

## **Беспроводные технологии на базе 32-х битных контроллеров.**

Первый вопрос, который возникает при появлении новости, о том, что кто-то выпускает 32 битный контроллер с встроенной беспроводной связью: «А зачем?»

Действительно. Слабое ядро контроллера, например 8051 – гарантия ультранизкого потребления. Ультранизкое потребление – это архиважный вопрос беспроводной связи.... Питание беспроводных устройств осуществляется посредством батареи, которая может быть и несъёмной, и служить в течение нескольких лет. Нет смысла беспроводного устройства, если для него требуются провода питания.

Отметим, что сейчас широчайшее применение получают беспроводные технологии устройств со слабой обработкой данных. Как правило, это различные датчики, сигнализаторы, контроллеры освещения и др. Задача контроллера в этих применениях простая: получить сигнал чувствительного элемента датчика (оцифровать) и отправить по радиоканалу полученные данные в приёмник. Вся обработка полученных данных ложится на приёмник. Энергопотребление для приёмного устройства, как правило, не является краеугольным камнем – поэтому приёмник может содержать мощный контроллер, который выполнит всю необходимую обработку. Собственно говоря, неплохо иметь готовое решение «мощный контроллер + беспроводная сеть». Отметим для себя это первое применение мощных контроллеров со встроенной беспроводной связью.

### **Применение номер два.**

Некоторые задачи могут потребовать быстрой реакции на получаемое воздействие. Скорость реакции определяется несколькими факторами: во-первых, скорость выхода контроллера из энергосберегающего режима, а во-вторых, скорость обработки данных с последующей их передачей. С первой задачей классические 8-ми разрядные контроллеры на базе ядра 8051 прекрасно справляются. Обеспечить выполнение второй задачи классический 8-ми разрядный контроллер не всегда способен. Всё зависит от сложности алгоритма обработки данных. В ситуации, когда требуется серьёзный вычислительный процесс (например, преобразование Фурье) и быстрая реакция, разработчик будет вынужден придумывать алгоритмы работы системы, разгружающие слабые вычислительные возможности 8-ми битного контроллера. Как правило, такие алгоритмы в конечном итоге ухудшают потребительские свойства готового продукта. Использование 32-битных контроллеров с мощным ядром (например, ARM) – стратегически решает задачу скорости обработки данных. Задачи по быстрому выходу из энергосберегающего режима и ультранизкому потреблению в режиме сна, легко решаются посредством современных технологий производства процессоров. Намного проще заставить ARM – контроллер меньше потреблять и быстро выходить из энергосберегающего режима, чем добиться высокой производительности от ядра 8051.

### **Проблемы, которых пока нет.**

Беспроводные технологии бурно развиваются. Понятно почему, это удобно, а массовое производство сводит цену такого решения, практически, до уровня классических проводных технологий. Среда, проводящая информацию, передаваемую беспроводным способом одна – эфир. Пока что можно разделять каналы связи по частотам и ограничением передаваемой мощности сигнала. Этого достаточно – для того, чтобы абоненты приёмников/передатчиков не ставили друг другу помехи. Но что будет, если произойдёт резкое увеличение числа абонентов? Методов (разделение эфира на полосы частот, снижение мощности передатчика, изошрённые модуляции сигналов и т.д.) может

оказаться недостаточно. В результате либо получится ограничение возможностей беспроводной связи, либо будет найден иной выход. Очевидным выходом из такой ситуации может быть снижение транслируемой информации. Но для снижения транслируемой информации требуется её обработка и сжатие. Соответственно, поднимутся требования к способностям управляющих контроллеров беспроводных устройств. За примером далеко ходить не надо. Сотовая связь. Протоколы передачи данных постоянно обновляются не от хорошей жизни. Задача – очевидная: увеличение ёмкости сети. Соответственно меняются требования к передающим устройствам. Таким образом, задача надёжной связи в конечном итоге решается мощностью контроллера.

## **Беспроводная ячеистая сеть**

Запросы современного потребителя растут в ногу с технологическими возможностями. Пользователь не желает привязывать гаджеты к определённому месту (зоне), более того, он хочет иметь устойчивую работу беспроводных устройств в нескольких местах одновременно, при этом, иметь возможность перемещать некоторые сетевые устройства, не теряя при этом связи; подключать новые устройства к беспроводной сети, включив тумблер питания (и только) в зоне действия сети. Примеров, где такая сеть могла бы применяться – множество. Это может быть «умный дом», где человек может управлять всем (освещение, отопление, системы безопасности и т.д.), находясь при этом в любой точке дома. Это может быть производственная линия, в которой имеется множество подвижных частей, на которых установлены датчики. Это может быть система контроля перемещения транспортных средств, система автоматизации складов и т.д. Беспроводная сеть, в которой некоторые источники/приёмники сигнала могут менять свою привязку к узлам сети, на сегодняшний момент является наилучшим решением указанных задач. Главным плюсом такого решения является устойчивая связь, т.к. движущийся беспроводной источник/приёмник сигнала автоматически выбирает наиболее устойчивый канал связи. Как следствие, появляются постоянная диагностика сети, повышается достоверность доставки информации, возможность трансляции данных по нескольким каналам.

## **Как организовать беспроводную ячеистую сеть?**

На текущий момент существует стандартное решение данного вопроса. Во-первых, необходимо разделить все компоненты сети на стационарные (маршрутизаторы) и мобильные. Во-вторых, необходимо обеспечить надёжную связь между соседними стационарными компонентами сети. Получившаяся сеть стационарных компонент может иметь любую структуру. Добавим, так же, что стационарные узлы сети могут иметь либо батарейное питание, либо питание от осветительной сети (увы, пока проводное). Предпочтение пока отдаётся последнему, т.к. маршрутизатор сети постоянно прослушивает эфир, соответственно, весьма сложно добиться низкого потребления такого устройства при сохранении его остальных потребительских свойств. Как правило, для обеспечения надёжной связи, например, в проекте «умный дом» достаточно 2-3 стационарных элементов беспроводной сети, поэтому в данном случае целесообразно питать данные узлы от осветительной сети. Как мобильное устройство D1 будет передавать информацию в другое мобильное устройство D2 (см. рис. 1)? Упрощённо это будет выглядеть так. Устройство D1 задаёт вопрос по радиоканалу: «А кто знает как найти D2?» Маршрутизаторы ретранслируют данный вопрос друг другу, при этом, происходит запись маршрута, по которому проходил запрос и уровень сигнала. Процесс продолжается до тех пор пока устройство D2 не получит этот запрос. Очень вероятно, что устройство D2 получит запрос по нескольким маршрутам. Дальнейшая задача устройства D2 выбрать самый надёжный маршрут. Критерий выбора – уровень сигнала, который так же будет получен устройством D2. Далее устройство D2 даёт ответ устройству D1 и прописывает

оптимальный маршрут доставки информации. Устройства D1 и D2 производят общение по заданному маршруту. Если предполагается, что устройства D1 и/или D2 могут перемещаться, то необходимо периодически корректировать путь доставки данных. Самая простая методика – заново задать вопрос «А кто знает как найти D2?»

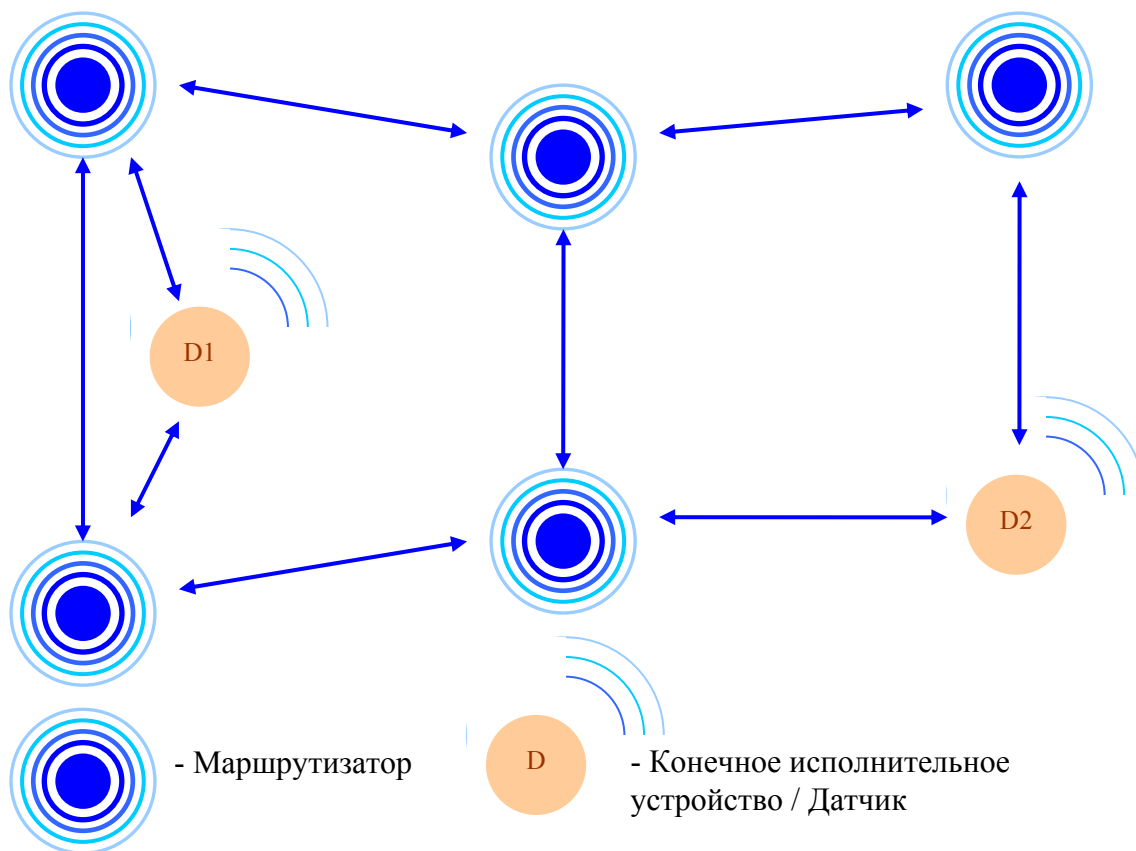


Рис. 1.

Очевидно, что при большом количестве мобильных устройств такой способ позиционирования имеет негативные последствия. Если устройства постоянно производят своё позиционирование, то так или иначе они ставят помехи друг для друга, загружают сеть маршрутизаторов, соответственно снижают скорость передачи сигнала, ухудшая при этом потребительские свойства беспроводной сети. Чтобы снизить данный эффект инженеры придумали следующий выход. Во-первых: каждый маршрутизатор производит общение не со всеми остальными маршрутизаторами, а лишь с несколькими соседними, с которыми имеется устойчивая связь. Во-вторых, позиционирование мобильных устройств производится централизованно. Выглядит это так: один из маршрутизаторов, назовём его «главный» периодически задаёт вопрос: «Какие устройства присутствуют?» Получив множество ответов, главный маршрутизатор – предписывает остальным оптимальные пути доставки информации до себя. Сеть приобретает древовидную структуру.

Собственно говоря, мы описали методы трансляции данных в беспроводных сетях, представленных в библиотеке EmberZnet. Отметим, так же, что существуют и другие методы организации ячеистой сети с похожими принципами. Главное отличие этих методов, пожалуй, находится в названии фирмы изготовителя.

### Семейство контроллеров STM32W

Фирма STMicroelectronics анонсировала новое семейство 32-битных контроллеров с беспроводной связью. Вся мощь представленная ядром ARM Cortex-M3, которое анонсировано и отработано на микроконтроллерах семейства STM32F, теперь усилена беспроводной связью. Беспроводной ARM Cortex-M3 контроллер – это шаг в будущее. 32-битные контроллеры теснят 16-битные. Компания ST ломает очередной барьер и предлагает замену 8-ми битных контроллеров на 32-битные. Анонс 32-битного

контроллера с беспроводной связью – это безусловный шаг в этом направлении. Можно возражать, что 8-ми битный контроллер не может стоить дороже 32-битного – это главное условие существования 8-ми битных контроллеров. А я тогда задам вопрос: что стоит дороже, 4-битный контроллер (самый простой) или 8-ми битный полноценный контроллер? Как ни странно 4-битный стоит дороже ... за счёт эксклюзивности (да, уникальный контроллер, который ничего не может по современным меркам), или 8-ми битный контроллер стоит дешевле за счёт массовости производства. Точно так же будет решена судьба 8-битных контроллеров в сравнении с 32-битными. Ожидается, что контроллеры семейства STM32W (с беспроводным интерфейсом) в России будут стоить не дороже 5\$, а цены на контроллеры семейства STM32F (без беспроводного интерфейса) начинаются от 2\$!!! Эти цены сопоставимы с ценами восьми разрядных контроллеров. Вот наглядный пример процесса развития технологий. Поэтому начиная разработку устройства сейчас лучше сразу брать контроллер 32 разрядный контроллер. В будущем он станет доступнее большинства 8-ми разрядных.

### **Так что же предлагает STMicroelectronics?**

Стандартный контроллер семейства ST32W содержит в себе следующий набор устройств:

- Лидирующий по возможностям контроллер беспроводной связи IEEE 802.15.4 2.4ГГц
- Контроллер на базе ядра ARM Cortex-M3
- Архитектуру низкого потребления (программное управление частотой, отключаемая периферия, отключаемое ядро), потребляемый ток при работе радиоканала и полностью включенной периферии – 31мА при трансляции и 27мА при приёме данных по радиоканалу. В режиме глубокого сна, с сохранением работы портов ввода/вывода и сохранением данных в ОЗУ потребление составляет 400нА.
- Развитая система питания: имеются внутренние регуляторы напряжения 1.8В, системы сброса и сигнализации по снижению уровня напряжения питания. Контроллер работает от одного источника питания в диапазоне 2.1 – 3.6В.
- Стандартная периферия (АЦП, таймеры, интерфейсы, линии ввода/вывода)
- Набор стандартных библиотек и библиотек для беспроводной связи: EmberZnet PRO, ST ZigBee, RF4CE, IEEE 802.15.4 MAC

Блок-схема контроллера семейства STM32W приведена ниже.

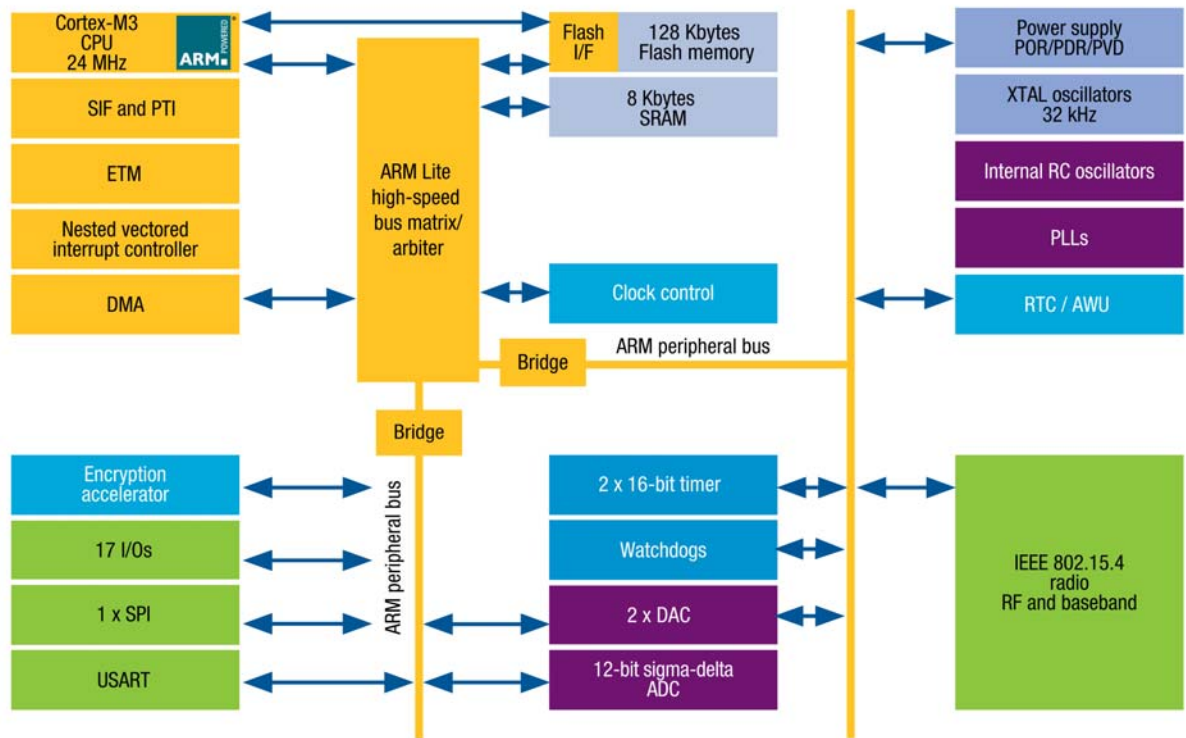


Рис. 2.

Как вы видите – это похожий на семейство STM32F контроллер, с оптимизированным энергопотреблением. Снижение энергопотребления достигнуто несколькими классическими способами. Например, пониженная частота работы ядра. Как видно, ядро работает на частоте до 24МГц. На сегодняшний момент это значение является оптимальным для большинства задач по соотношению производительность /энергопотребление. Бросается в глаза так же облегчённый высокоскоростной контроллер шины данных, который так же работает на сниженной (относительно семейства STM32F) частоте. Несколько источников тактирования контроллера: высокоскоростные (внешний и внутренний) и низкоскоростные (так же внешний и внутренний) с системой переключения с одного на другой «на лету». Так же к системам снижения потребления энергии можно приписать модуль автоматического выхода из режима сна (AWU) – который даёт ещё один режим энергосбережения, отключаемое ядро и периферию.

Кроме радиочастотного модуля «IEEE 802.15.4 radio RF and baseband» инженеры компании STMicroelectronics добавили криптографический модуль. Этот модуль необходим для работы в режимах CCM, CCM\*, CBC-MAC, CTR, которые описаны в стандарте IEEE 802.15.4-2003, а так же в ZigBee Security Services Specification 1.0.

Для облегчения отладки приложений в контроллер включён модуль PTI (Packet Trace Interface). Благодаря этому модулю можно отслеживать любые физические трансляции (приём и передачу) данных без изменения режима работы контроллера.

В составе контроллера представлен аппаратный генератор случайных чисел. Инженеры компании STMicroelectronics, таким образом, решили проблему кодирования информации для беспроводных приложений. Включение данного модуля положительно сказывается на потребляемой энергии, объёме кода готовой программы, потребительских свойствах выпускаемого приложения и др.

Отличия периферии, в сравнении с проводными контроллерами семейства STM32F, незначительны. Сокращено количество проводных интерфейсов: остались только SPI, USART и TWI, а в качестве АЦП взят, набравший популярность Сигма-Дельта АЦП.

## С чего начать?

Компания STMicroelectronics до конца текущего года выпустит отладочные комплекты: **STM32W108B-SK**, включающий в себя демонстрационную плату, стартовый набор Primer-2, анализатор сети и компилятор от IAR, а так же комплект **STM32W108B-КЕХТ**, включающий в себя 4 демонстрационных платы для организации ячеистой сети (mesh network).

Последнюю информацию о новинках беспроводных контроллеров компании STMicroelectronics можно узнать в интернете по адресу <http://www.st.com/mcu/inhtml-pages-stm32w.html>

Технические вопросы применения контроллеров фирмы STMicroelectronics, а так же вопросы по их приобретению присылайте на адрес электронной почты [yagov@promelec.ru](mailto:yagov@promelec.ru)