

Разработка модуля беспроводной передачи телеметрических данных в диапазоне частот 2,4 ГГц

(часть 1)

Александр Алый (Москва)

Диапазон частот в районе 2,4 ГГц становится очень популярным. Этот диапазон разрешён для использования без лицензии во многих странах мира. Для него производится большой спектр быстро дешевеющих чипов, и нет недостатка в средствах разработки и демонстрационных примерах. Для всех самых распространённых способов использования радиосвязи в этом диапазоне разработано множество стандартов. Статья представляет собой открытый проект по созданию дешёвого, экономичного встраиваемого телеметрического радиомодуля в упомянутом диапазоне.

На сегодняшний день диапазон частот 2,4 ГГц делят между собой множество стандартов передачи данных: Wi-Fi, Wi-MAX, Bluetooth, Wireless USB, ZigBee, Home RF и т.д., под каждый из которых производятся чипы. Принимая во внимание такие критерии чипов, как их стоимость, скорость освоения технологии разработки, энергопотребление, помехоустойчивость, можно сказать, что стандарт ZigBee является среди них лучшим выбором. Чипы для ZigBee выпускают такие известные фирмы, как Texas Instruments, Freescale, Atmel, STMicroelectronics, OKI и др., и это гарантирует низкие цены комплектующих.

ЧТО ТАКОЕ ZIGBEE?

ZigBee – это технология, заполняющая нишу низкоскоростных беспроводных сетей с малым энергопотреблением, предназначенную для систем управления с большим количеством узлов, таких как системы освещения зданий, наблюдения за парком промышленного оборудования и т.п.

По сравнению с ZigBee устройства Wi-Fi, например, имеют гораздо худшие параметры по энергопотреблению, технология Bluetooth имеет большее потребление, и в ней не развита сетевая структура, а решения на простейших радиочипах и радиомодемах не поддерживаются общепризнанными спецификациями и стандартами.

Как ни странно, ZigBee ориентирован на применение там, где есть мощ-

ные источники энергии. Это объясняется тем, что ключевые звенья ZigBee-сетей – координатор сети и роутеры – не предназначены для работы от автономных источников. А экономичность ZigBee специалисты склонны рассматривать не в контексте отсутствия постоянных внешних источников энергии, а в том, что планируемая взрывная экспансия интеллектуальных приёмопередатчиков во все возможные сферы хозяйства может вызвать огромный рост потребления электроэнергии, если не уделить должного внимания экономичности.

К примеру, предполагается, что в характерном доме недалёкого будущего будет размещаться до ста беспроводных датчиков и исполнительных устройств. При количестве домов в городе 50 000 и использовании технологии Wi-Fi энергопотребление такого города выросло бы на 3,3 МВт. При использовании ZigBee с передатчиками до 3 дБм и циклом работы в 0,1% от общего времени потребление выросло бы всего на 150 Вт!

Спецификация ZigBee обеспечивает стандартизацию организации беспроводной связи между устройствами разных производителей в различных областях применения. Кроме того, спецификация предлагает методы, способствующие быстрому развёртыванию и запуску распределённых беспроводных систем управления и наблюдения. Эти методы очень напоминают те, что хорошо извест-

ны в проводных промышленных сетях, и построены они на концепции профилей устройств.

Дилемма беспроводных сетей – обеспечение надёжности связи и предсказуемого времени доставки сообщений. В ZigBee не то чтобы решается эта дилемма, но предлагаются варианты с предпочтением в пользу одного или другого критерия. Для предсказуемого времени доставки спецификация описывает работу сетей типа «звезда» или «иерархическое дерево» с синхронизацией по сигнальному пакету. Для полного использования всех имеющихся узлов сети для доставки сообщения на максимальное расстояние спецификация описывает бесструктурные сети со сложной несимметричной маршрутизацией.

Одна из интересных проблем, решаемая стандартом, – это обеспечение живучести сетей в условиях постоянно изменяющегося качества связи между узлами.

Стандарт ZigBee определяет многоуровневую структуру построения программного обеспечения, в обиходе называемую стеком протоколов ZigBee. Несмотря на декларируемую простоту, такой стек не намного проще стека протоколов TCP/IP для встраиваемых устройств малого класса.

Приобрести стек в исходных текстах очень накладно. Чаще его предлагают в виде скомпилированных библиотек и за солидные суммы. Есть варианты с бесплатным стеком в виде скомпилированных библиотек, но для довольно специфических и не самых дешёвых чипов. Наконец, есть сильно упрощённые версии стека ZigBee в исходных текстах. Самая известная из них предлагается фирмой Microchip, она ориентирована на микроконтроллеры серии PIC18 и радиомодемы фирмы Texas Instruments.

Спецификация ZigBee постоянно развивается, в 2006 г. альянс ZigBee

поставил крест на совместимости старых устройств с текущей спецификацией, выпустив спецификацию ZigBee 2006.

Те, кто приобретал стек ZigBee, основываясь на заверениях в его абсолютном соответствии спецификации, а потому в совместимости с продуктами третьих фирм, подсчитывают убытки. Однако требование совместимости не очень актуально для инновационных разработок, а потому, не углубляясь в верхний уровень спецификации ZigBee, рассмотрим свойства предлагаемого физического канала и уровень доступа к среде передачи.

Что такое IEEE 802.15.4?

Сложное для запоминания буквенно-цифровое сочетание не способствует его широкому применению, когда производители рекламируют свои чипы для технологии ZigBee. А между тем именно стандарт IEEE 802.15.4 и определяет все физические характеристики канала передачи, применяемого в ZigBee.

Чтобы понять структуру и работу аппаратной части чипов ZigBee, достаточно изучить стандарт IEEE 802.15.4. Стандарт определяет физические параметры канала передачи: модуляцию, частоты, полосы и т.д. и методы работы со средой передачи: формат пакетов, адресацию, уведомления, противодействие коллизиям и т.д. Стандарт самодостаточен и никак не ассоциирует себя с ZigBee. Такого термина нет у него даже в списке акронимов и аббревиатур. Приведём основные технические характеристики, устанавливаемые стандартом IEEE 802.15.4:

Типы физического уровня	2,4 ГГц и 868/915 МГц
Максимальная скорость битового потока в сети	250 Кбит/с в диапазоне 2,4 ГГц
Длина адреса в режиме с расширенной адресацией.....	64 бит
Длина адреса в режиме с укороченной адресацией	16 бит
Рекомендуемый цикл работы передатчика устройства	не более 0,1% от общего времени
Рекомендуемое расстояние между узлами.....	10 м
Механизмы повышения надёжности передачи.....	множественный доступ с прослушиванием несущей и уклонением от конфликтов, контроль

целостности кадров с помощью контрольной суммы, подтверждение приёма кадра
 Поддерживаемые топологии сети.....«Точка-точка», «звезда»

В табл. 1 приведена зависимость физических уровней, полос частот, количества каналов и параметров расширения спектра и потока данных стандарта IEEE 802.15.4. В выделенных частотных полосах может быть от одного до нескольких каналов передачи. Каналы по стандарту нумеруются последовательно, начиная с низшего частотного диапазона и кончая высшим. Таким образом, существует 27 каналов. На диапазон частот 2,4 ГГц приходятся каналы с 11-го по 26-й. Их центральные частоты рассчитываются по следующей формуле:

$$F_c = 2405 + 5(k - 11), \text{ МГц,}$$

где $k = 11, 12, \dots, 26$.

В стандарте IEEE 802.15.4 при передаче применяется расширение спектра сигнала методом прямой последовательности. Для диапазона частот 2,4 ГГц это будет выглядеть как подстановка вместо каждых четырёх битов данных 32 битов кодовой последовательности. В стандарте приведены значения всех 16 необходимых кодовых последовательностей, причём они подобраны так, чтобы иметь минимальную взаимную корреляцию. При скорости входного двоичного потока данных в 250 Кбит/с скорость выходного потока данных составляет 2000 Кбит/с для физического уровня 2,4 ГГц. В модуляторе O-QPSK используется квадратурная фазовая манипуляция, где чётные биты модулируются основной несущей, а нечётные – сдвинутой на 90° несущей. Такая техника кодирования и модуляции позволяет снизить требования к минимальному соотношению сигнал/шум для принимаемого

сигнала. В результате при соотношении сигнал/шум, равном 5...6 дБ, уровень потери пакетов не превышает 1%. Помехоустойчивость метода передачи по стандарту IEEE 802.15.4 заметно превосходит известных конкурентов в диапазоне 2,4 ГГц (Bluetooth и Wi-Fi). Помимо модуляции IEEE 802.15.4 определяет и структуру пакетов, которыми обмениваются узлы сети, различные виды адресации, роли, выполняемые узлами в сети, и т.д., но это уже не находит отражения в аппаратной реализации чипов.

Выбор аппаратной платформы

Аппаратная платформа для радиомодуля включает в себя чип приёмопередатчика и микроконтроллер. От оптимального выбора обоих зависит стоимость, энергопотребление, трудозатраты при разработке и жизненный цикл конечного изделия. На рынке в последнее время всё шире распространяются чипы с интегрированными микроконтроллером и приёмопередатчиком в одном корпусе. Это оптимальное решение с точки зрения соотношения стоимости и функциональных возможностей. Но здесь возможны различные варианты, которые следует тщательно анализировать.

Во-первых, предлагаются решения с уже запрограммированным стеком ZigBee во встроенный микроконтроллер. В условиях неустоявшейся спецификации надо понимать, что это будет не тот действующий полнофункциональный ZigBee, а по сути частное решение отдельного производителя со многими ограничениями (не всегда документированными).

Во-вторых, спецификация на встроенный микроконтроллер может быть закрыта от пользователя, а вместо неё предоставляется некое API (прикладной интерфейс программирования) и скомпилированные библиотеки стека ZigBee под опре-

Таблица 1. Таблица зависимости некоторых параметров стандарта IEEE 802.15.4

Тип физического уровня, МГц	Полоса частот, МГц	Количество каналов	Параметры расширения спектра		Параметры потока данных		
			скорость передачи кодовой последовательности, Кбит/с	модуляция	битовая скорость, Кбит/с	скорость передачи символов, Ксимвол/с	количество битов в символе
868/915	868...868,6	1	300	BPSK	20	20	1
	902...928	10	600	BPSK	40	40	1
2450	2400...2483,5	16	2000	O-QPSK	250	62,5	4

делённый компилятор. К ZigBee здесь относится то же замечание, что было сделано выше, за исключением лишь того, что можно легче сделать обновление библиотек. А для оценки реализуемости поставленной задачи требуется тщательный анализ возможностей API. Но, как минимум, очевидно, что слой API значительно затрудняет оптимизацию скорости выполнения программы пользователя.

В-третьих, выпускаются чипы с интегрированным хорошо описанным и известным контроллером. Стек ZigBee, как правило, достаточно дорог для таких решений, но существуют бесплатные библиотеки в исходных текстах для реализации более простых протоколов передачи данных.

В табл. 2 приведена сравнительная характеристика чипов от двух разных производителей с открытой архитектурой. По ряду характеристик чипы CC243x превосходят MC1321x, но на момент написания статьи они находились ещё на стадии прототипа. Семейство же MC1321x построено на базе RF-чипов MC13191 от Freescale, уже хорошо зарекомендовавших себя в известных модулях MaxStream, Panasonic и т.п. Стоимость чипов семейства MC1321x также во многих случаях ниже стоимости аналогичных чипов конкурентов. Немаловажно и то, что выполнить разработку на MC1321x можно с минимальными вложениями.

Компания Freescale предоставляет бесплатную версию компилятора CodeWarrior для серии микроконтроллеров HCS08, достаточное количество демонстрационных примеров

с использованием MC1321x и всяческие инструменты, облегчающие создание рабочих программ. На сайте компании можно найти документацию по всем важным аспектам применения чипов ZigBee, таким как выбор и конструкции антенн, тесты на максимально достижимую дальность связи, рекомендации по разработке дополнительных входных и выходных усилителей и выполнению топологии печатных плат.

Микроконтроллеры HCS08 снабжены интерфейсом внутрисхемной отладки. Эффективный внутрисхемный отладчик с функцией программатора для MC1321x стоит не более \$100.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕМЕЙСТВА MC1321x

Семейство MC1321x состоит из четырёх чипов: MC13211, MC13212, MC13213, MC13214. Они отличаются только объёмом памяти, в последнем же интегрирован ZigBee Z-стек фирмы Figure 8. Приведём некоторые параметры имеющего максимальный объём памяти чипа MC13213. Чип состоит из двух частей – радиомодема 802.15.4 и микроконтроллера MC9S08GB60.

Характеристики радиомодема 802.15.4:

- полностью совместим со стандартом IEEE 802.15.4;
- может работать на любом из 16 каналов в диапазоне частот 2,4 ГГц;
- номинальная выходная мощность 0 дБм с возможностью регулирования от -27 до +3 дБм;
- чувствительность приёмника не хуже -92 дБм при количестве оши-

бочно принятых пакетов не более 1% и длине пакетов 20 байт;

- интегрированный автоматический переключатель Приём/Передача;
- возможна конфигурация с отдельными внешними выводами приёмника и передатчика для поддержки внешних усилителей на приём и передачу;
- три режима пониженного потребления;
- программируемый выход тактовой частоты для тактирования микроконтроллера;
- программно подстраиваемый генератор на 16 МГц с подключаемым внешним кварцевым резонатором;
- 24-разрядный таймер с четырьмя 24-разрядными регистрами сравнения и с генерацией прерывания по каждому;
- поддержка пакетного и побайтового режимов приёма/передачи;
- семь внешних произвольно программируемых сигналов ввода/вывода.

Характеристики микроконтроллера:

- частота ядра 40 МГц;
- частота цикла инструкции 20 МГц;
- объём Flash-памяти программ 60 Кб;
- объём ОЗУ 4 Кб;
- несколько режимов пониженного потребления;
- SPI-интерфейс со скоростью до 8 МГц с внутренним подключением к радиомодему 802.15.4;
- два таймера: один с 4-канальной, а другой с 2-канальной схемой захвата/сравнения/PWM;
- восьмибитовый порт подключения клавиатуры с генерацией прерывания по каждой линии;
- восьмиканальный десятибитовый АЦП;
- два последовательных асинхронных канала с двойной буферизацией и возможностью работы в режимах RS485 или однопроводного полудуплексного канала;
- несколько источников тактирования: внутренний генератор на 8 МГц, внутренний генератор на 243 кГц, схема для подключения внешнего осциллятора или резонатора, множитель частоты;
- интерфейс шины I²C до 100 Кбит/с с режимом «мультимастер»;
- возможность внутрисхемной отладки через однопроводный интерфейс;
- наличие прерывания при снижении напряжения питания;

Таблица 2. Сравнительная характеристика двух чипов с открытой архитектурой

Название семейства	Производитель	Ядро микроконтроллера	Основные характеристики
MC1321x	Freescale	HCS08, 8 бит, 40 МГц, 2 такта на 1 цикл инструкции	Питание: 2,0...3,4 В
			Чувствительность приёмника: -92 дБм
			Максимальная мощность передатчика: +3 дБм
			Связь с RF-чипом по шине SPI
CC243x	Texas Instruments	8051, 8 бит, 32 МГц, 1 такт на 1 цикл инструкции	Питание: 2,0...3,6 В
			Чувствительность приёмника: -94 дБм
			Максимальная мощность передатчика: 0 дБм
			Связь с RF-чипом по параллельной шине
			Дополнительные особенности: аппаратный шифратор AES и генератор случайных чисел наличие DMA наличие CSMA-CA сопроцессора

- сторожевой таймер;
- функция детектирования недопустимого кода операции.

Характеристики чипа говорят о том, что он предназначен для довольно развитых приложений. В частности, с такими параметрами в чипе можно разместить малую операционную систему реального времени (RTOS), полный стек ZigBee, упрощенный стек TCP/IP, включая PPP, протоколы полевых шин, таких как MODBUS, обработку сигналов сложных сенсоров и т.п.

Интересна конструкция корпуса чипа (рис. 1). Корпус называется 71-pin LGA и имеет выводы в центральной части нижней поверхности, на которые выходят сигналы линий, соединяющих модем с микроконтроллером, в частности, прерывания и SPI-шины. Эти выводы можно не использовать, но они дают важную информацию о работе модема.

Бесплатная среда разработки, предоставляемая фирмой Freescale для микроконтроллеров серии HCS08, обладает эффективным компилятором языка C и совершенно избавляет от необходимости изучения языка Ассемблера для этих микроконтроллеров. Компилятор комплектуется полным набором стандартных C-библиотек, включая даже операции с 64-битовыми числами с плавающей точкой, что для таких восьмиразрядных микроконтроллеров, как HCS08, в общем-то, не характерно. А между тем числа с длинной мантиссой необходимы для некоторых GPS-приложений, очень удобны для построения эффективных БИХ-фильтров в разного типа сенсорах и т.п.

Готовые шаблоны, идущие в комплекте со средой разработки, также из-

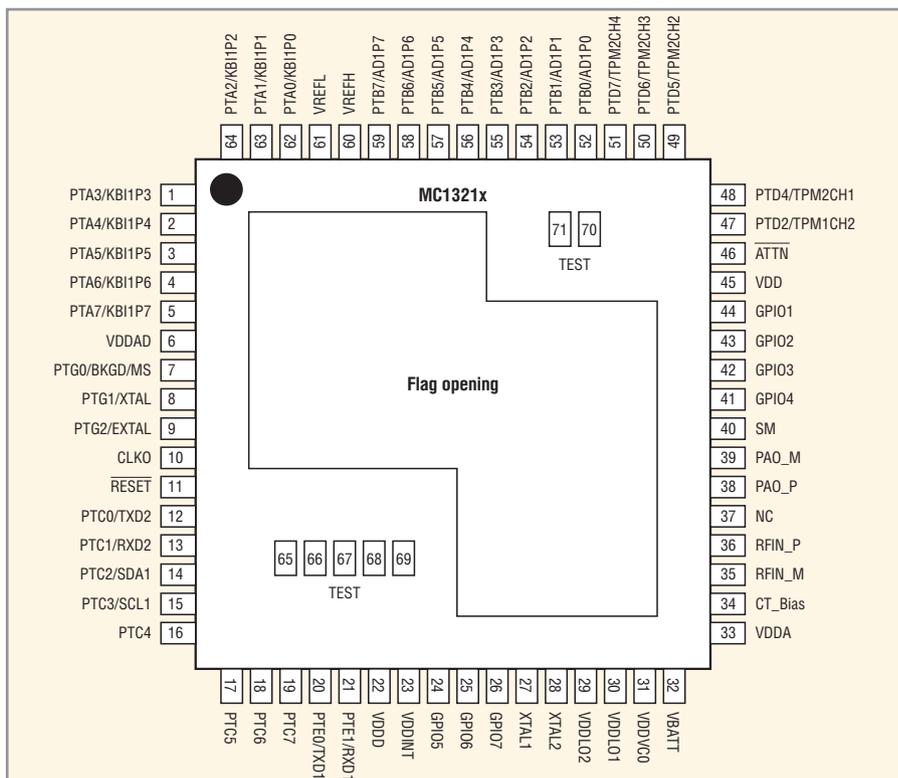


Рис. 1. Корпус чипа MC1321x

бавляют от необходимости настройки распределения памяти, написания процедур инициализации при старте программы и опций компилятора и отладки. Для специалистов, не имевших дела с микроконтроллерами HCS08, на освоение нового чипа достаточно будет нескольких дней.

Ограничения, вводимые бесплатной версией среды разработки, такие: размер кода не должен превышать 16 Кб и количество файлов в проекте не должно превышать определенной величины. Это не очень сильное ограничение: в такой размер можно вместить весьма функциональный код приёмопередатчика, а количеством файлов можно управлять.

Как видно из структурной схемы (рис. 2), радиомодем и микроконтроллер в чипе связаны довольно небольшим количеством сигналов. Это может значительно облегчить отладку работы протокола обмена при определённых ситуациях.

Отправить или получить пакет данных в чипе MC1321x очень просто. Для этого надо проинициализировать несколько регистров: инициализировать сигналы ввода/вывода в неконфликтное состояние, установить мощность передатчика, установить канал передачи, разрешить сигналы уведомления о событиях в модеме и после этого (в случае отправки пакета) записать данные пакета в буфер-



ЦИФРОВЫЕ МЕГАОММЕТРЫ E6-24, E6-24/1

- Измерение сопротивления изоляции до 10 ГОм
- Испытательные напряжения 100, 250, 500, 1000, 2500 В
- Измерение переменного напряжения
- Автоматический расчет коэффициента абсорбции
- Программируемое время измерения
- Высокая помехоустойчивость
- Работа в жестких климатических условиях (от -30°C)



РАДИО-СЕРВИС
научно-производственная фирма

внесены в ГОСРЕЕСТРЫ СИ России, Казахстана и Узбекистана

ЧАСТОТОМЕРЫ ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЕ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ЧЗ-83, ЧЗ-83/1

- Измерение временных характеристик синусоидальных и импульсных сигналов в диапазоне частот до 2,4 ГГц.
- Возможность сравнения исследуемого сигнала с эталоном по двум параллельным каналам.
- Измерение ухода частоты за период измерения.
- Измерение длительности и скважности импульсов.
- Подсчет количества импульсов за период измерения.
- Выдача высокостабильного сигнала опорной частоты.
- Высокая точность измерений.
- Высокоинформативный графический дисплей.
- Интерфейс RS-232C.
- Программное обеспечение позволяет создавать массивы данных для последующего анализа.



426033, г. Ижевск, а/я 4579, ул. Пушкинская, 268, тел: (3412) 43-91-44
факс: (3412) 43-92-63, e-mail: office@radio-service.ru, www.radio-service.ru

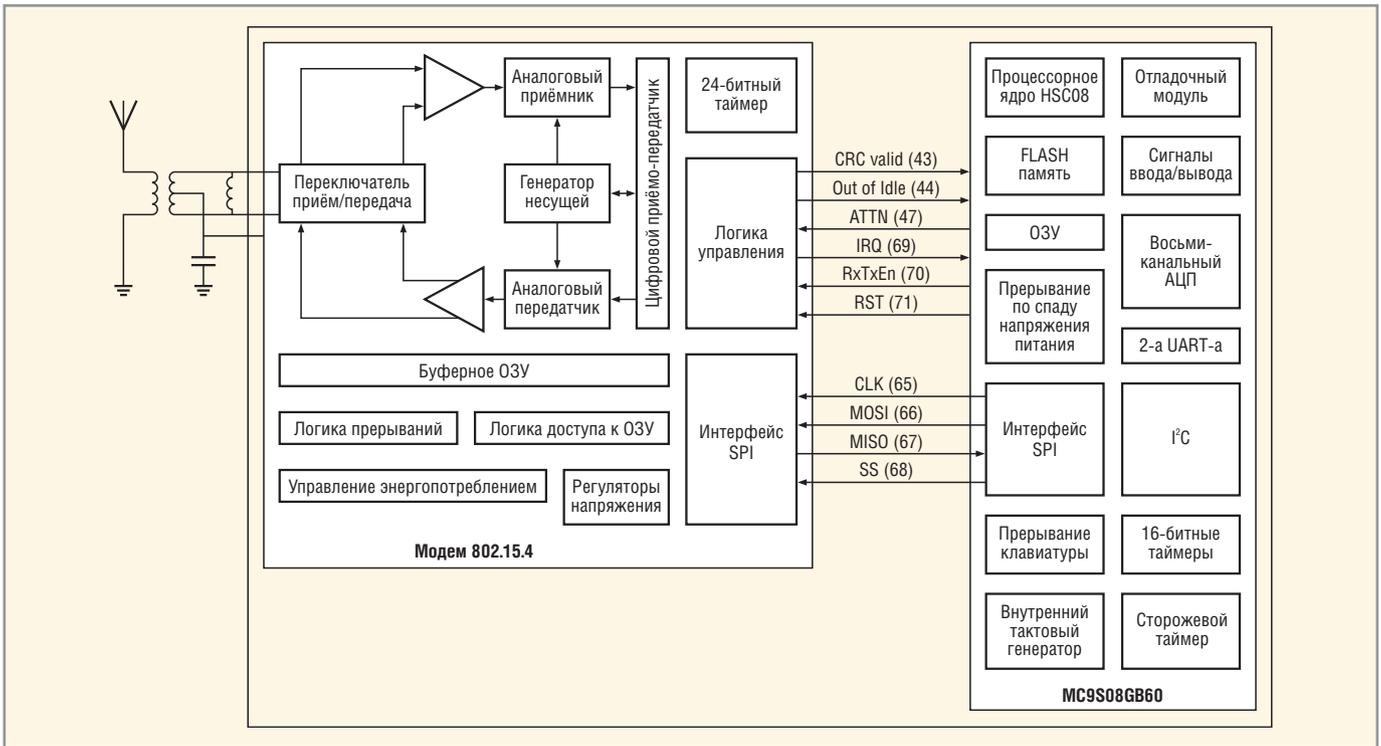


Рис. 2. Структурная схема чипа MC13213 и связи его частей

ное ОЗУ модема, установить режим передачи и дать сигнал отправки (RxTxEn). Остальное модем проделает автоматически: сформирует полный пакет с преамбулой и контрольной суммой, запустит кодирование и модуляцию, передаст пакет в эфир, выключит режим передачи, выставит сигнал прерывания и флаг в регистре статуса о завершении передачи.

Как видно, процесс гораздо проще, чем при работе с обычными однокристалльными чипами приёмопередатчиков.

При приёме всё происходит так же просто: надо установить нужный канал и режим приёма и ждать сигнала прерывания, уведомляющего о том, что пакет принят. По сигналу прерывания считывают те регистры состояния, где модемом устанавливается флаг правильности контрольной суммы. Если контрольная сумма пра-

вильная, считывают длину принятого пакета и сами данные пакета из буферного ОЗУ модема.

ОТКРЫТОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Компания Freescale за определённую плату предлагает полный стек ZigBee в виде скомпилированных библиотек, бесплатную реализацию протокола IEEE 802.15.4 в виде скомпилированных библиотек и реализацию простого протокола обмена SMAC в виде исходных текстов. Для собственной разработки, разумеется, лучше всё иметь в виде исходных текстов. Поэтому рассмотрим особенности SMAC.

В сущности, SMAC позволяет отправить и получить пакеты таким же образом, как было описано выше, но делает это несколько сложнее из-за стремления к послойной архитектуре, декларируемой принципами ISO. В SMAC нет механизмов адресации, уведомления о приёме и других атрибутов, характерных для сетевого взаимодействия. Пакеты SMAC почти полностью совпадают с физическим пакетом IEEE 802.15.4 и отличаются лишь тем, что в начало отправляемых пакетов вставляется два байта, которые не позволяют спутать пакеты SMAC с пакетами MAC-уровня, описанными в стандарте IEEE 802.15.4.

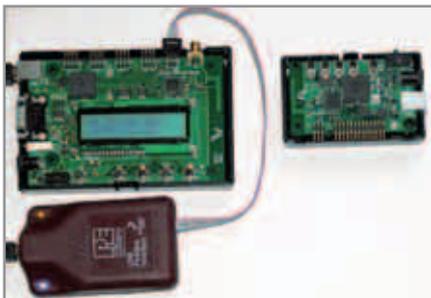


Рис. 3. Комплект разработки и отладки программного обеспечения для MC13213 фирмы Freescale

Другой особенностью SMAC является принцип всей обработки поступающих и передаваемых данных в процедуре обслуживания прерывания, включая длинные обмены по SPI с программным опросом (полингом). Такой принцип предполагает, что пользователь SMAC в свою очередь тоже перенесёт все важные процедуры своего приложения в обработчики прерываний. Разработчики SMAC при этом указывают, что их протокол использует прерывание с низким приоритетом.

Такой принцип хорош для простых приложений, но для более сложных характерно применение RTOS, где выполнение длинных процедур в обработчиках прерываний крайне нежелательно. Базируясь на исходных текстах SMAC, автор разработал свой вариант библиотеки работы с чипом на физическом уровне и уровне передачи пакетов SMAC. На рис. 3 показан внешний вид комплекта разработки и отладки программного обеспечения для чипа MC13213.

В дополнительных материалах к статье на сайте журнала можно найти простой тестовый проект, позволяющий тестировать качество и дальность связи, а также сканировать частотные каналы IEEE 802.15.4 на предмет наличия посторонних помех. ©

Продолжение следует

Новости мира News of the World Новости мира

Высоковольтные интегральные схемы стабилизаторов для регулирования тока светодиодов

Высоковольтная интегральная схема стабилизатора для неизолированных AC/DC-приложений, в которых требуется несколько светодиодов в одной схеме, создана фирмой International Rectifier. Микросхема может применяться в системах сигнализации в зданиях и на улице, а также для архитектурной декоративной подсветки. Микросхемы семейства IRS254x на номинальное напряжение 200 или 600 В содержат постоянно работающий понижающий стабилизатор с временной задержкой для регулирования среднего тока нагрузки с допуском 5% и источник опорного напряжения. Рабочая частота понижающего стабилизатора до 500 кГц, пусковой ток менее 500 мА. Предусмотрена схема управления во вторичной цепи для варианта с синхронным выпрямлением. К дополнительным функциям относятся автоматический повторный запуск и безопасное отключение. Элемент размещён в 8-контактном корпусе DIP или в 8-контактном корпусе SOIC.

www.irf.com

Интегральные схемы распределителей тактовых импульсов с 14 каналами

Компания Analog Devices представляет интегральные микросхемы синхронизации AD9516, распределяющие тактовые импульсы по 14 каналам с фазовыми флуктуациями менее 1 пс. Микросхемы содержат синтезатор, два опорных входа, ГУН, программируемые делители, регулируемые линии задержки и 14 делителей тактовой частоты с уровнями LVPECL, LVDS и CMOS. ГУН микросхемы AD9516-0 работает в диапазоне 2,60...2,95 ГГц, ГУН других вариантов микросхемы (например, AD9516-4) работают в диапазоне 1,50...1,90 ГГц.

Все представители семейства AD9516 могут использоваться и в сочетании с внешним ГУН до частоты 2,4 ГГц. Помимо



этого все модели содержат шесть LVPECL-выходов, работающих вплоть до максимальной частоты ГУН, а также выходы, которые могут программироваться на уровень LVDS (до 4 выходов) или CMOS (до 8 выходов). В режиме LVDS выходы работают до частоты 1 ГГц, а в режиме CMOS возможна работа до 250 МГц. Элементы AD9516-0/1/2/3/4 предлагаются в 64-контактном корпусе LFCSP размером 9 × 9 мм.

www.analog.com

Семейство управляющих интегральных схем для высокотемпературных приложений

Фирма Atmel сообщила о наличии трёх управляющих интегральных микросхем для высокотемпературных приложений (AECQ100, Grade 0). Интегральные микросхемы предназначены для использования в мостовых схемах управления моторами постоянными тока. ATA6824, ATA6827 и ATA6832 могут выдерживать исключительно высокие температуры до 200°C и окружающие температуры до 150°C. ATA6827 является полностью защищённой строенной полумостовой управляющей схемой с интегрированными мощными каскадами с выходным током до 1 А. Режимы работы «вперед», «назад», «торможение» и «стоп» управляются через интерфейс SPI. Благодаря рабочей частоте 25 кГц микросхемы ATA6832 управление двигателями постоянного тока не сопровождается характерным акустическим шумом.



Если требуются более высокие выходные токи, рекомендуется микросхема ATA6824. В дополнение к функции мостовой схемы управления, микросхемы содержат стабилизатор напряжения для питания микроконтроллера, Window-Watchdog и последовательный интерфейс. ATA6824 содержит логику управления двигателями, микроконтроллером должны вырабатываться только команда направления и ШИМ-сигнал частоты оборотов. Все микросхемы имеют несколько функций защиты.

www.atmel.com

Интегральная схема управления питанием с кнопками включения/выключения

Компания Linear Technology представляет LTC2952, интегральную схему управления питанием с кнопками включения/выключения. Функция управления питанием реализуется двумя PowerPath-контроллерами для приложений, в которых требуется идеальная диодная схема ИЛИ для распределения нагрузки или автоматического переключения двух источников входного напряжения. Коммутация с малыми потерями происходит под управлением двух внешних р-канальных МОП-транзисторов с напряжением в открытом состоянии 20 мВ и может подстраиваться под соответствующее приложение.

Контроллер кнопок обеспечивает включение/отключение DC/DC-преобразователей, поддерживает логику прерываний процессора и обеспечивает регулируемую задержку включения и выключения для подавления дребезга. При выключении LTC2952 посылает на системный процессор прерывание, чтобы мягко отключить систему. Чип работает от напряжения 2,7...28 В. Элемент специфицирован для коммерческого и промышленного температурного диапазона, предлагается в 20-контактном корпусе TSSOP и в корпусе QFN размером 4 × 4 мм.

www.linear.com

WiMAX-трансиверы

Фирма NXP Semiconductors объявляет о полностью интегрированном семействе WiMAX-трансиверов для мобильных и портативных приложений. Версия UXF23480 (2,3...2,4 ГГц) нацелена на северо-американский и австралийский рынки, UXF23460 (2,5...2,7 ГГц) предназначена для использования на Тайване, в Японии, в Северной Америке и Европе. Трансиверы совместимы через стандартные аналоговые входы/выходы и последовательные интерфейсы со множеством базовых чипов.

www.nxp.com

