

ПРОСТОЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ И НАСТРОЙКИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

ДЭВИД ЭВИНГ (DAVID EWING), директор отдела разработки программ, компания Synapse

В статье описываются базовые концепции построения беспроводной сети, а также обсуждаются альтернативные варианты решений, в том числе инновационная самоформирующаяся РnР-сеть.

В настоящее время в мире наблюдается экспоненциальный рост использования беспроводных решений для мониторинга и управления в сетях промышленной автоматизации, в коммерческих и домашних приложениях, в системах безопасности.

Существует ряд беспроводных технологий для организации интеллектуальных сетей из устройств, с которыми мы повседневно имеем дело. Многие решения основываются на спецификации, принятой альянсом ZigBee (www.zigbee.org).

Технология ZigBee используется для развертывания сложных беспроводных сетей, но нельзя недооценивать количество времени, других ресурсов и труда, потраченных на проектирование, создание, конфигурацию и управление решениями на основе ZigBee. Для того чтобы обеспечить поддержку высокоу-

ровневых процедур и режимов, представляющих интерес для относительно небольшого числа пользователей, для работы сетей ZigBee требуется достаточно большой объем памяти и энергоресурсов. В статье рассматриваются альтернативные варианты замены таких сетей.

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Как видно из рисунка 1, типичная беспроводная сеть состоит из ряда элементов. Входная часть сети управляется административной программой (администратором), работающей на главном компьютере. Сначала эта программа используется для конфигурации других элементов, образующих сеть. Затем она отслеживает значения, поступающие в сеть от датчиков, и контролирует исполнительные механизмы (реле, переключатели и т.д.), которые управляют внешними устройствами.

Главный компьютер соединяется с координатором, который используется для согласования трафика средств беспроводной связи с другими элементами сети. Большую часть работы в сети выполняют оконечные устройства, на которые с датчиков поступает внешняя информация. Эти устройства управляют исполнительными механизмами. При необходимости один или более повторителей/маршрутизаторов (не показано на рисунке 1) используются для расширения сети (см. также в этой статье раздел «Альтернативные сетевые топологии»).

Каждый из блоков координатора, оконечного устройства и повторителя снабжен радиочастотным беспроводным модулем (RF Engine), который отвечает за прием и отправку пакетов данных. Этот модуль также выполняет проверку ошибок и восстановление данных. В системах безопасности модуль RF Engine также занимается дешифровкой получаемых данных.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СЕТЕВЫЕ ТОПОЛОГИИ

Входящие в состав сети устройства можно соединить различными способами. Простейшая конфигурация сети — топология «Звезда» — показана на рисунке 2. В этом случае координатор напрямую соединяется с оконечными устройствами (для простоты на рисунке изображено только несколько оконечных устройств, тогда как в реальной сети их количество доходит до нескольких тысяч).

При увеличении ранга сети до топологии «Дерево» используются повторители (см. рисунок 3). Помимо оконечных устройств, координатор также подключен к одному или более повторителям. В свою очередь, повторитель может поддерживать собственный ряд оконечных устройств и — если требуется — один или более дополнительных повторителей. Таким образом, в данной топологии возможно подключение устройств цепочкой.

Наиболее сложная конфигурация сети — ячеистая (см. рисунок 4). В этом случае для установления связи используются



Рис. 1. Основные блоки, формирующие беспроводную сеть

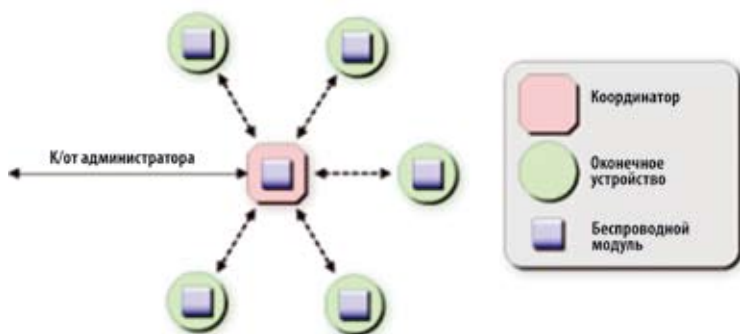


Рис. 2. Сетевая топология «Звезда»

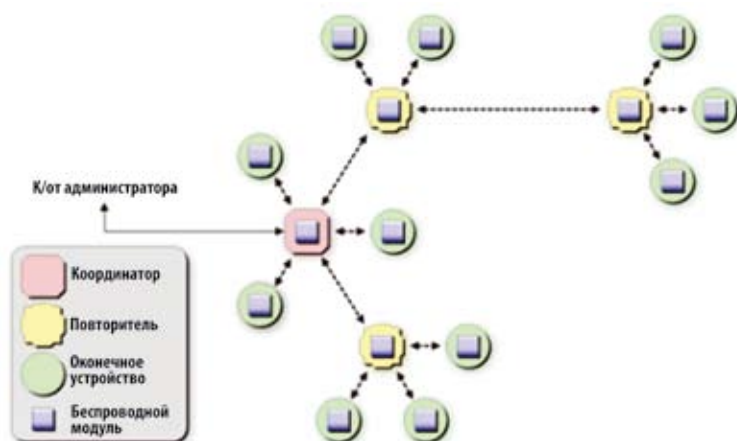


Рис. 3. Сетевая топология «Дерево»

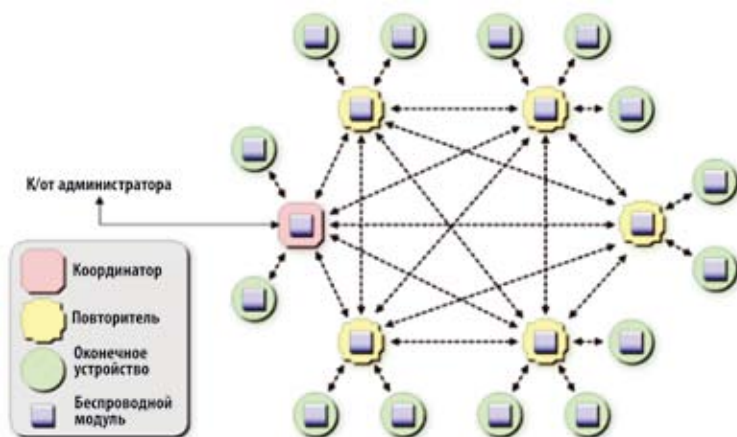


Рис. 4. Ячеистая топология сети



Рис. 5. Основные элементы РЧ-модуля

маршрутизаторы. Их можно рассматривать как более сложные устройства, чем повторители в древовидной топологии. Такая конфигурация обладает большой избыточностью и находит применение не только в некоторых критических случаях, но и в широком ряде приложений.

Следует сказать о том, что в отношении преимуществ и возможностей использования ячеистых сетей на основе технологии ZigBee существует множество неясных вопросов. Одним из самых больших недоразумений является представление о том, что каждое оконечное

GEMBIRD®
Gembird
components

Подробнее на сайте:
www.gembirdcomponents.ru

РЕЗИСТОРЫ:

- Чип-резисторы (0603; 0805; 1206 1% 5%)
- Постоянные резисторы (углеродопленочные; металлопленочные)
- Проволочные цементные
- Резисторные сборки SIP (аналог HP1-4-9M)
- Переменные резисторы

КВАРЦЫ:

- Кварцевые резонаторы (корпус стандартный; усеченный; SMD; ПАВ -20/+70°C; -45/+85°C)
- Кварцевые резонаторы часовые
- Керамические резонаторы

КОНДЕНСАТОРЫ:

- Электролитические 85°C; 105°C
- Керамические многослойные выводные радиальные MLCC (аналог K10-17Б)
- Чип-керамические многослойные (0603, 0805, 1206, 16V, 25V, 50V, 63V)
- Чип-танталовые конденсаторы (A B C D)
- Керамические дисковые

ДИОДЫ:

- Диоды Шоттки
- Высокочастотные
- Супербыстродействующие
- Ультрабыстродействующие
- Высококачественные
- Быстродействующие
- Выпрямительные
- Высоковольтные
- Диоды
- Высокоскоростные переключаемые
- Стабилитроны
- Диодные матрицы
- Диодные мосты
- Светодиоды

ВАРИСТОРЫ

ТРАНЗИСТОРЫ

Представительство
Gembird в России:
тел.: (495) 231-49-89
e-mail: info@gembird.ru



Рис. 6. ZigBee MAC-уровень и стек ZigBee

устройство в ячеистой топологии может работать как маршрутизатор, направляющий поток данных по сети. Однако это ошибочное мнение, как видно из рисунка 4. На самом деле каждое оконечное устройство должно установить связь с главным координатором или с локальным маршрутизатором. Это означает, что в случае отказа маршрутизатора любое оконечное устройство, связанное с ним, получает доступ к другому ближайшему маршрутизатору. Во многих случаях древовидная конфигурация может обеспечить тот же уровень избыточности, что и ячеистая топология.

PHY-, MAC-УРОВНИ И СТЕКИ

Как видно из предыдущих рисунков, каждый блок — координатор, повторитель/маршрутизатор, оконечное устройство — использует беспроводной модуль RF Engine для установления радиочастотной связи. Каждый PC-модуль включает аппаратную и программную части (см. рисунок 5).

Физический уровень PHY является самым низким сетевым уровнем. Это та часть сети, которая передает и принимает PC-сигналы. PHY-уровень сетей ZigBee, Simple MAC и SNAP-решений, далее описанных в этой статье, основан на стандарте IEEE 802.15.4.

Термином «стек» называется программное обеспечение (ПО), определяющее протоколы и пакеты данных и управления, которые передаются по сети. Уровень MAC (Media Access Control — управление доступом к среде) связывает этот стек с внешними устройствами. По отношению к оконечному устройству прикладной уровень отвечает за отслеживание сигналов от датчиков и контролирует исполнительные механизмы. Уровни MAC, стека и прикладной уровень работают на микропроцессоре беспроводного модуля.

ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ZIGBEE

Многие инженеры считают, что ZigBee и IEEE 802.15.4 — одно и то же, но это не так. ZigBee означает особую реализацию стека, относящуюся к верхней части



Рис. 7. Готовое решение ZigBee в сравнении с заказными MAC-уровнем и стеками

PHY- и MAC-уровней стандарта 802.15.4. Однако верно, когда MAC-уровень стандарта 802.15.4 зачастую называют ZigBee MAC-уровнем (см. рисунок 6).

Уже стала привычной реклама, в которой хвастливо заявляется о легком построении беспроводной сети на базе технологии ZigBee. Однако многие заказчики на своем печальном опыте убедились в том, что проектирование, развертывание и настройка ZigBee-сетей представляют собой непростую задачу. В действительности, не существует простых способов создания беспроводных сетей ZigBee и готовых ZigBee-решений — имеется лишь типовое оборудование ZigBee, используемое в качестве отправной точки для встраивания в работающее решение. На осуществление этой задачи может потребоваться известное количество финансовых и инженерных средств и до девяти (или более) месяцев труда.

MAC и стек ZigBee вместе занимают около 60 Кбайт памяти и потребляют сравнительно большое количество электроэнергии. Кроме того, разработчик должен создать прикладной уровень для сопряжения стека ZigBee с внешними устройствами. Для разработки и развертывания прикладного уровня требуется не только высокая квалификация инженеров, но и большое количество времени и других ресурсов. При создании экономичных систем с ограниченными размерами памяти относительно большой объем стека и MAC-уровня может существенно снизить размер памяти, доступной для прикладного уровня.

Основные **преимущества** полного решения ZigBee:

- оно поддерживает топологии «Звезда», «Дерево», «Ячейка»;
- оно поддерживает высокоуровневые протоколы, облегчающие совместимость;
- оно поддерживает кодировку;
- это открытый стандарт.

Основные **недостатки** полного решения ZigBee:

- большой размер кода и памяти, что ограничивает память, выделяемую на прикладной уровень;



- невысокая производительность на 8-разрядных микропроцессорах;

- высокие требования к ОЗУ для повторителей и маршрутизаторов;

- требуется высокая инженерная квалификация для создания прикладного уровня;

- требуется большой опыт по настройке сети и ее управлению;

- ограниченная пропускная способность;

- относительно высокое энергопотребление;

- поддерживаемые высокоуровневые протоколы на текущий момент недостаточно проработаны и не в полной мере годятся для приложения;

- это открытый стандарт; изделия должны пройти сертификацию на совместимость;

- требуется девять месяцев (или более) для разработки и тестирования нового решения.

ЗАКАЗНЫЕ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ SIMPLE MAC-УРОВНЯ

В качестве альтернативы «готовому» ZigBee-решению, обсуждавшемуся в предыдущем разделе, некоторые разработчики создают заказные сети. Обычно для этого требуется получить лицензию и видоизменить существующий уровень Simple MAC на Custom MAC, а затем разработать стек Custom Stack и прикладной уровень (см. рисунок 7).

Основные **преимущества** заказного решения:

- небольшой размер кода — 16 байт на MAC-уровень и стек (на MAC-уровень обычно выделяется около 2, на стек — около 14 Кбайт);

- хорошо функционирует на 8-разрядных микропроцессорах;

- разумное энергопотребление;

- бесплатно;

- не требует сертификации.

Основные **недостатки** заказного решения:

- заказной MAC-уровень сам по себе является незаконченным решением. Как говорилось в разделе «PHY-, MAC-уровни и стеки», MAC-уровень составляет часть



Рис. 8. Сеть ZigBee в сравнении с заказным решением и SNAP MAC и стеками

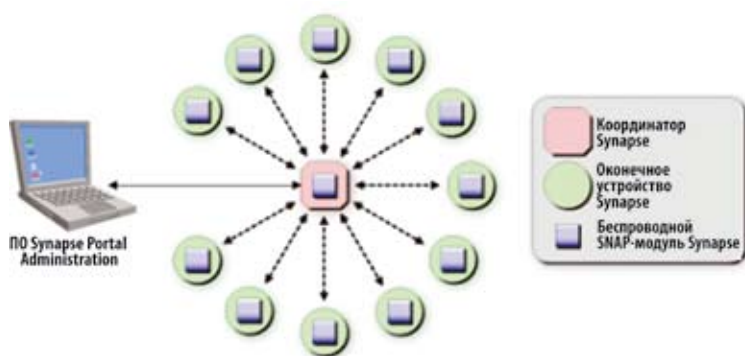


Рис. 9. Сеть на базе протокола SNAP

системы, сопрягающую физический уровень со стеком, и потому необходимо также создать заказной стек и прикладной уровень;

- требуется большой опыт создания специализированного сетевого ПО;
- не обеспечивается совместимость;
- требуется один-два (или более) года для разработки и тестирования нового решения.

Для того чтобы облегчить установку и использование беспроводных сетей, компания Synapse (www.synapse-wireless.com) предлагает полный набор экономичных готовых беспроводных решений, включающих координаторы, повторители, оконечные устройства, РЧ-модули и интуитивно-понятное компьютерное приложение Synapse Portal по управлению сетью.

Как видно из рисунка 8, основным отличием от стандартных сетей является использование протокола SNAP (Synapse Network Appliance Protocol — протокол для сетевого оборудования компании Synapse). Этот протокол обеспечивает высокую производительность, низкое энергопотребление и небольшой объем памяти, что позволяет быстро создавать и конфигурировать интеллектуальные беспроводные сети, не обладая большим опытом по их установке.

Сети на базе SNAP являются самоформирующимися: при включении повторителя или оконечного устройства они

автоматически опознаются координатором Synapse Coordinator и интегрируются в сеть без участия пользователя (см. рисунок 9).

Для SNAP-сети не требуется времени и других ресурсов для создания прикладного уровня. Как только оконечное устройство подсоединяется к этой сети, программа-администратор Synapse Portal настраивает его режим работы. Например, эта настройка задает следующую функцию оконечного устройства:

«В случае если показания датчика на оконечном устройстве А выйдут за диапазон значений от xxx до ууу, необходимо выключить реле на оконечном устройстве Б».

Беспроводной модуль Synapse RF Engine в зоне прямой видимости обеспечивает доставку данных до 3 миль, а SNAP-сети можно организовать по звездообразной или древовидной топологии. В случае последней конфигурации размер сети, использующей подключенные четырех повторителей цепочкой (см. рисунок 10), может составить до 15 миль.

Как уже говорилось, ячеистая конфигурация сети обеспечивает большую избыточность и используется не только для выполнения некоторых критических задач, но и в широком кругу приложений. Во многих случаях SNAP-сеть обеспечивает тот же уровень избы-



Компания «СЕМИТЭКС»

Оптовые поставки

- выпрямительные мосты,
- выпрямительные диоды общего применения
- быстровосстанавливающиеся диоды
- супер быстровосстанавливающиеся диоды
- ультра быстровосстанавливающиеся диоды
- диоды Шоттки
- стабилитроны
- слабосигнальные переключающиеся диоды
- диакы
- защитные диоды
- биполярные транзисторы

Производитель
YANGJIE ELECTRONIC



ISO 9001:2000 cert. №1234

Представительства компании «СЕМИТЭКС»:

Санкт-Петербург,
ул. Учительская, д. 23,
офис 206
+7(812)324-23-50
spb@semitex.ru

Москва,
ул. Новопоселковая,
д. 6, стр. 40
+7(495)363-62-99
+7(495)540-76-37
art@semitex.ru

www.semitex.ru

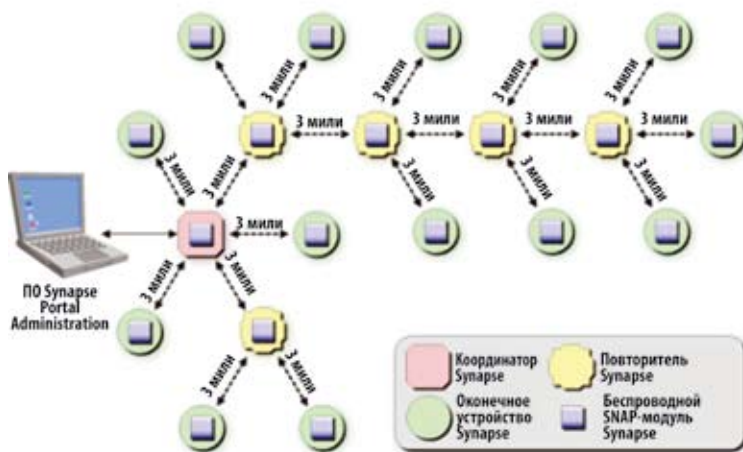


Рис. 10. Размер Synapse SNAP-сети может составить до 15 миль



Рис. 11. Высоконадежная SNAP-сеть с древовидной топологией

точности, что и топология «Ячейка». Это достигается за счет дублирования повторителей, например так, как показано на рисунке 11.

В этом случае в непосредственной близости от повторителя в стандартной сети устанавливается резервное устройство. В действительности, из этих устройств основным для определенного узла сети автоматически оказывается то, которое включается первым. Так происходит потому, что именно это устройство «увидят» и «зафиксируют» все последующие и предшествующие повторители, а также все локальные оконечные устройства.

После включения резервного повторителя он автоматически войдет в состав самоформирующейся сети. Его «увидит» последующий повторитель — тот, который ближе к координатору, однако это резервное устройство будет проигно-

рировано всеми локальными оконечными устройствами и предшествующими повторителями.

Предположим, что по какой-то причине произошел отказ в работе основного повторителя. В этом случае, как только его локальные оконечные устройства и предшествующие повторители «увидят», что основной повторитель не отвечает, они автоматически начнут поиск, пока не обнаружат и не подключатся к резервному повторителю.

Наконец, помимо того что на SNAP MAC и SNAP-стек требуется всего 16 Кбайт памяти, эта технология рассчитана на экономичные приложения. Оконечное SNAP-устройство, включая встраиваемый РЧ-модуль, потребляет всего 47 мкА. Это означает, что данные блоки могут питаться от батареи на протяжении всего срока ее годности.

Основные преимущества решения на базе протокола SNAP:

- небольшой размер кода — около 16 Кбайт для MAC-уровня и стека;
- небольшое время ожидания и высокая пропускная способность;
- малое энергопотребление;
- оно хорошо функционирует на недорогих 8-разрядных микропроцессорах; например, процессор обладает достаточными возможностями, чтобы обеспечить требования безопасности в соответствии с AES-стандартом (Advanced Encryption Standard — улучшенный стандарт шифрования);

– это готовое, самоформирующееся PnP-решение, которое:

- не требует времени на установку;
- принимает стандартные значения по умолчанию;
- позволяет автоматически обнаруживать новые модули и интегрировать их в сеть;
- для установки сети не требуется специалист по работе с сетевым ПО или с PNY-уровнем;
- не требуется сертификация.

Основные недостатки решения на базе протокола SNAP:

- это не открытый стандарт;
- это не бесплатное (хотя и чрезвычайно доступное) решение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, одним из альтернативных вариантов ZigBee является организация сети на базе протокола SNAP. Это высокопроизводительное экономичное решение, требующее небольшого объема памяти. SNAP-сети обладают возможностью к самостоятельному формированию: при включении повторителя или оконечного устройства они автоматически опознаются координатором Synapse и интегрируются в сеть без участия пользователя. Кроме того, для SNAP-сети не требуется времени и других ресурсов для создания прикладного уровня — как только оконечное устройство подсоединяется к сети, программа-администратор Synapse Portal настраивает его режим работы с помощью простых команд. В результате, любой инженер может создать и настроить интеллектуальную беспроводную сеть «в мгновение ока», не имея соответствующего опыта работы.

СОБЫТИЯ РЫНКА

| ЗЕЛЕНОГРАД ПРЕДСТАВЛЕН В ГЛОБАЛЬНОМ ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ АЛЬЯНСЕ | Генеральный директор зеленоградского завода «Микрон» Геннадий Красников вошел в состав Совета руководителей из стран Европы, Ближнего Востока и Африки (EMEA Leadership Council) Глобального полупроводникового альянса (The Global Semiconductor Alliance, GSA).

GSA является ведущей международной полупроводниковой ассоциацией, основанной в 1994 г. в США. Она объединяет интересы компаний как не имеющих собственных производственных мощностей, так и производителей электронных компонентов для обеспечения полной цепочки поставок. В ассоциацию входят около 400 компаний, среди которых Intel Corporation, Samsung Electronics, Toshiba, STMicroelectronics, Freescale Semiconductors и другие.

www.russianelectronics.ru