 кГц при тестировании на производстве, вместе со смесителем с подавлением зеркальной частоты и системой ФАПЧ – все это обеспечило отличные показатели надежности радиосвязи на значительных расстояниях.

Дополнительно модуль приемника способен сообщить в микроконтроллер информацию об уровне принимаемого сигнала (RSSI). Причем существует возможность передачи данных как в аналоговом виде, с помощью сигнала, подводимого непосредственно к линии АЦП МК, так и в цифровом. Цифровое значение RSSI считывается из специального регистра и может измеряться двумя способами – непрерывное обновление значения регистра либо однократное сразу после начала приема очередного пакета.

Передающая часть микросхемы MC33696

Передача данных по радио осуществляется в манчестерском

Таблица 1. Основные технические характеристики радиомикросхем диапазона 304...915 МГц

Параметр	MC33596	MC33696
Тип микросхемы	Приемник	Приемопередатчик
Частотный диапазон, МГц	304/315/426/434/868/915	304/315/426/434/868/915
Тип модуляции	OOK/FSK	OOK/FSK
Скорость передачи, кбит/сек	до 20 (с менеджером данных) до 40 (без менеджера данных)	до 20 (с менеджером данных) до 40 (без менеджера данных)
Выходная мощность передатчика, дБм	—	-19...+7
Входная чувствительность приемника, дБм	до -108	до -108
Напряжение питания, В	2,1...3,6 и 4,5...5,5	2,1...3,6 и 4,5...5,5
Ток потребления при приеме, мА, максимальный	10,3	10,3
Ток потребления при передаче, мА, максимальный	—	13,5 (+7 дБм)
Ток потребления в режиме «сна», мкА	0,26	0,26
Ток потребления при активном таймере, мкА, средний	~25	~25
Интерфейс	SPI	SPI
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85, -20...85	-40...85, -20...85
Корпус	QFN-32, LQFP-32	QFN-32, LQFP-32

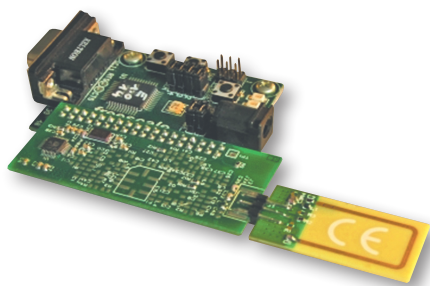


Рис. 4. Внешний вид оценочных радиомодулей и платы МК для микросхем MC33696

коде, микросхема автоматически преобразует биты данных, поступающие по последовательному SPI-интерфейсу. Скорость передачи не превышает 20 кбит/сек, как с амплитудной ООК, так и с частотной FSK-модуляцией, выбираемой программно. Девияция частоты относительно несущей при FSK-модуляции задается программно, в пределах от 6 кГц до 192 кГц. Так же, как и в приемном блоке, можно подстраивать несущую частоту с шагом 6 кГц при производстве готовых устройств. Значение выходной мощности также задается программно, и выбирается в пределах от -19 дБм до +7 дБм.

Основные технические характеристики микросхем MC33596/696 приведены в таблице 1.

Области применения

Спектр применений микросхем крайне широк и охватывает большинство приложений, в которых требуется пониженное энергопотребление и значительная дальность передачи:

- автомобильные приложения (бесключевой доступ, системы контроля давления в шинах);
- беспроводное управление;
- системы сбора и передачи информации;
- промышленная телеметрия;
- складской учет, автономные радиометки;
- автономные датчики и охранно-пожарные системы;
- системы управления освещением, отоплением, вентиляцией и кондиционированием (системы «Умный дом»).

Доступные отладочные средства и примеры для разработки

Компания Freescale предлагает несколько вариантов оценочных модулей. Отличия заключаются только в рабочей частоте, на которую настроен модуль:

- MC33696MOD315EV;
- MC33696MOD434EV;
- MC33696MOD868EV.

Сами модули, содержащие непосредственно радиомикросхему, схему согласования, антенну, разъем для подключения к базовой плате с микроконтроллером, включают в себя также схемотехнику и соответствующие контактные площадки для монтажа входного (LNA) и выходного (PA) усилителей и SAW-фильтра на соответствующую частоту. На рисунке 4 представлен внешний вид модулей.

В процессе работы с радиомодулями можно воспользоваться отладочной платой для микроконтроллера MC9S08RG60 — DEMO9S08RG60/E, внешний

вид которой показан также на рисунке 4. Компания предлагает программные примеры и наборы скриптов для инициализации и работы со всеми типами радиомикросхем. Причем скрипты доступны для всех возможных конфигураций радиопараметров, включая тип модуляции, скорость передачи, частотный диапазон, дивизию частоты, выходную мощность, входную чувствительность и прочее. Примеры ПО и библиотеки скриптов доступны бесплатно с сайта производителя.

ESTAR Reference Design

В помощь разработчикам компания Freescale подготовила систему беспроводного брелока и USB-радиоприемника на базе микросхем MC33696. Структурная схема устройств показана на рисунке 5, внешний вид системы представлен на рисунке 6. Данная система призвана служить примером разработки и реализации радиотракта при жестких ограничениях на габариты печатной платы и энергопотребление.

С точки зрения функционирования система способна работать в двух режимах — как беспроводная 3D-мышь для ПК и как демонстрационный макет на базе датчика ускорения.

В первом режиме, после подключения приемной платы к ПК, Windows автоматически находит и устанавливает драйвера для мыши. После этого, при отклонении радиобрелока в различные стороны, курсор перемещается в

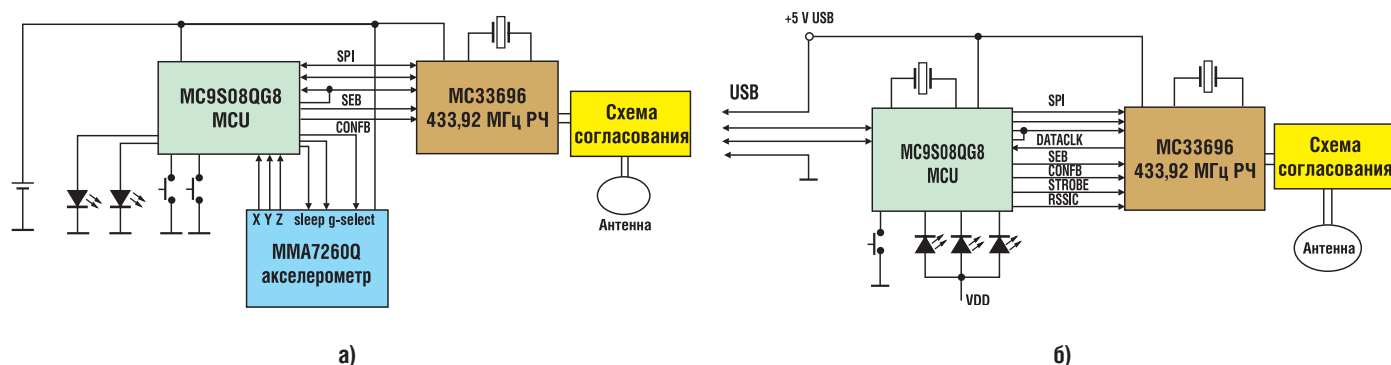
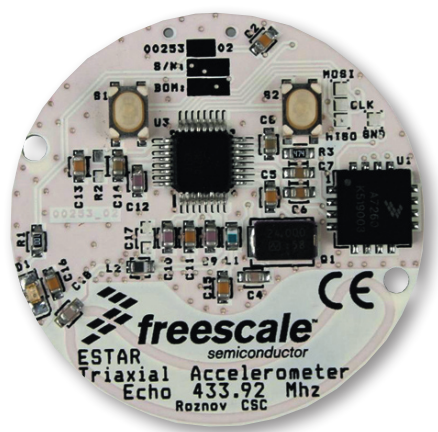
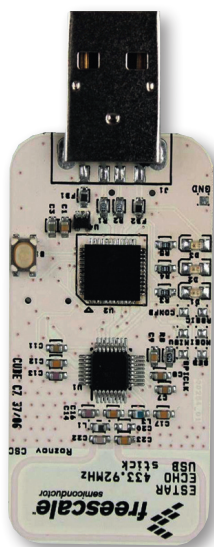


Рис. 5. Блок-схема модулей, входящих в ESTAR Reference Design: а) Структура радиобрелока с датчиком ускорения/3-D беспроводной мышки; б) Структура радиоприемного модуля с USB-интерфейсом



а)



б)

Рис. 6. Внешний вид модулей ESTAR Reference Design: а) плата радио-брелка с датчиком ускорения /3-D беспроводной мышки, б) плата радиоприемного модуля с USB-интерфейсом

соответствующие направления. И чем сильнее угол наклона, тем больше скорость перемещения курсора. Кнопки на брелоке работают как левая и правая кнопки на обычной компьютерной мыши.

Для второго режима предусмотрено специальное ПО для ПК, демонстрирующее различные варианты применения трехосевого датчика ускорения совместно с радиоканалом.

С сайта компании можно загрузить полную техническую документацию на систему ESTAR, включая схемотехнику, спецификацию, топологию ПП, Gerber-файлы, и все проекты плат, выполненные в среде ORCAD.

Благодаря наличию проектов в среде ORCAD нет необходимости создавать библиотеки элементов, схемотехнику и топологию, возможно либо воспользоваться уже готовыми примерами, либо экспортировать в любую другую среду проектирования и модифицировать имеющийся дизайн радиотракта. Программное обеспечение также загружается непосредственно с сайта компании. В состав ПО входят проекты под микроконтроллеры устройств, включая реализацию функции

беспроводной мыши, USB-драйверы, а также ПО для ПК.

Заключение

Радиоканал постепенно перестает быть чем-то вроде черного ящика, и все большее число инженеров используют его в своих разработках. Без наличия достаточного количества схемотехнических, топологических и программных примеров невозможно быстро и эффективно использовать новую элементную базу. Компания Freescale помогает облегчить процесс разработки, предложив широкий спектр технической документации и примеров программного обеспечения для нового семейства радиомикросхем MC33696/596. Причем примеры аппаратной части не ограничиваются простой схемой на базе только радиомикросхемы, антенны и несложной цепи согласования, но и приводятся примеры реализации радиотракта с входным SAW-фильтром, входным LNA и выходным PA усилителями. Перечень рекомендованных статей по применению:

- AN2962.pdf — статья по использованию готового примера ПО для оценки различных параметров микросхемы трансиверов

MC33696, для оценки дальности передачи и т.п.;

- AN2953.pdf — руководство по использованию ПО для Windows, позволяющего конфигурировать параметры микросхем непосредственно с ПК для тестирования и измерения параметров радиомикросхем;

- AN2961.pdf — описание программных драйверов для микросхемы MC33696, методика использования совместно с МК семейства S08;

- AN3529.pdf — описание способов миграции приложений с микросхем приемников прежнего поколения MC33591/2/3 на микросхемы приемников MC33596, рекомендации по схемотехнике и использованию;

- AN3457.pdf — рекомендации по проектированию схемотехники и топологии ПП, подбору элементов, по схемам согласования при использовании микросхем MC33596/696. Также приведены измеренные значения токов потребления, выходной мощности и входной чувствительности при различных скоростях и типах модуляции;

- AN3603.pdf — рекомендации по использованию микросхем радиоприемников MC33596, в том числе: способы подключения к МК, использование менеджера данных, рекомендации по формированию пакетов, использование стробирующего генератора, описание модуля переключения задач и методов его использования, использование RSSI, способ подстройки частоты при приеме сигналов на различных частотах, используя только один тип кварца. Этот же документ относится и к приемной части микросхемы MC33696.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: wireless.vesti@compel.ru



Илья Лосиков (STMicroelectronics)

МОДУЛИ ZIGBEE ОТ STMICROELECTRONICS

ZigBee-модули SPZB250 и SPZB260 являются органичным дополнением линейки продуктов компании STMicroelectronics в диапазоне 2,4 ГГц. Первый из них содержит микроконтроллер, второй предназначен для работы с внешним микроконтроллером.

Модули SPZB250 и SPZB260 представляют собой оптимизированное по стоимости и энергопотреблению законченное решение, которое позволяет разработчикам добавить функции беспроводной связи практически к любым электронным устройствам. Ключевые области применения — датчики, системы дистанционного управления, сетевые шлюзы и т.п. Исключая необходимость ведения долгих и затратных разработок в области беспроводной связи, модули позволяют упростить проектирование устройств и сократить время выхода изделия на рынок, что немаловажно в этой динамично развивающейся отрасли.

Изделие включает в себя радиочасть, минимальный набор

пассивных компонентов и антенну, все это в формате компактного встраиваемого модуля. Основа модуля — либо система на кристалле SN250 (с интегрированным микроконтроллером), либо сетевой ZigBee/802.15.4-сопроцессор SN260 (для использования с внешним микроконтроллером). Оба чипа включают в себя ZigBee-стэк EmberZNet (от компании Ember) позволяющий создать устойчивую и надежную сеть с маш-топологией для любых типов устройств. Внешний вид устройств показан на рис. 1, блок-схемы — на рис. 2.

Основные характеристики:

- Всемирная совместимость в диапазоне 2,4 ГГц,



Совместное предприятие NXP и STM

Крупнейший в Европе производитель электроники STMicroelectronics и NXP Semiconductors сообщили о создании совместного предприятия, которое займется созданием решений для беспроводной связи.

Напомним, что NXP Semiconductors была образована в 2006 году путем выделения из компании Philips Electronics полупроводникового подразделения в самостоятельный актив. На сегодня NXP Semiconductors контролируется инвестиционными фондами Kohlberg Kravis Roberts and Co. и Silver Lake Partners.

По условиям сделки, STMicro заплатит NXP 1,55 млрд. долларов за 80%-ную долю в новой компании, кроме того, партнеры договорились, что по истечении 3 лет STMicro сохранит за собой право выкупить оставшиеся 20%, если сочтет такой шаг целесообразным. Создание СП завершится к 3 кварталу 2008 года и по завершении этого срока партнеры намерены сделать все, чтобы в Европе появился производитель сетевой электроники, который сможет конкурировать с американским Texas Instruments.

В результате данной транзакции компании намерены сэкономить до 250 млн долларов к 2011 году (в основном на выплате роялти за использование патентов).



Рис. 1. Внешний вид SPZB250 и SPZB260

- Компактный размер и низкое потребление,
- Встроенный генератор и антенна,
- Выходная мощность 3 дБм (5 дБм в режиме Boost Mode),
- Общее питание (диапазон от 2,1 В до 3,6 В),
- Совместимость со стандартами FCC и CE,
- Температурный диапазон: от -40 до 85°C,
- Для SPZB250 — поддержка 17 GPIO с выбором между UART, I²C, SPI, ADC.

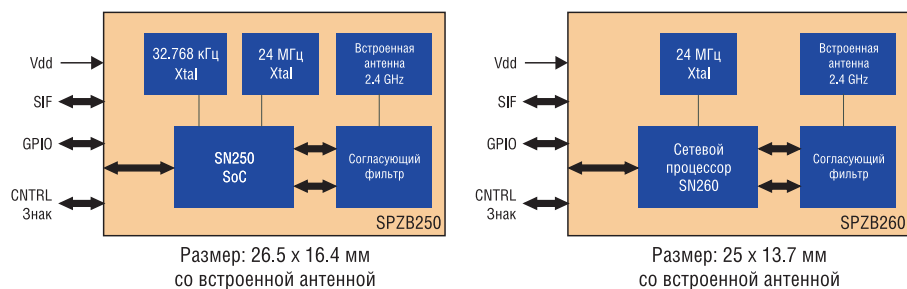


Рис. 2. Блок-схемы модулей SPZB250 и SPZB260

Ключевые особенности:

- Модули полностью перепрограммируемые,
- **SPZB260** позволяет использовать любой микроконтроллер (от 8 до 32 бит) в зависимости от требований приложения и удобства использования средств разработки,
- **SPZB250** предоставляет законченное беспроводное решение для ZigBee-сетей, способное работать как координатор, роутер или конечное устройство. Широ-

кий спектр поддерживаемых интерфейсов ввода/вывода позволяет сопрягать модуль с любыми датчиками и периферийными устройствами.

Типовые приложения

Технология ZigBee находит применение в таких областях, как:

- Сети беспроводных датчиков,
- Дистанционное управление,
- Охранные системы,

Таблица 1. Коды для заказа ZigBee-модулей

Код	Описание
SPZB250	ZigBee-модуль с SN250
SPZB260	ZigBee-модуль с SN260

- «Умный дом»,
- Медицинское, спортивное оборудование,
- Активные RFID-метки,
- Технология M2M.

Средства разработки

Продукт полностью совместим со средствами разработки и отладки компании Ember.

Коды для заказа модулей представлены в табл. 1.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: wireless.vesti@compel.ru



ZIGBEE-МОДУЛИ SPZB250 и SPZB260

• SPZB260

для использования
с любым МК
от 8 до 32 бит

• SPZB250

законченное
беспроводное решение
для ZigBee-сетей



Компэл
www.compel.ru



Валерий Жижин (ЗАО «ИПК «СТРАЖ»)

ПРОГРАММИРОВАНИЕ РАДИОМОДУЛЯ PAN 2355

Panasonic

Радиомодуль PAN 2355 компании Panasonic Industrial GMBH, реализованный на базе полудуплексного приемопередатчика CC1100 компании Texas Instruments, предназначен для построения узкополосных систем малого радиуса действия в диапазоне 868 МГц. В статье идет речь об особенностях программирования модуля на этапах конфигурации и передачи данных. Приводится описание практической реализации беспроводной системы сбора данных на базе PAN 2355 с удаленных сенсоров.

В последнее время многие российские разработчики беспроводных сенсорных систем останавливают свой выбор на радиомодулях, использующих приемопередатчики Texas Instruments из линейки Chipcon, в частности, радиомодулях ISM диапазона PAN 23xx. Это связано с тем, что модули PAN 23xx надежны, просты в использовании, не требуют усилий в изготовлении радиочастотных цепей, характеризуются очень малыми размерами (PAN 2355 — 8x8,2x2 мм) и невысокой стоимостью.

Внутренняя архитектура и основные технические характеристики PAN 2355 подробно описаны в работе [1]. Однако в вопросах практического применения и особенно программирования радиомодулей существует определенный пробел, несмотря на появление на сайте <http://www.ti.com/> библиотеки функций для работы с CCxxx0. В статье излагается практическое применение этих функций, адаптированных для микроконтроллера MSP430F1232A.

Рассмотрим автономную беспроводную радиосистему сбора данных с двух температурных датчиков с линейным выходом по напряжению 0...3 В. Основные характеристики системы следующие:

- дальность 30 м на открытом пространстве;
- мощность передатчика 10 мВт;
- скорость передачи 115 кБит/с;
- метод модуляции — MSK;
- CRC — контроль.

На рис. 1 и рис. 2 приведены схемы передатчика и приемника соответственно.

Алгоритм работы системы заключается в следующем.

Датчики подключены к каналам АЦП А6 и А7 микроконтроллера MSP430F1232A передатчика, который попеременно их включает на 2 мс со скважностью 1:1000. Считанные из буферов АЦП А6 и А7 данные усредняются за время 30 с и результат

(1 байт/канал) передается в модуль PAN 2355, сконфигурированный в режим TX. На приемном конце аналогичный радиомодуль, сконфигурированный в режим RX, транслирует полученные данные в микроконтроллер, который через UART-порт по интерфейсу RS-232 передает информацию с датчиков в COM порт ПК. Радиомодули PAN 2355 подключены к микроконтроллерам через 3-проводной интерфейс SPI.

Для комфортной работы с модулем желательно использовать еще две линии — GDO0 и GDO2.

Всего в трансивере используется 47 конфигурационных регистров. Значения некоторых из них (примерно 12) можно оставить по умолчанию. Для расчета параметров конфигурации можно воспользоваться Data Sheet на микросхему CC1100, но лучше это сделать с помощью программы SmartRF_Studio, которую можно бесплатно скачать с сайта <http://www.chipcon.com/>. При передаче сигнала по интерфейсу SPI используется аппаратный модуль микроконтроллера MSP430F1232A.

Собственно программа передачи/приема данных с использованием PAN 2355 состоит из вызовов следующих основных функций: конфигурации SPI-интерфейса MSP430F1232A, первоначального сброса модуля, функции записи конфигурационных параметров, функции записи стробов, функции передачи байта и функции приема байта. Функция установки конфигурационных параметров радиомодуля должна вызываться после функции сброса модуля. Шестнадцатеричные адреса регистров конфигурации приводятся в документации на CC1100, также можно воспользоваться заголовочным файлом TI_CC_CC1100 — CC2500.h, приведенным в библиотеке функций для работы с Chipcon.

Рассмотрим эти функции:

Функция конфигурации SPY модуля MSP430F1232A

Модуль должен быть сконфигурирован в режим Master.

```
void TI_CC_SPISetup(void)
{
    TI_CC_CS_n_PxDIR |= TI_CC_CS_n_PIN; // P3.0 -> OUT
    TI_CC_CS_n_PxOUT |= TI_CC_CS_n_PIN; // CS_n = 1
    ME2 |= USPIE0;
    UCTL0 |= CHAR + SYNC + MM;
    UTCTL0 |= CKPL + SSEL1 + SSEL0 + STC; // SPI 3-pin mode
```

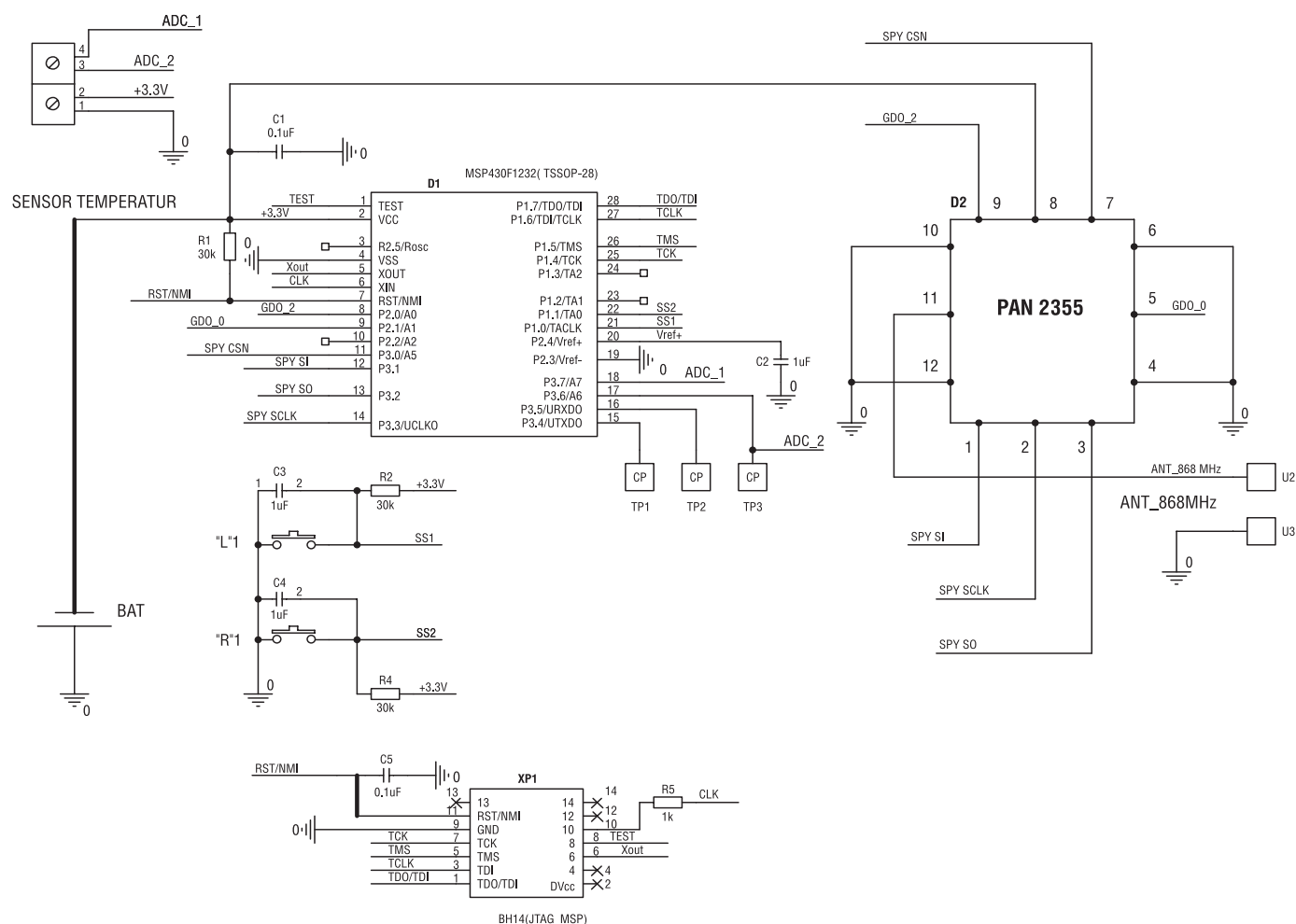


Рис. 1. Схема передатчика системы сбора данных

```
UBR00 = 0x02; // UCLK/2 -> 115kHz
UBR10 = 0x00;
UMCTL0 = 0x00;
UCTL0 &= ~SWRST;
}
```

Функция сброса модуля

```
void TI_CC_PowerupResetCCxxxx(void)
```

```
{
//***** 1->0->1*****
TI_CC_CS_n_PxOUT |= TI_CC_CS_n_PIN; // CS_n = 1
Delay1(1);
TI_CC_CS_n_PxOUT &= ~TI_CC_CS_n_PIN; // CS_n = 0
Delay1(1);
TI_CC_CS_n_PxOUT |= TI_CC_CS_n_PIN; // CS_n = 1
Delay1(1);
TI_CC_CS_n_PxOUT &= ~TI_CC_CS_n_PIN; // CS_n = 0
// ожидание события SOMI = 0
while(TI_CC_SPI_USART0_PxIN & TI_CC_SPI_USART0_SOMI);
U0TXBUF = TI_CCxxx0_SRES; // Строб сброса
IFG2 &= ~URXIFG0; // Сброс флага
// ожидание окончания пересылки строга
while (!(IFG2 & URXIFG0));
while (TI_CC_SPI_USART0_PxIN & TI_CC_SPI_USART0_SOMI);
TI_CC_CS_n_PxOUT |= TI_CC_CS_n_PIN; // CS_n = 1
}
```

Функция конфигурации PAN 2355

```
void writeRFSettings(void)
```

```
{
// Запись установочных значений
// GDO0, GDO2 - вывод
```

```
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_IOCFG0, 0x06);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_IOCFG0, 0x06);
// Длина пакета данных - 1 байт
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_PKTLEN, 0x01);
// Автоматический контроль пакета без проверки адреса
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_PKTCTRL1, 0x04);
// CRC - контроль включен
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_PKTCTRL0, 0x05);
// Адрес устройства - 0
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_ADDR, 0x00);
// Номер канала - 0
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_CHANNR, 0x00);
// Настройка синтезатора частоты
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FSCTRL1, 0x0B);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FSCTRL0, 0x00);
// Задание базовой несущей частоты
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FREQ2, 0x21);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FREQ1, 0x62);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FREQ0, 0x76);
// Настройка модема
// ФНЧ демодулятора - 203 кГц
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MDMCFG4, 0x2C);
// Скорость передачи 115 кбит/с
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MDMCFG3, 0x22);
// Длина слова синхронизации - 32 бита, MSK модуляция
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MDMCFG2, 0x73);
// Длина преамбулы 4 байта, FEC отключен
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MDMCFG1, 0x22);
// Полоса канала - 199.95 кГц
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MDMCFG0, 0xF8);
```

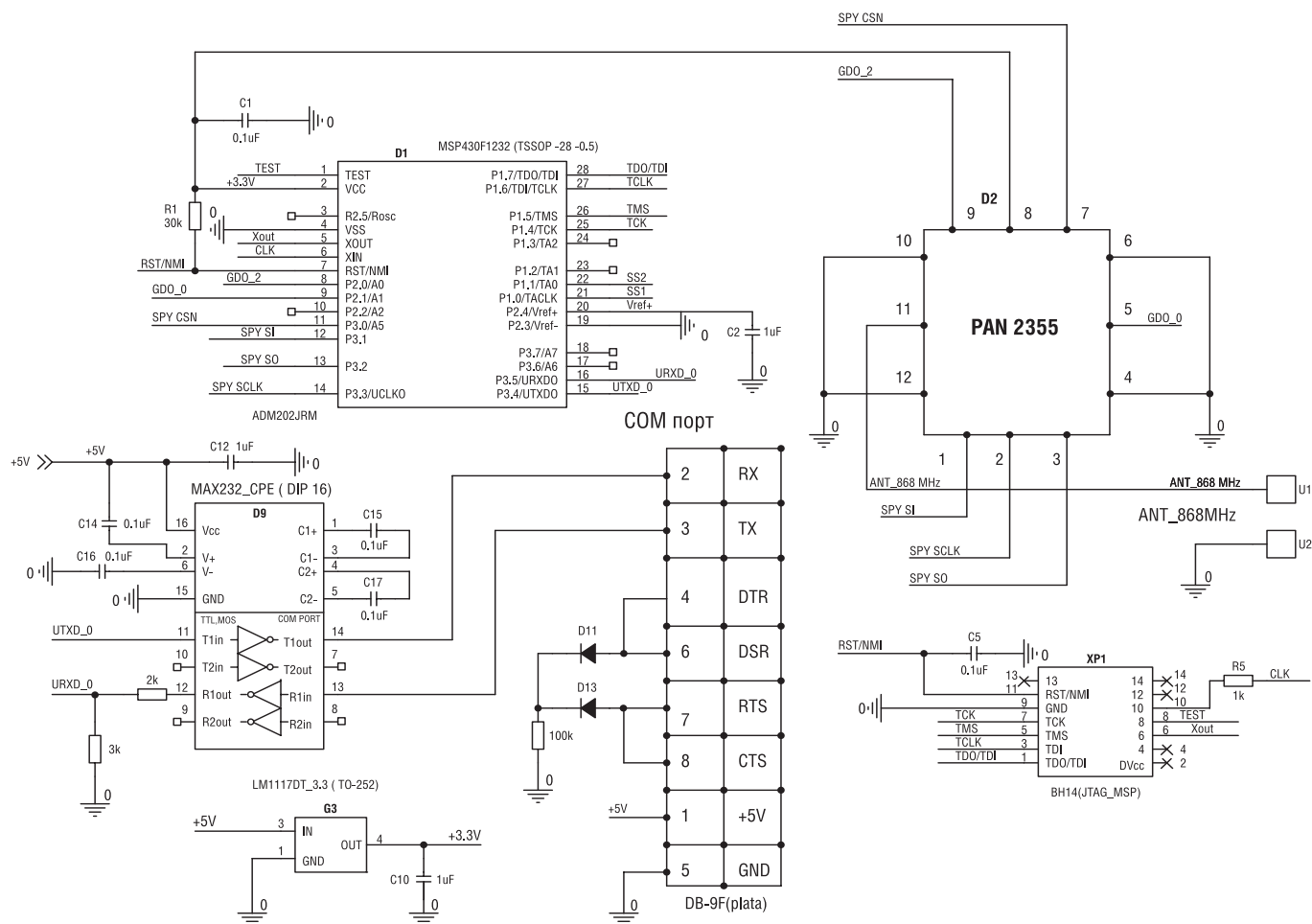


Рис. 2. Схема приемника системы сбора данных

```
// Установка мощности передатчика - для paTable[
]= {0xC3} составляет 10 мВт (см. Data Sheet на мик-
росхему CC1100)
TI_CC_SPIWriteBurstReg(TI_CCxxx0_PATABLE, paTable,
1);
// Завершение конфигурации RX
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FREND1, 0xB6);
// Завершение конфигурации TX
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FREND0, 0x10);
// Функции конфигурации автомата контроля радио (по
умолчанию)
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MCSM2, 0x07);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MCSM1, 0x3F);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_MCSM0, 0x18);
// Компенсация сдвига частоты
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FOCCFG, 0x1D);
// Конфигурация битовой синхронизации
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_BSCFG, 0x1C);
// Параметры маломощных усилителей и порог компа-
ратора
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_AGCCTRL2, 0xC7);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_AGCCTRL1, 0x00);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_AGCCTRL0, 0xB2);
// Параметры калибровки синтезатора
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FSCAL3, 0xEA);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FSCAL2, 0x0A);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FSCAL1, 0x00);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FSCAL0, 0x11);
// Приведенные ниже настройки изменять не рекомен-
дуется
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_FSTEST, 0x59);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_TEST2, 0x88);
```

```
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_TEST1, 0x31);
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_TEST0, 0x0B);
// Остальные настройки по умолчанию
}
```

Функция записи строки

void TI_CC_SPIStroke(char strobe)

```
{
TI_CC_CS_n_PxOUT &= ~TI_CC_CS_n_PIN; // CSn = 0
while (TI_CC_SPI_USART0_PxIN & TI_CC_SPI_USART0_
SOMI);
U0TXBUF = strobe;
IFG2 &= ~URXIFG0; // Сброс флага
while (!(IFG2 & URXIFG0));
TI_CC_CS_n_PxOUT |= TI_CC_CS_n_PIN; // CSn = 1
}
```

Функция передачи байта

Данные передаются по адресу TI_CCxxx0_TXFIFO (0x3F). После записи стробов целесообразно вводить небольшие временные задержки примерно 35 мкс.

void RFTxTransmitter(char txBuffer)

```
{
// Сброс TX_FIFO
TI_CC_SPIStroke(TI_CCxxx0_SFTX);
Delay1(1); // задержка после записи строки
TI_CC_SPIWriteReg(TI_CCxxx0_TXFIFO, txBuffer);
Delay1(1);
// Строб включения режима TX
TI_CC_SPIStroke(TI_CCxxx0_STX);
```

```

Delay1(1);
// Ожидание окончания передачи байта
while(TI_CC_GD02_PxIN&TI_CC_GD02_PIN);
// Сброс TX_FIFO – обязательно.
TI_CC_SPIStrobe(TI_CCxxx0_SFTX);
Delay1(1);
// Выход из режима TX_FIFO
TI_CC_SPIStrobe( TI_CCxxx0_SIDLE);
}

```

Функция записи пакета данных

Все пересылки между контроллером и модулем PAN 2355 начинаются с адресного байта, содержащего 6-битный адрес требуемого регистра, бит burst – доступа и бит чтения/записи. Байты данных следуют после адресного байта. Если burst-бит установлен, то байтов данных может быть несколько. Передача ведется старшим битом вперед.

Addr – адрес регистра, *buffer – указатель массива байтов, count – размер массива

```

void TI_CC_SPIWriteBurstReg(char addr, char
*buffer, char count)
{
char i;
TI_CC_CSn_PxOUT &= ~TI_CC_CSn_PIN; // CSn = 0
while (TI_CC_SPI_USART0_PxIN&TI_CC_SPI_USART0_
SOMI);
// Выставляем адрес нужного регистра
U0TXBUF = addr | TI_CCxxx0_WRITE_BURST;
while (!(IFG2&UTXIFG0));
for (i = 0; i < count; i++)
{
U0TXBUF = buffer[ i ]; //Пересылка данных
while (!(IFG2&UTXIFG0));
}
IFG2 &= ~URXIFG0; // Сброс флага
while(!(IFG2&URXIFG0));
TI_CC_CSn_PxOUT |= TI_CC_CSn_PIN; // CSn = 1
}

```

Функция записи байта по адресу addr

```

void TI_CC_SPIWriteReg(char addr, char value)
{
TI_CC_CSn_PxOUT &= ~TI_CC_CSn_PIN; // CSn = 0
while (TI_CC_SPI_USART0_PxIN&TI_CC_SPI_USART0_
SOMI);
IFG2 &= ~URXIFG0;
// Выставляем адрес нужного регистра
U0TXBUF = addr;
while (!(IFG2&URXIFG0));
IFG2 &= ~URXIFG0; // Сброс флага
U0TXBUF = value;
while (!(IFG2&URXIFG0));
TI_CC_CSn_PxOUT |= TI_CC_CSn_PIN; // CSn = 1
}

```

Функция приема байта

Байт данных считывается из RX_FIFO по адресу **addr = TI_CCxxx0_RXFIFO (0xBF)**.

```

char RFRsiver(char addr)
{
char z;
// Сброс RX_FIFO
TI_CC_SPIStrobe(TI_CCxxx0_SFRX);
Delay1(1); // задержка после записи строба
// Строб включения режима RX
TI_CC_SPIStrobe(TI_CCxxx0_SRX);
Delay1(1);
// Ожидание приема байта (GD02 -> 1)

```

```

while(!(TI_CC_GD02_PxIN&TI_CC_GD02_PIN));
// Считывание байта данных
z =TI_CC_SPIReadReg(addr);
// Сброс RX_FIFO – обязательно.
TI_CC_SPIStrobe(TI_CCxxx0_SFRX);
Delay1(1);
// Выход из режима RX_FIFO
TI_CC_SPIStrobe( TI_CCxxx0_SIDLE);
return z;
}

```

Функция считывания байта

Сначала передается адрес регистра, из которого нужно прочесть данные, затем посылается нулевой байт, чтобы считать данные.

```

char TI_CC_SPIReadReg(char addr1)
{
char x;
TI_CC_CSn_PxOUT &= ~TI_CC_CSn_PIN; // CSn = 0
while (TI_CC_SPI_USART0_PxIN&TI_CC_SPI_USART0_
SOMI);
// Установка адреса
U0TXBUF = (addr1 | TI_CCxxx0_READ_SINGLE);
while (!(IFG2&URXIFG0));
IFG2 &= ~URXIFG0; // Сброс флага
// Передача нулевого байта
U0TXBUF = 0;
while (!(IFG2&URXIFG0));
// Считывание байта из буфера
x = U0RXBUF;
TI_CC_CSn_PxOUT |= TI_CC_CSn_PIN; // CSn = 1
return x;
}

```

Определение переменных, используемых в приведенных функциях (применительно к микроконтроллеру MSP430F1232A):

```

#define TI_CC_CSn_PxOUT P3OUT
#define TI_CC_CSn_PxDIR P3DIR
#define TI_CC_CSn_PIN 0x01 //P3.0
#define TI_CC_SPI_USART0_PxIN P3IN
#define TI_CC_SPI_USART0_SIMO 0x02 //P3.1
#define TI_CC_SPI_USART0_SOMI 0x04 //P3.2
#define TI_CC_SPI_USART0_UCLK 0x08 //P3.3
#define TI_CCxxx0_PATABLE 0x3E
#define TI_CC_GD02_PIN 0x01 //P2.0
#define TI_CC_GD02_PxIN P2IN
#define TI_CCxxx0_PATABLE 0x3E

```

Программа для дистанционной системы сбора данных, созданная с использованием приведенных выше функций, показала устойчивую работу в реальных устройствах и может быть использована для работы с трансиверами CC11xx – CC2500. При разработке программы были также использованы материалы[2].

Литература

1. Приемопередатчики PAN 2355./Беспроводные технологии №4, 2007 г.
2. Семейство микроконтроллеров MSP430x1xx. Руководство пользователя./«Библиотека Компэла».

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: theory.vesti@compel.ru

Джон Бетмен, Брайан Кунз (Texas Instruments)



ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАТНОХОДОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Во многих устройствах применяют обратноходовые преобразователи (flyback) из-за простоты и низкой стоимости, а не из-за их высокой эффективности. Не спешите отказываться от их применения, так как всего несколько рекомендаций инженеров компании Texas Instruments помогут Вам сократить потери почти на 10%.

В стандартном обратноходовом преобразователе выходной выпрямительный диод вносит существенный вклад в суммарные потери преобразования. Средний ток в выходном диоде равен постоянному выходному току, а пиковое значение тока может быть в несколько раз выше, в зависимости от длительности рабочего цикла. Падение напряжения на диоде Шоттки около 0,5 В, на стандартных диодах с PN-переходом — 0,8 В. Такое падение напряжения на диоде ведет к относительно высоким потерям и значительному снижению КПД. Использование транзистора MOSFET вместо диода при синхронном выпрямлении значительно уменьшает потери преобразования. На рисунке 1 представлен стандартный способ преобразования источника питания с диодным выпрямителем в источник питания с синхронным выпрямлением на МОП-транзисторе.

Для преобразования DC/DC с топологией flyback (а) в конвертер с синхронным выпрямлением можно заменить выходной диод МОП-транзистором с каналом n — типа (MOSFET) и добавить обмотку к силовому трансформатору для формирования сигнала управления MOSFET.

Низкое сопротивление МОП-транзистора в открытом состоянии приводит к меньшим потерям, чем сопротивление выходного диода.

Таким образом, значительно увеличивается КПД при одинаковой нагрузке. Принцип работы преобразователя с топологией flyback и выпрямительным диодом существенно отличается от синхронного обратноходового преобразователя с МОП-транзистором. На рисунке 2 представлены осциллограммы напряжения и тока в обратноходовых преобразователях с выпрямительным диодом (а) и с МОП-транзистором (б) в режиме синхронного выпрямления.

Выходной диод в стандартном обратноходовом преобразователе не позволяет току во вторичной обмотке трансформатора протекать в обратном направлении. При малой нагрузке эта ситуация ведет к переходу в режим с разрывом тока, при котором ток вторичной обмотки трансформатора полностью уменьшается до нуля в конце каждого цикла (а). Через

синхронный МОП-транзистор ток может протекать и в обратном направлении, благодаря чему синхронный преобразователь работает в режиме без разрыва тока независимо от величины нагрузки (б).

В схеме с МОП-транзистором при синхронном выпрямлении перепады тока значительно меньше по сравнению со схемой с выпрямительным диодом, поэтому синхронный выпрямитель обеспечивает лучшие динамические характеристики даже при нулевой нагрузке. Однако эффективность преобразования конвертера с синхронным выпрямителем сильно снижается при малой нагрузке, так как обратный ток через транзистор становится соизмерим с выходным током. Суммарные потери в трансформаторе и МОП-транзисторе при синхронном выпрямлении из-за обратных токов больше, чем аналогичные потери в схеме с выпрямительным диодом, так как в последней схеме обратный ток во много раз меньше выходного тока.

Хотя синхронный МОП-транзистор значительно снижает тепловые потери, его использование приводит к снижению эффективности

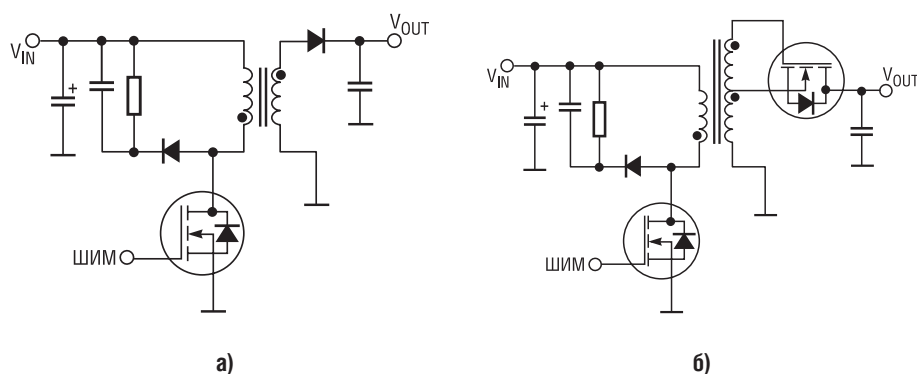


Рис. 1. Замена диода на МОП-транзистор с синхронным выпрямлением
а) до замены, б) после замены



Рис. 2. Осциллограммы напряжения и тока в обратноходовых преобразователях

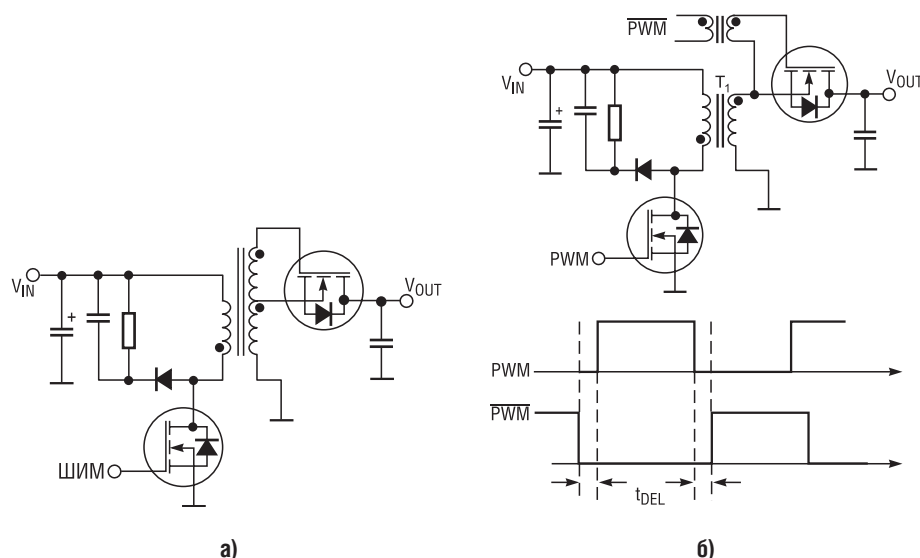


Рис. 3. Введение регулируемой задержки при включении и выключении транзистора синхронного выпрямителя для устранения сквозных токов
а) без задержки, б) с задержкой

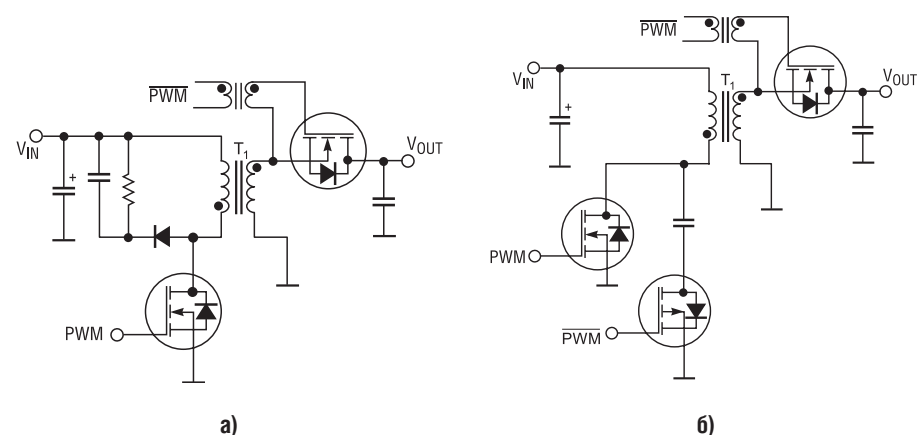


Рис. 4. Осциллограммы напряжения и тока в обратноходовых преобразователях

преобразования из-за большого обратного тока. Потери в ключе также происходят из-за входной емкости затвора МОП-транзистора, который заряжается и разряжается в течение каждого цикла. Для исключения сквозных токов начало открывания транзистора

на первичной обмотке трансформатора должно немного опережать начало закрывания транзистора синхронного выпрямителя. Такая ситуация провоцирует короткое замыкание в трансформаторе во время включения и может привести к значительным потерям энер-

гии. В управляемом синхронном обратноходовом преобразователе при включении первичного МОП-транзистора должен выключаться транзистор синхронного выпрямителя. Следовательно, невозможно устранить сквозные токи в то время, когда силовой трансформатор передает сигнал непосредственно синхронному МОП-транзистору. Управляемый синхронный МОП-транзистор должен иметь минимальные задержки при включении и выключении для минимизации потерь от сквозных токов. Хотя правильно сконструированный преобразователь с синхронным выпрямителем вносит дополнительные потери переключения, тепловые потери при его использовании значительно ниже, чем потери из-за прямого падения напряжения на выпрямительном диоде. Одно это достоинство синхронного выпрямителя перевешивает все недостатки при его использовании.

На рисунке 3 показано, как можно добавить в синхронный преобразователь изолированный сигнал управления затвором с регулируемой задержкой для устранения потерь от сквозных токов.

Дополнительный трансформатор необходим для обеспечения гальванической изоляции и обеспечения необходимого уровня на затворе транзистора синхронного выпрямителя. Для регулировки напряжения на первичной и вторичной сторонах синхронного выпрямителя необходим ШИМ-контроллер (PWM) типа UCC2897. Формируемые задержки должны быть достаточно длительными для того, чтобы синхронный МОП-транзистор успел полностью закрыться перед включением транзистора в первичной цепи. Чрезмерная задержка вызывает перегрев встроенного диода на одном или обоих транзисторах MOSFET и приводит к дополнительным потерям преобразования энергии. Поэтому необходимо использовать контроллер с регулируемой задержкой для минимизации потерь, так как оптимальное время выключенного состояния зависит от задержек на первичной и вторичной сторонах, скорости передачи сигнала, индуктивности рассеяния силового трансформато-

ра и параметров драйвера затвора МОП-транзистора.

На рисунке 4 показано, как дополнительно повысить (46) эффективность преобразования, введя снабберные цепи и одновременно управляя первичной и вторичной цепями конвертера с помощью активного ограничения тока транзисторов. Такая конфигурация часто называется обратногоходовой DC/DC-преобразователь с активным демпфированием. В предыдущих схемах демпфер используется для уменьшения выброса напряжения между стоком и истоком на МОП-транзисторе первичной цепи. Выброс напряжения происходит при выключении транзистора первичной цепи и из-за утечки энергии в первичной обмотке трансформатора. Демпфер RCD (резистор – конденсатор – диод) рассеивает энергию импульса на резисторе снаббера, если амплитуда импульса превышает напряжение ограничения.

На рисунке 5 показано напряжение между стоком и истоком с регулируемой скважностью для синхронного обратногоходового выпрямителя в режиме холостого хода с использованием RCD-демпфера (а) и в режиме активного ограничения (б). Активное ограничение устраняет высокочастотные выбросы. Кроме того, активное ограничение выбросов напряжения значительно сокращает потери при переключении и снижает электромагнитные помехи.

В дополнение к фактическому устранению утечки тока активное ограничение напряжения и тока значительно снижает потери переключения и минимизирует электромагнитные помехи. Во многих случаях демпфер с активным ограничением позволяет использовать первичный МОП-транзистор с более низким напряжением сток – исток, который может еще больше сократить потери, так как низковольтные МОП-транзисторы имеют меньшее сопротивление канала в открытом состоянии, а следовательно, и меньшие тепловые потери.

На рисунке 6 показано, как можно повысить КПД преобразования обратногоходового преобразователя в реальных условиях эксплуатации.

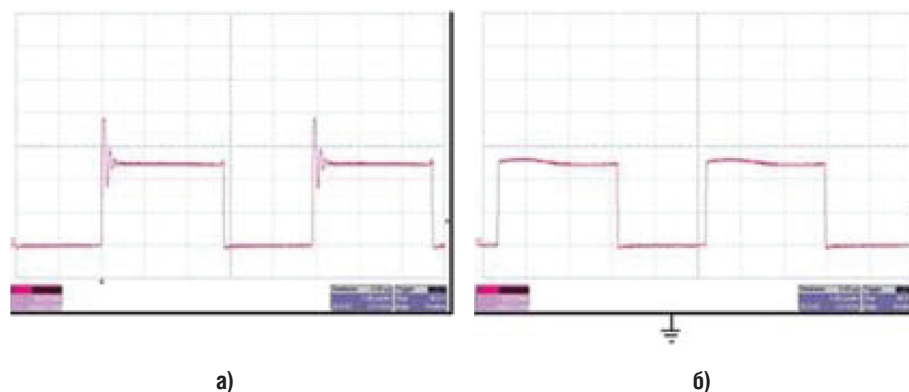


Рис. 5. Напряжение между стоком и истоком обратногоходового выпрямителя в режиме холостого хода с использованием RCD-демпфера (а) и в режиме активного ограничения (б)

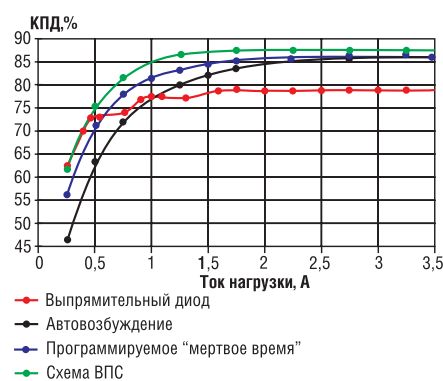


Рис. 6. Улучшение параметров DC/DC-преобразователей с переходом на более эффективные схемы конвертеров

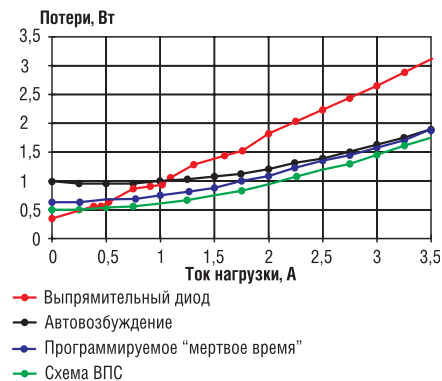


Рис. 7. Эффект от добавления схемы управления задержкой

Источник питания преобразует напряжение 48 В в выходное напряжение 3,3 В с максимальным током до 3,5 А. Переход от схемы с выпрямительным диодом к схеме обратногоходового преобразователя с синхронным выпрямлением повышает КПД преобразования более чем на 7%, но при выходном токе менее 1 А эффективность преобразования значительно уменьшается. Такая ситуация возникает из-за потерь в драйвере затвора, а также потерь из-за сквозных токов при переключении, к которым приводит использование синхронного выпрямителя на МОП-транзисторах.

Дополнение системы регулируемой длительности паузы между импульсами значительно увеличивает эффективность преобразования при малых значениях нагрузки и устраняет потери от сквозных токов. (см. рис. 7) КПД при полной нагрузке остается почти неизменным, так другие типы потерь доминируют над потерями синхронного МОП-транзистора.

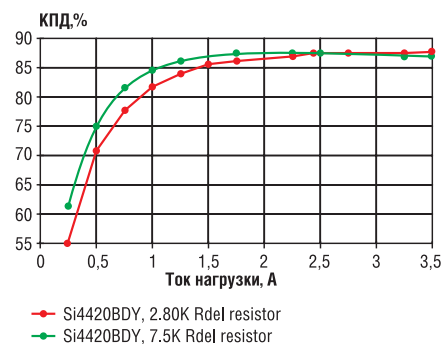


Рис. 8. Зависимость КПД от тока нагрузки для разных пауз между импульсами

На рисунке 8 представлены графики зависимости КПД при разных длительностях паузы между импульсами в схеме с активным ограничением, а также их влияние на эффективность преобразования для разных режимов нагрузки. Более длительная задержка, устанавливаемая на ШИМ-контроллере UCC2897, требует большего номинала задающего резистора и значительно увеличивает КПД при малых нагрузках, уменьшая потери от сквозных токов в этом режи-

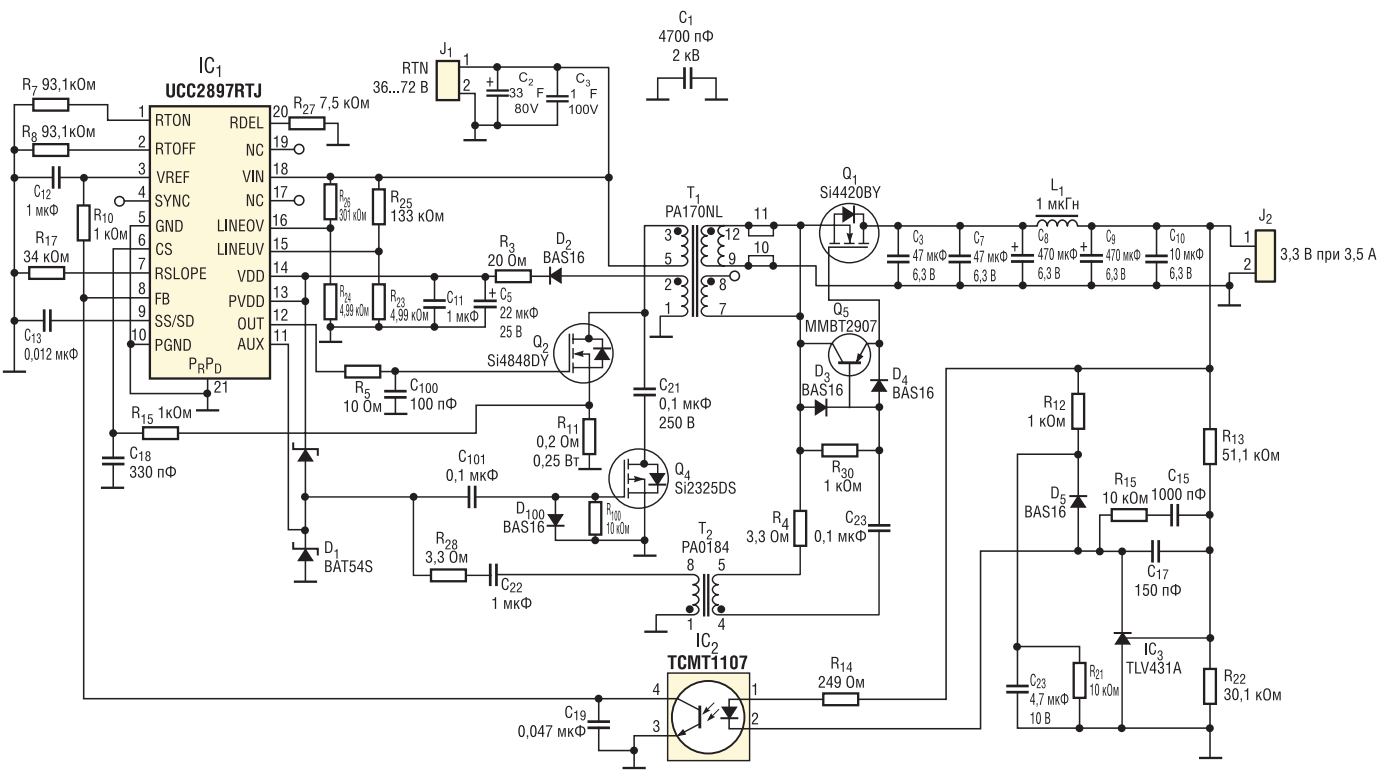


Рис. 9. Источник питания обратноходового преобразователя с активным ограничением

ме. Но такая длительная задержка увеличивает тепловые потери синхронного МОП-транзистора и при полной нагрузке снижает его КПД преобразования на 1%. Тепловые потери встроенного диода

синхронного МОП-транзистора при полной нагрузке превышают потери из-за сквозных токов при использовании более низкого сопротивления, задающего длительность паузы между импульсами. В некоторых ситуациях вам придется выбирать между максимальной производительностью на малых нагрузках по току и максимальной нагрузкой, выбирая подходящие значения резистора, определяющего длительность задержки.

На рисунке 9 представлен источник питания обратноходового преобразователя с активным ограничением, обеспечивающий данный конвертер всеми перечисленными в статье способами повышения эффективности преобразования. Эта схема при максимальной нагрузке имеет КПД на 10% больше, чем при малых выходных токах и имеет почти такую же эффективность на малых нагрузках, как и оригинальная схема с выпрямительным диодом.

ШИМ-КОНТРОЛЛЕРЫ ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Наименование	Количество ШИМ-выходов	Частота, кГц	Способ управления	Топология	Температурный диапазон, °С
UCC28600	1	130	Ток	Обратноходовой	-40...105
UCC2897	1	1000	Ток	Мостовой	-40...105
UCC3895	4	1000	Ток, напряжение	Повышающий, Понижающий, Мостовой	0...70
UCC28C44	1	1000	Ток	Повышающий, Обратноходовой, Прямоходовой	-40...85
UCC38C44	1	1000	Ток	Повышающий, Понижающий, Обратноходовой, Прямоходовой	-40...85
UCC35701	1	700	Напряжение	Повышающий, Понижающий, Обратноходовой, Прямоходовой	0...70

www.compel.ru

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: theory.vesti@compel.ru

ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

?

Беспроводные устройства помимо модулей требуют дополнительных внешних компонентов (аксессуаров). Какие из них предоставляет компания КОМПЭЛ?

Отвечает инженер-консультант
Евгений Звонарев

В качестве внешних аксессуаров для беспроводных устройств разра-

ботчик может использовать следующие компоненты:

- GSM-антенны с вариантами крепления на стекло или с магнитным основанием, винтовым креплением или на кронштейне;
- совмещенные GSM/GPS-антенны;
- встраиваемые миниатюрные GSM- и GPS-антенны;
- антенные переходники (с кабелем и без него);
- интерфейсные кабели для подключения модулей к компьютеру, например, через интерфейс RS-232;

• интерфейсные разъемы и держатели SIM-карт;

• сетевые адаптеры со специальным разъемом для непосредственного подключения питания к GSM-модемам WAVECOM FASTRACK M1206, M1306.

Подробную информацию можно найти на сайте компании КОМПЭЛ в разделе «Продукция/Компоненты беспроводных технологий/Аксессуары» или по ссылке: <http://www.compel.ru/catalog/wireless/accessories>.

?

Первая серия модулей XBee была сделана на решении от Freescale, соответственно, в ней стоял МК HCS08. А вторая серия — уже на Ember, у которого есть свой МК и стек. В свое время MaxStream предоставил библиотеки и доступ разработчикам, чтобы писать встроенный софт непосредственно для самого модуля первой серии. Есть ли подобные возможности у второй версии? Какой МК стоит у Xbee Series 2?

Отвечает инженер по применению беспроводной продукции
Олег Пушкарев

Модули **XBee ZNet 2.5** (старое название **Xbee Series 2**) построены на микросхеме **EM250** компании **Ember**. Эта микросхема включает в себя приемопередатчик и микропроцессор с ядром **XAP2b**. Модуль Xbee совместим с устройствами на основе EM250. При взаимодействии модулей Xbee и других устройств на основе EM250, а также при загрузке собственного ПО, необходимо учитывать следующие особенности:

1. Программное обеспечение Xbee размещает 8 байт 64-битного адреса модуля-источника в начале блока данных. Другие устройства, передающие или получающие данные из Xbee, должны обеспечить обработку этих 8 адресных байт в блоке. Все пакеты данных, направляемые к модулю Xbee, должны содержать этот 64-бит-

ный адрес отправляющего устройства со старшим первым байтом.

2. Модули Xbee Series 2 используют модифицированную версию загрузчика Ember (более подробно см. документацию на Xbee ZNet 2.5).

3. Загрузка прошивок (FW) компании Digi может выполняться с помощью программы XSTU только до тех пор, пока в модуле не переписан оригинальный загрузчик.

?

Какое программное обеспечение необходимо, чтобы начать программировать ARM-микроконтроллеры от NXP?

Отвечает инженер по применению ARM-микроконтроллеров
Александр Квашин

Есть два варианта:

1. Использовать бесплатный **GCC-компилятор** совместно с бесплатной графической оболочкой, например —

ECLIPSE. Данный способ не требует затрат, однако он несколько сложен для начинающего, поскольку потребуются навыки настройки данного бесплатного ПО;

2. Более простой способ — установить пробную версию платной среды разработки **IAR Embedded Workbench for ARM**. Данное ПО содержит в себе все необходимые библиотеки для работы с ARM-микроконтроллерами от NXP. В среду разработки уже встроен высокоэффективный компилятор, дебаггер с поддержкой многочислен-

ных средств отладки, а также прилагаются примеры использования и подробнейшая документация. Запрос на приобретение лицензии для использования данного программного продукта можно оставить на сайте: www.mcu.compel.ru.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА!

Вниманию потенциальных авторов!

Редакция журнала «Новости электроники» ищет новых **авторов** статей в рубрики «Аналоговые микросхемы», «Управление питанием», «Микроконтроллеры», «DSP», «Беспроводные технологии» (с акцентом на практическое применение).

Желателен личный опыт реальной практической работы в области разработки электроники, опыт написания научных или практических материалов по данной тематике, знание тенденций развития мировой электроники.

Оплата материалов от 1500 руб. за 5000 печатных знаков с пробелами.

Предложения просьба присылать на электронный адрес: vesti@compel.ru, указав в теме письма «автор».



УЛЫБКА ЭЛЕКТРОНЩИКА

Оказывается, многие известные пословицы можно перевести на «технический» язык. Что из этого получилось — судить вам.

Дуалистический принцип использования сельскохозяйственных орудий на гидроповерхности (ВИЛАМИ ПО ВОДЕ ПИСАНО).

Бинарный характер высказываний индивидуума, утратившего социальную активность (БАБУШКА НАДВОЕ СКАЗАЛА).

Проблемы транспортировки жидкостей в сосудах с переменной структурой плотности (НОСИТЬ ВОДУ В РЕШЕТЕ).

Оптимизация динамики работы тяглового средства передвижения, сопряженная с устранением изначально деструктивной транспортной единицы (БАБА С ВОЗУ — КОБЫЛЕ ЛЕГЧЕ).

Проблемы повышения мелкодисперсионности оксида двухатомного водорода механическим путем (ТОЛОЧЬ ВОДУ В СТУПЕ).

Синдром отказа от легитимизации, опирающийся на отсутствие возможностей быстрой идентификации личности (Я — НЕ Я, И ЛОШАДЬ НЕ МОЯ).

001, 010, 011, 100, 101 — вышел зайчик погулять.

Бог создал мир за семь дней, и до сих пор система работает, не требуя перезагрузки, потому что у него не было необходимости поддерживать совместимость с предыдущими версиями.

Да святится имя твое и расширение твое, Господи...

Долгое время считалось, что бит неделим. Но советские ученые...

Если глюк оказался вдруг и не друг, и не враг, а баг...

И вновь я не замечен Plug-n-Play'ем...

...и написал Иисус конвертер water2wine, и стал раздавать его freeware...

И ты, root?

Кулер тоже вертолет. Только маленький еще...

Можно ли сообщение «программа выполнила недопустимую операцию — обратитесь к разработчику» считать официальным вызовом в США?

Насколько проще была бы жизнь, если бы она была в исходниках.

Окошко, окошко, повернись к ядру задом, а ко мне дружественным интерфейсом!

С точки зрения программиста пользователь — это периферийное устройство, вводящее набор символов в ответ на команду READ.

— Что такое пошаговая стратегия?
— Это «Need for Speed III» на 486-ом компьютере.

Я повторяю свой вопрос: «Reboot?!»

Вступительная лекция в техническом ВУЗе.

Профессор говорит:

— Для начала я вам объясню, кто такой инженер. Итак представьте себе завод, куда каждый день привозят машину спирта для технических нужд. Стоит огромный бак, куда заливают спирт. Около бака сидит учетчица, которая выдает спирт строго по накладной (у бака есть краник). Вечером остатки спирта сливаются через тот же краник. Ставлю вопрос: как украсть спирт с завода?

Обалдевшие студенты начинают выдвигать версии.

— А теперь ответ - говорит профессор — инженеры поставили в бак ведро. В результате ведро наполнялось, когда утром заливали бак, а после того, как спирт сливался, ведро вытаскивалось и распивалось. А теперь будем учиться на инженеров...