

РАЗРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННОЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА MODBUS

Шишацкий Е.А.

Донецкий национальный технический университет

Кафедра компьютерной инженерии

E-mail: e.shishatskiy@gmail.com

Аннотация:

Шишацкий Е.А. Разработка промышленной микроконтроллерной сети на основе протокола Modbus. Рассмотрены варианты управления микроконтроллерными устройствами на промышленных предприятиях. Проведен анализ существующих решений, выявлены основные достоинства и недостатки. Приняты к разработке варианты организации микроконтроллерной сети для эффективного управления и контроля параметров внешней среды.

Общая постановка проблемы.

Применение устройств удаленного мониторинга и регистрации событий, происходящих во внешней среде, является неотъемлемой частью автоматизации на производстве. Часто оно оправдано в тех случаях, когда необходимо обеспечить посты управления средствами контроля и визуализации хода технологических процессов, но при этом невыгодно или физически невозможно обеспечить эти посты промышленными станциями или полнофункциональными терминалами [2]. В подобных ситуациях основной проблемой является объединение нескольких разнородных устройств, оснащенных датчиками и/или исполнительными механизмами, в единую сеть для надежного обмена необходимой информацией между ними. Для решения этой проблемы могут использоваться готовые сложные устройства, которые, как правило, дорогостоящи. Однако не всегда их применение оправдано. В ряде вариантов можно использовать более дешевые, простые в исполнении и настройке, но не менее надежные технологии. Особенно задача упрощается, когда в качестве базы для устройств мониторинга берутся микроконтроллеры.

В подавляющем большинстве случаев термин «микроконтроллерная сеть» может пониматься следующим образом. Это несколько связанных между собой определенным физическим и программным способом устройств на базе микроконтроллера, которые выполняют задачи:

- а) прием и обработка информации от датчиков с целью управления параметром внешней среды или передачи этой информации другому устройству в сети;
- б) выполнение специфической задачи, возлагаемой на микроконтроллер другим (возможно, главным) устройством в сети.

Варианты решения поставленной задачи.

Для решения этих проблем в условиях промышленного производства существует множество протокольных решений. Далее рассмотрены самые основные и распространенные в странах СНГ:

1) Industrial Ethernet – вариант Ethernet, применяемый в промышленности. К достоинствам можно отнести относительно низкую цену, высокую скорость передачи больших объемов данных и широкое распространение. Недостатки: издержки при передаче данных небольшого объема, большая физическая уязвимость по сравнению с другими сетями. Используется в сетях, не требующих высокой надежности.

2) HART – Highway Addressable Remote Transducer Protocol – цифровой промышленный протокол для сети аналоговых датчиков и их настройки. Достоинства:

широко распространен, дешев, обладает высокой помехозащищенностью, прост в монтаже, позволяет подключить к одной паре проводов несколько датчиков. Однако ему присущи малые скорости.

3) Modbus – протокол связи на базе архитектуры «клиент-сервер». Среди его достоинств – простота реализации на различных устройствах, скорость, возможность использования нескольких устройств на последовательной линии связи, широкая распространенность. Недостатки – относительно небольшая длина линии, косвенно зависящая от этой длины скорость.

4) CAN – Controller Area Network – стандарт для автомобильной автоматики, прежде всего ориентирован на объединение в единую сеть различных датчиков и исполнительных устройств. Достоинства: высокая помехоустойчивость, скорость, большое распространение. Недостатки: длина сети обратно пропорциональна скорости передачи, большой размер служебных данных в пакете, ограниченный размер сообщений.

5) ProfiBus – открытая промышленная сеть, так же позволяет объединять разрозненные устройства автоматизации в единую систему. К достоинствам можно отнести распространенность, широкий диапазон скоростей. Недостатки: относительная дороговизна, высокие расходы при передаче коротких сообщений [3].

Выбор программного и аппаратного уровня реализации.

Для задач, описанных выше, достаточно хорошо подходит протокол Modbus. Он может работать как на последовательных линиях связи (RS-232/RS-485), так и в сетях TCP/IP. Несмотря на ограниченность длины линии, сильной стороной в данных условиях является то, что в сети Modbus, как правило, есть только один мастер (MS), управляющий несколькими подчиненными серверами (SL). Это позволяет соединить головной компьютер и несколько микроконтроллерных устройств, при этом компьютер будет мастером, опрашивающим микроконтроллеры.

Протокол управляет циклом запроса и ответа так, как показано на рис. 1.

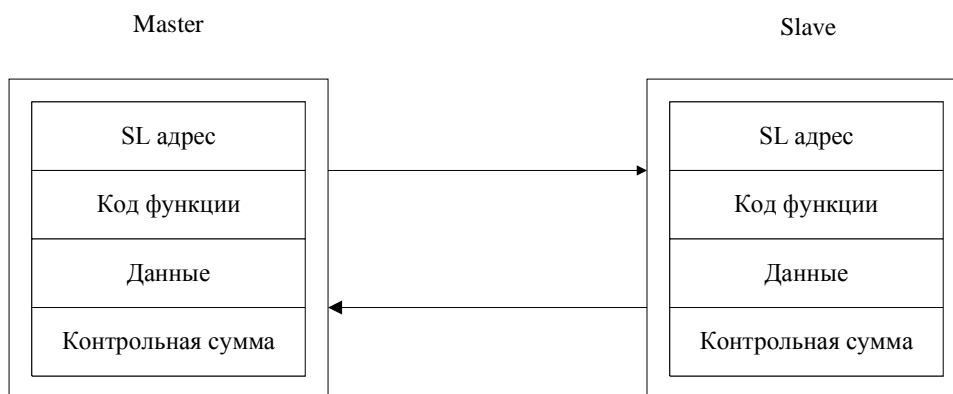


Рис.1. Управление циклом запроса и ответа по протоколу Modbus

Протокол подразумевает на общей шине один MS и до 247 SL. Каждому SL присвоен уникальный адрес устройства в диапазоне от 1 до 247. Только MS может инициировать транзакцию. Транзакции бывают либо типа запрос/ответ (адресуется только один SL), либо широковещательные/без ответа (адресуются все SL). Транзакция содержит один кадр запроса и один кадр ответа, либо один кадр широковещательного запроса.

Некоторые характеристики протокола Modbus фиксированы. К ним относятся: формат кадра, последовательность кадров, обработка ошибок коммуникации и исключительных ситуаций, и выполнение функций. Другие характеристики выбираются пользователем. К ним относятся: тип средства связи, скорость обмена, проверка на четность, число стоповых бит, и режим передачи (ASCII или RTU).

В большинстве случаев, MS посылает следующее сообщение другому SL либо после приема корректного ответного сообщения, либо после прохождения определенного пользователем интервала времени, если ответное сообщение не было получено. Все сообщения могут рассматриваться как запросы, генерирующие ответные сообщения от SL. Широковещательные сообщения могут рассматриваться как запросы, не требующие ответных сообщений от SL.

Достаточно простыми в реализации являются режимы ASCII и RTU протокола.

При использовании первого каждый байт сообщения передается как два ASCII символа. Главное преимущество этого способа – время между передачей символов может быть до 1 сек. без возникновения ошибок при передаче. В ASCII-режиме сообщение начинается со специального символа «:» и заканчивается символами новой строки CR/LF. Режим удобно использовать при отладке, он хорошо подходит для соединения типа «точка-точка» по последовательному интерфейсу RS-232.

Второй режим является более чувствительным к задержкам. Он применяется в условиях, когда нужно передавать, в основном, численные показатели с четким контролем ошибок. Сообщение должно передаваться непрерывным потоком. Сообщение начинается с «интервала тишины» длительностью, равной времени передачи 3,5 символов. Если интервал тишины в 1,5 символа возник в ходе передачи сообщения, принимающее устройство должно игнорировать такой фрейм как неполный. Новое сообщение может начинаться не ранее, чем через интервал в 3,5 символа.

Наибольшее распространение протокол Modbus получил в использовании его поверх интерфейса RS-485.

Modbus среди прочего предусматривает контроль за корректностью данных, передаваемых по сети, путем введения в пакет полей контрольных сумм, которые рассчитываются передатчиком и пересчитываются приемником для сверки полученных данных [1].

В качестве «сердцевины» slave-устройств выбран микроконтроллер AVR фирмы Atmel. В частности, линейка ATmega обладает такими хорошими показателями, как:

- три типа памяти на кристалле;
- низкое энергопотребление;
- высокая производительность;
- хорошая адаптивность к программированию на языках высокого уровня;
- наличие достаточно большого количества периферийных устройств и широкие возможности их использования;
- полноценный и доступный набор средств разработки.

Наиболее соответствующим задаче признан микроконтроллер ATmega16 (или его более современная версия – ATmega16A), имеющий 16 кБ памяти программ, 1 кБ памяти данных, способный работать на частоте до 16 МГц [4].

Общая структурная схема простейшей сети типа «точка-точка» приведена на рис.2.

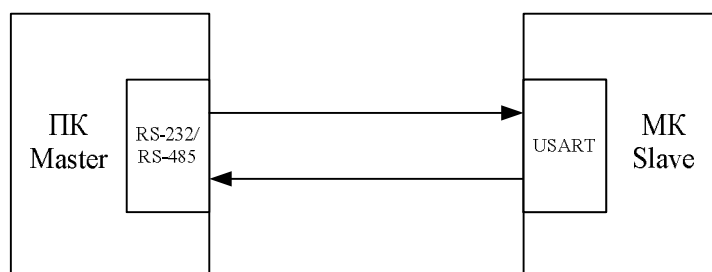


Рис.2. Простейшая сеть «точка-точка»

Сеть на основе RS-485 позволяет объединить до 32 подчиненных устройств. В качестве линии связи для нее, как правило, используется кабель длиной до 1200м типа

«витая пара», обладающий хорошей помехоустойчивостью и четкому прохождению сигнала благодаря дифференциальной передаче [5].

Удобство использования данных интерфейсов можно обусловить тем, что, несмотря на их постепенное моральное устаревание, RS-232, например, все еще встречается практически в каждом персональном компьютере, т.е. сеть может быть создана и протестирована даже в бытовых условиях. При отсутствии данного интерфейса или при необходимости объединения нескольких slave-устройств рынок микроэлектроники имеет достаточно широкий спектр различных переходников и преобразователей интерфейса (к примеру, адаптеры интерфейсов ОВЕН, микросхемы фирмы MAXIM).

Реализация проекта.

В настоящее время достаточно широко распространены готовые схемные решения для соединения микроконтроллера с персональным компьютером. Однако и при самостоятельной разработке схемы эти не представляют сложности. Типовая схема подключения выбранного микроконтроллера ATmega16 к интерфейсу RS-232 представлена на рис.3, к интерфейсу RS-485 – на рис.4.

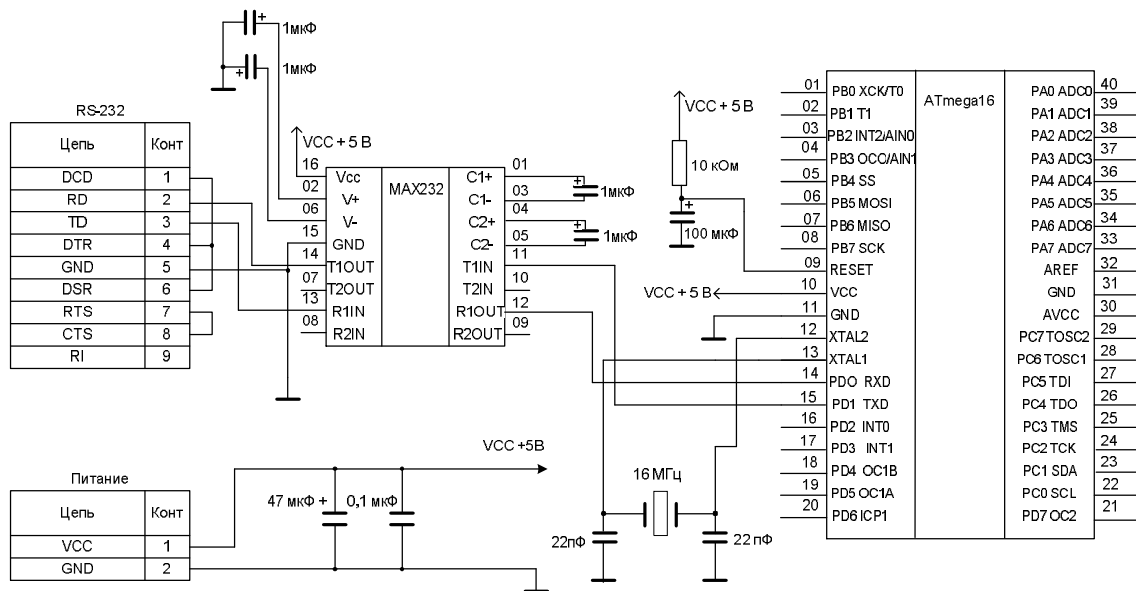


Рис.3. Схема подключения ATmega16 к интерфейсу RS-232

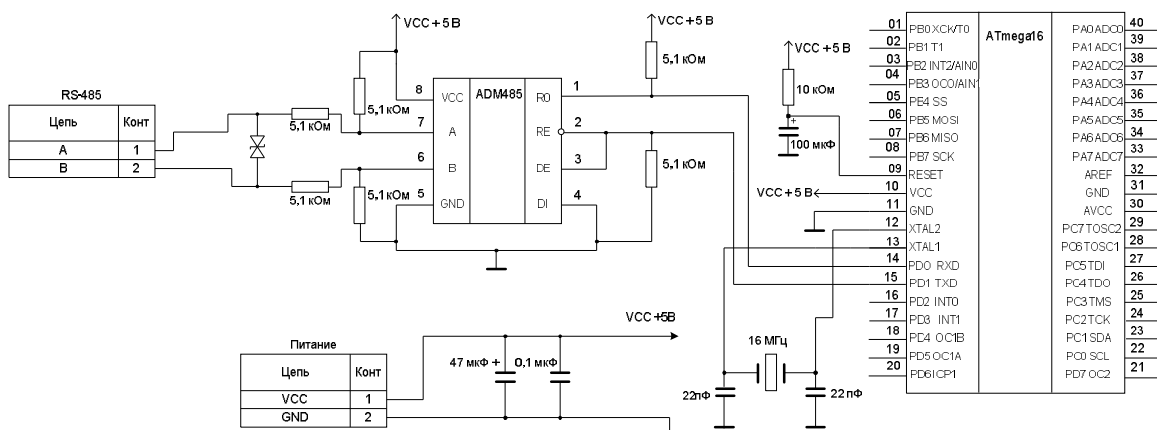


Рис.4. Схема подключения ATmega16 к интерфейсу RS-485

Следует заметить, что благодаря богатому набору периферийных устройств используемого микроконтроллера, наличие десятибитного аналого-цифрового

преобразователя и удобной системе прерываний, slave-микроконтроллер может быть оснащен различного рода датчиками, системами индикации, исполнительными механизмами управления параметрами внешних компонент. Конкретные реализации этих решений зависят от поставленной заказчиком задачи.

Программное обеспечение микроконтроллера должно включать в себя:

- функции управления или контроля внешних компонент и/или функции системы индикации параметров;
- функции связи с головным компьютером (настройка и прием сообщений по USART);
- функции, определенные спецификацией протокола Modbus в том количестве, которое необходимо для поставленной задачи (чтение/запись регистров, чтение флагов, определение статуса и т.д.)

Для первичного тестирования могут использоваться средства отладки, а также свободно распространяемые утилиты проверки связи с устройствами, работающими по протоколу Modbus (такие как Modbus Poll, Simply Modbus).

Для полноценной работы сети необходима разработка специфического программного обеспечения для головного компьютера с учетом параметров решаемой задачи. Такое ПО должно давать полноценную связь со slave-устройствами (отправка/прием сообщений, их анализ), иметь удобный интерфейс для оператора Master-машины.

Выводы.

Промышленная сеть, объединяющая устройства на базе микроконтроллера и использующая для связи протокол Modbus, является простым, но надежным схемным и программным решением. Скорость обмена зависит от конкретной физической реализации сети, но вполне достаточна для реализации многих поставленных в промышленности задач.

Немаловажным достоинством предложенного инженерного решения является применение в устройствах микроконтроллера AVR ATmega16. Этот контроллер, как и многие другие схемы производства Atmel, зарекомендовал себя на рынке микроэлектроники как отлично подходящий для использования во встраиваемых системах.

Разработка подобной сети по индивидуальному плану позволяет решить поставленные проблемы, являясь при этом более выгодной, чем многие существующие готовые варианты.

Литература

1. Modbus Protocol. Reference Guide. Modicon, Inc. North Andover, Massachusetts 01845, 1996.
2. Е. Бадло, С. Бадло. Modbus на привязи. Удаленный промышленный индикатор. [Текст] / Радиолюбитель, №7. – 2009. – С. 31.
3. Обзор и сравнение популярных открытых промышленных сетей. [Текст] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: [www/URL: http://plc4good.org.ua/post_print.php?id=29](http://plc4good.org.ua/post_print.php?id=29) – Загл. с экрана.
4. ATmega16 Data Sheet, Rev. 2466L – 06/05 / Atmel Corporation.
5. Руководство по организации сети Modbus. / Merlin Gerin. Schneider Electric – 01/2007.
6. И. Кривченко, Е. Ламберт. AVR-микроконтроллеры: семь ярких лет становления. Что дальше? Часть 2. / Компоненты и технологии, №2. – 2004.