

При нажатии на кнопку S1 текущее значение ШИМ на дисплее увеличивается на единицу и устанавливается флаг, разрешающий увеличивать значение ШИМ, индицируемое на дисплее. Одновременно запускается счетчик, организованный на R2, формирующий интервал 2 с. Если кнопка удерживается более 2 с, значение ШИМ, индицируемое на дисплее, увеличивается на 5 единиц за 1 с. Счет интервала времени, в течение которого происходит увеличение времени, организован в R1. При отпускании кнопки S1 все вышеуказанные счетчики обнуляются.

Аналогичным образом организована работа кнопки S2 для уменьшения значения ШИМ, индицируемого на дисплее. При нажатии на кнопку S2 текущее значение времени на дисплее уменьшается на единицу, а если кнопка удерживается более 2 с, значение индицируемого на дисплее времени уменьшается на 5 единиц за 1 с. Счетчики приведенного алгоритма для кнопки S2 организованы, соответственно, в регистрах R3 и R4.

В регистре R22 осуществляется выбор разрядов динамической индикации. При инициализации в R22 заносится число 0b00000001. При каждом обращении к подпрограмме обработки прерывания единица сдвигается влево, подготавливая включение следующего разряда. В подпрограмме также осуществляется проверка, не вышла ли единица за пределы разрядной сетки, т.е. после числа 0b00010000 в R22 загружается снова 0b00000001. Все флаги, которые используются при работе программы, выполнены в регистрах R24 и R25 (назначение каждого флага приведено в тексте программы, которая размещена на сайте журнала).

В схеме (рис.3) применены резисторы типа C2-33H-0,125, конденсаторы — K10-17a (C1...C3, C5) и K50-35 (C4). Потребляемый устройством ток не превышает 100 мА.

С.ПОЛТОРАК,
Н.СЕЛЕДНИКОВ,
эксперты компании Z-Wave.Me

Что такое Z-Wave?



Z-Wave — это распространённый радиопrotocol, предназначенный для домашней автоматизации. Использование устройств, поддерживающих Z-Wave протокол, позволяет создать систему “Умный дом”, не прибегая к прокладке проводов для передачи команд управления.

С помощью технологии Z-Wave можно решать следующие задачи:

- управление освещением (реле/диммеры), шторами, рольставнями и воротами;
- управление различными двигателями с питающим напряжением 10—230 В (жалюзи и др.);
- включение/выключение любых нагрузок до 3,5 кВт (модуль в розетку или встраиваемое реле);
- дистанционное управление с ПДУ;
- управление обогревом (электрические тёплые полы, электроды и радиаторы, термостаты для водяных клапанов радиаторов);
- управление кондиционерами (через ИК интерфейс, имитируя пульт);
- детектирование тревожных событий (датчики движения, открытия двери/окна, протечки, сухие контакты);
- мониторинг состояния (датчики температуры, влажности, освещённости);

- управление A/V аппаратурой (по протоколу Z-Wave или через ИК интерфейс, имитируя пульт);

- связь с любым программным обеспечением через ПК контроллер;

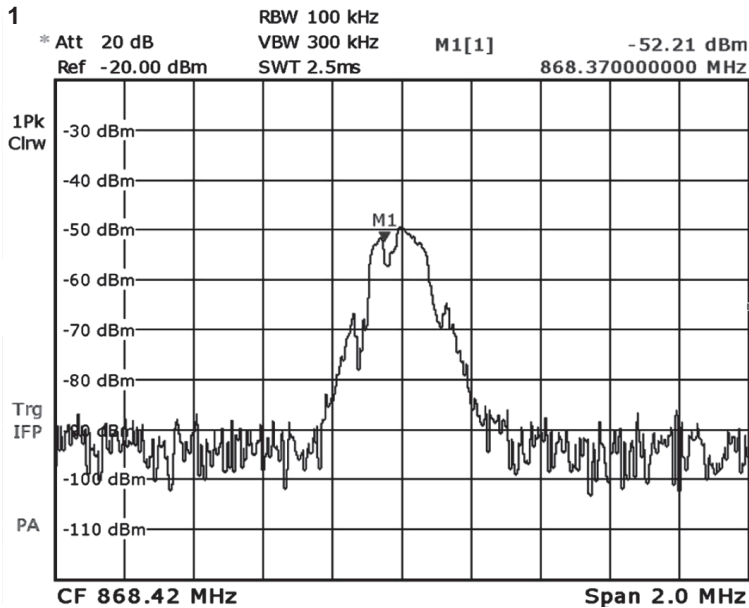
- сбор данных со счётчиков.

Хорошим подспорьем для создания домашней сети будет служить более 1000 устройств от большого количества производителей по всему миру. Сертификация Z-wave обязывает производителей соблюдать протоколы, делая, таким образом, устройства совместимыми между собой. Характерной особенностью Z-Wave является стандартизация от физического уровня до уровня приложения. Рассмотрим строение протокола, прибегнув для этого к OSI классификации.

Физический уровень

Передача данных (рис.1) осуществляется на частотах: 869,0 МГц — Россия; 868,42 МГц — Европа, страны СЕРТ, Китай, Сингапур, ОАЭ, ЮАР; 908,42 МГц — США, Мексика; 921,42 МГц — Австралия, Бразилия, Новая Зеландия; 919,8 МГц — Гонконг; 865,2 МГц — Индия; 868,2 МГц — Малайзия; 951-956 и 922-926 МГц — Япония.

Рис. 1



Модуляция FSK — частотная манипуляция.

Кодирование — NRZ и Manchester.

Скорость передачи — 40 кбит/с, 100 кбит/с и 9,6 кбит/с (для совместимости).

Сквозность — не более 1%.

Предельная мощность передачи — 1 мВт.

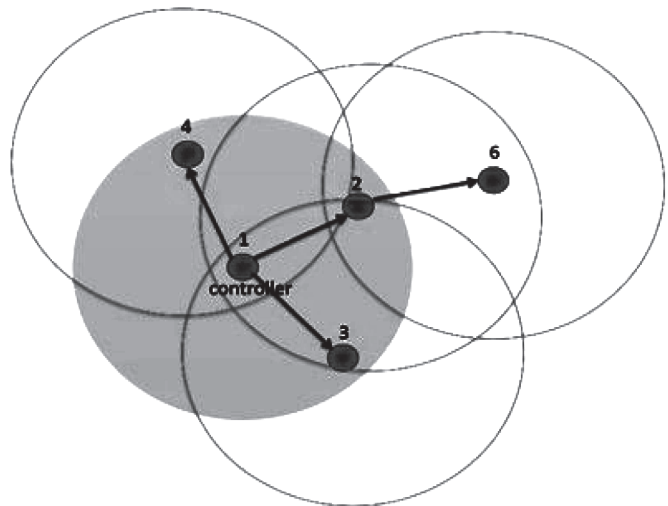
Канальный уровень

Используются пакеты с контролем целостности данных (контрольная сумма) и адресацией получателя и отправителя. В качестве получателя может использоваться multicast адрес или broadcast (в этом случае пакет принимается всеми участниками сети с включенным радиомодулем).

Сетевой уровень.

Протокол Z-Wave определяет алгоритм маршрутизации (рис.2), позволяющий передавать данные между устройствами вне прямой видимости. Все постоянно работающие узлы сети (бывают ещё спящие и “часто слушающие” узлы) могут участвовать в пересылке пакетов между другими участниками сети.

Рис. 2



Транспортный уровень.

На данном уровне (рис.3) Z-Wave гарантирует подтверждение достав-

ки и повторную отправку в случае, если пакет не был доставлен до получателя. Каждый узел, участвующий в пересылке, подтверждает факт получения сообщения. Получив пакет, конечный узел передаёт назад подтверждение доставки, которое путешествует назад тем же маршрутом до исходного отправителя. Таким образом, отправитель всегда знает, дошёл ли пакет до точки назначения или нет.

Сеансовый уровень.

Используется только при использовании шифрования, где определяются короткие сеансы с одноразовым ключом.

Прикладной уровень.

Z-Wave определяет алгоритм

интерпретации получаемых на прикладном уровне команд. Данный уровень описан набором **Классов Ко-**

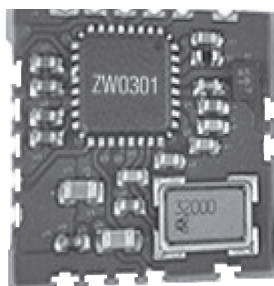
Рис. 3



манд (Command Classes). Для некоторых **Классов** существует несколько вариантов интерпретации команд, которые зависят от **Класса Устройства** (Device Class), определяющего тип устройства.

Классы Команд являются своего рода "кирпичиками", из которых строится сеть Z-Wave. Все команды в Z-Wave предельно компактно

Рис. 4



упакованы. Это нужно для уменьшения размера пакета, что положительно влияет на занимаемое в эфире время, а также на уменьшение потерь при передаче. Z-Wave предназначен для передачи коротких команд без открытия сессии, т.е. совсем не подходит для передачи потоковых данных. Максимальный полезный размер передаваемых данных составляет 46 байт (размер данных прикладного уровня без шифрования).

На чём же базируются Z-Wave устройства?

Решение на одном чипе.

В принципе, реализовать протокол можно было бы на любом железе, однако компания Sigma Designs (разработчик Z-Wave) здесь

предлагает собственное решение.

Модуль ZM3102 (см. **рис.4**) содержит в себе минимальный набор элементов для работы, а также, собственно, микросхему ZW0301, основанную на ядре Inventra, совместимом с Intel 8051.

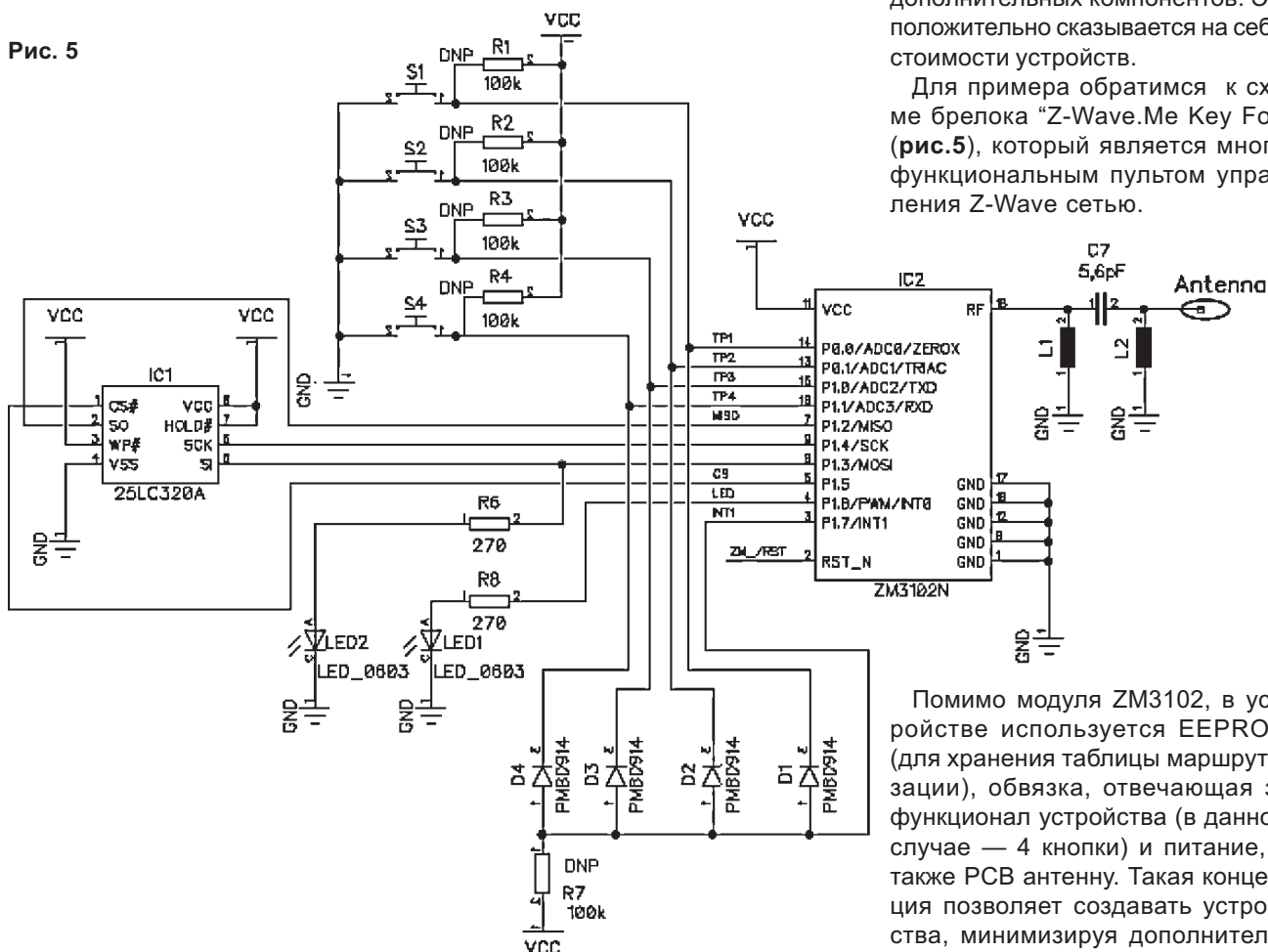
Данный чип обладает следующими характеристиками:

- 32 килобайта ПЗУ (Flash);
- 2 килобайта ОЗУ (SRAM);
- встроенные аппаратные SPI, UART, ШИМ (PWM) выходы, четыре 12-битных АЦП, Watchdog;
- режим пониженного энергопотребления (для устройств на батарейках);
- радиомодуль.

Такое многообразие функционала позволяет создавать устройства, используя минимальное количество дополнительных компонентов. Это положительно сказывается на себестоимости устройств.

Для примера обратимся к схеме брелока "Z-Wave.Me Key Fob" (**рис.5**), который является многофункциональным пультом управления Z-Wave сетью.

Рис. 5



Помимо модуля ZM3102, в устройстве используется EEPROM (для хранения таблицы маршрутизации), обвязка, отвечающая за функционал устройства (в данном случае — 4 кнопки) и питание, а также PCB антенну. Такая концепция позволяет создавать устройства, минимизируя дополнитель-

ные затраты и концентрируясь на его функционале.

Благодаря режиму пониженного энергопотребления микросхемы ZW0301(основы ZM3102), а это в большинстве случаев единственный серьезный потребитель в устройстве, большим плюсом Z-Wave устройств является продолжительное время работы от батареек.

Итак, в каких ролях могут выступать устройства в сети Z-Wave?

Организация сети

Чтобы иметь возможность отправлять команды управления, устройства необходимо предварительно объединить в сеть (рис.6).

Контроллер, с которого начинается построение сети, называется первичным контроллером и является координатором сети. Это единственный узел, способный включать в сеть новые узлы и исключать существующие. Он же хранит самую свежую информацию о топологии сети, может обновлять списки соседей и формировать маршруты во всех узлах сети. Первичный контроллер может быть только один в сети.

Дочернее устройство способно хранить маршруты к другим устройствам в сети, получая, таким образом, возможность самостоятельно инициировать отправку данных.

Каждый узел в сети характеризуется определенным набором классов команд.

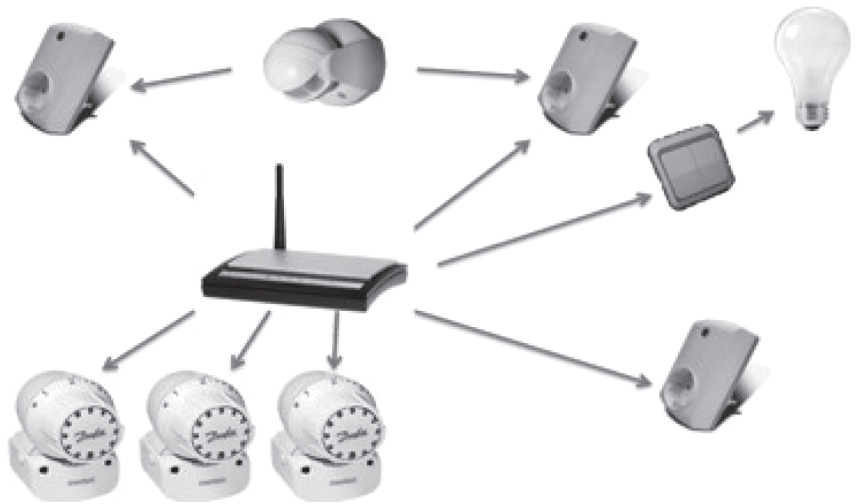
Классы команд

Все данные уровня приложения передаются в виде коротких пакетов следующего вида:

- Command Class ID;
- Command ID;
- специфические данные для команды.

Сначала идёт **Класс Команды**, потом команда в этом классе, далее данные специфичные для этой команды. Благодаря строгому стандарту, описывающему **Классы Команд**, устройства разных произво-

Рис. 6



дителей могут понимать друг друга без каких-либо проблем.

Возьмём для примера несколько наиболее популярных классов команд:

- **Basic** — самый популярный класс, позволяющий устройствам разного типа быть совместимыми на минимальном уровне;

- **Switch Binary / Switch Multilevel** — используются для управления освещением (реле/диммер), а также для управления моторами (для ставней или ворот);

- **Sensor Binary / Sensor Multilevel** — для бинарного датчика (открытия двери, протечки, дыма, движения) и многопозиционного датчика (температуры, освещённости, влажности);

- **Configuration** — позволяет менять некоторые заложенные производителем параметры устройств. Например, скорость диммирования света или чувствительность датчика движения;

- **Battery** — позволяет запрашивать заряд батареек устройств;

- **WakeUp** — для управление параметрами просыпания спящих устройств.

Надёжность

Z-Wave — это ячеистая сеть, где каждый узел знает окружающие его узлы и может направлять через них

пакеты. Использование маршрутизации позволяет успешно преодолевать препятствия между узлами, не позволяющими им общаться напрямую. Однако, перестановка мебели и другие изменения в обстановке, а также выход из строя одного из узлов могут привести к появлению нерабочих маршрутов. Поэтому их нужно периодически обновлять. Первичный контроллер может это делать профилактически раз в неделю или по запросу пользователя.

На пути следования может содержаться до 4 узлов передатчиков. Учитывая предельные расстояния между устройствами — 10–30 метров в прямой видимости (зависит от антенн), можно сказать, что предельная дальность доставки пакета — 40–120 метров. Естественно, при прохождении перекрытий и стен мощность сигнала существенно падает, что приводит и к уменьшению дальности передачи. На практике, 4-этажный дом общей площадью в 500 квадратных метров — это предел одной сети протокола Z-Wave с качественной передачей данных.

Безопасность

На этапе включения дочернего устройства в сеть, ему первичным

контроллером выдается уникальный Home Id, присущий именно этому контроллеру. После этого, включенное в сеть устройство перестает реагировать на команды других контроллеров, так что на программном уровне две Z-Wave сети в соседних квартирах невидимы друг для друга. Конечно, профессиональное оборудование позволяет расшифровывать пакеты и наблюдать за взаимодействием устройств в сети, однако, такое оборудование доступно далеко не всем, и о доступе к нему стоит сказать отдельно в следующем разделе.

Для устройств, безопасность работы которых жизненно необходима, в Z-Wave есть полноценное шифрование AES с длиной ключа 128 бит. Естественно, шифрование накладывает свои ограничения: оно работает медленнее, т.к. уже не достаточно просто отправить пакет — надо до этого обменяться одноразовыми ключами (nonce). Потому, шифрование реализовано пока только в оконных

системах, дверных замках, ПК контроллерах и других устройствах безопасности.

Создание новых устройств.

Для создания собственных устройств необходим **Набор Разработчика (SDK)**. Этот набор включает в себя как программное обеспечение (подготовленные библиотеки/документация и прочее), так и программатор вместе с платами для прототипирования. Такой набор сильно упрощает жизнь разработчиков, так как в поставляемом программном обеспечении уже реализован весь протокол Z-Wave до транспортного уровня включительно. Однако, стоимость такого набора пока довольно заметна для рядового потребителя.

В добавок к этому еще понадобится и компилятор C51 от компании Keil (ныне принадлежит ARM).

Конечно, это служит определенным ограничением для энтузиастов, однако множество компаний проявляют неподдельный интерес к технологии, и сейчас Z-Wave альянс

насчитывает более 250 членов, число которых постоянно растёт. Этот рост объясняется не только общим увеличением ажиотажа вокруг технологий “Умного дома”, но и теми возможностями, которые предоставляет Z-Wave протокол разработчикам.

Заключение

Ясно, что в ближайшем будущем “Интернет вещей” будет окружать нас на каждом шагу. Кухонная и домашняя электроника, системы сбора данных со счетчиков для экономики ресурсов, световое оборудование и системы безопасности — всё это уже сегодня объединяется в громадные интеллектуальные системы. Множество аналитиков делают смелые прогнозы относительно количества “умных” устройств в доме через десяток лет. Большинство крупных компаний уже включилось в гонку технологий. И Z-Wave, по мнению авторов, выглядит одной из наиболее перспективных и прогрессивных в этой отрасли.

Универсальное охранно-сигнальное устройство

С.ЮЗИК.

Квартира, дачный дом, гараж, автомобиль — все это сегодня требует надежных замков, крепких запоров.

Неумолимая статистика так называемых имущественных преступлений говорит о том, что эффективность борьбы с кражами, воровством пока чрезвычайно низка, и поэтому полагаться только на милицию в этом деле, увы, не приходится. Как же быть тем, кто уже не надеется ни на милицию, ни на крепкие дверные замки?

Предлагаемое для повторения

радиолюбителями универсальное охранно-сигнальное устройство предназначено для установки практически на любом из объектов, который необходимо защитить от взломов и хищений, от посягательства посторонних лиц на личное или государственное имущество. Устройство снабжено большим набором сервисных удобств, и по своим функциональным возможностям охватывает все виды организации охраны: от использования герконовых датчиков на косяках входных дверей и вибродатчиков типа ДИМК на стеклах

окон до противопожарных температурных датчиков и проводов неограниченной длины в петлевых шлейфах, действующих на разрыв.

Характерная особенность этого устройства состоит в том, что оно имеет автономное питание от батарей элементов напряжением 9 В и в дежурном режиме работы потребляет ток не более 30 мкА. Устройство снабжено блокировкой, имеющей программируемый код. “Ключом” этого кода являются два постоянных магнита — их расположение в “ключе” и определяет