

УДК 004.514.6

MODBUS И PROFIBUS

А. В. ГАЙДУК

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д. А. ДОВГЯЛО)

В статье рассмотрены промышленные протоколы связи Modbus и Profibus, области их применения. Проведен анализ физических интерфейсов, используемых в Modbus и Profibus, особенности их согласования с измерительными датчиками.

Введение в Modbus. Для создания и устойчивого функционирования промышленных устройств автоматизации в настоящее время используется большое разнообразие интерфейсов и протоколов передачи данных, например, HART, Modbus, CAN, PROFIBUS и другие. Эти протоколы служат для передачи информации между чувствительными элементами интеллектуальных датчиков, контроллерами обработки данных и исполнительными механизмами системы автоматизации предприятия. Так же посредством современных протоколов осуществляется калибровка измерительных датчиков, организация их стабильного питания, реализуется связь отдельных элементов в общую измерительную систему. Протоколы разрабатываются с учетом особенностей производства и технических систем, обеспечивая Основными требованиями, предъявляемыми к промышленным протоколам связи, являются надежное соединение элементов между собой и высокая точность передачи потоков данных между устройствами. Так же промышленные протоколы должны обеспечивать возможность адаптации к новым задачам, сохраняя соответствие промышленным стандартам.

Modbus является одним из первых промышленных протоколов связи. Он разработан в середине 1970-х годов компанией Modicon для связи чувствительных элементов датчиков физических величин с программным логическим контроллером с использованием простой концепции ведущий/ведомый. Основной целью разработки Modbus являлась простота в реализации и использовании. Когда он был впервые представлен, это был проприетарный протокол, который мог использовать только Modicon. Однако позже он был открыт без ограничений, чтобы любой пользователь мог применять, то есть стал открытым протоколом. В настоящее время спецификация Modbus составляет менее 100 страниц, что является хорошим показателем низкого уровня сложности протокола. Для сравнения, документ спецификации Profibus состоит из тысяч страниц. Термин «Modbus» обычно относится к одному из трех родственных протоколов: Modbus ASCII, Modbus RTU или Modbus TCP/IP:1.

Modbus ASCII был первым Modbus и представляет собой последовательный протокол, обычно работающий на физическом уровне RS-232 или RS-485. Все ведомые опрашиваются по запросу ведущим, и есть только один ведущий. Кадр сообщения может иметь длину до 252 байт и возможно до 247 адресов.[1]

Modbus RTU является усовершенствованием Modbus ASCII. Отличие заключается в кодировке данных. ASCII кодирует сообщение в символы ASCII, тогда как RTU использует байты, что увеличивает пропускную способность протокола. В целом RTU более популярен, особенно в новых установках.

Modbus TCP/IP был добавлен гораздо позже. Один из простых способов представить Modbus TCP/IP – представить его как простую компиляцию пакета Modbus RTU в пакет TCP/IP. В результате Modbus TCP/IP также очень прост в реализации. Компромисс заключается в том, что, поскольку он использует протокол TCP/IP для всех сообщений, то он является медленнодействующим по сравнению с другими промышленными протоколами Ethernet, но его скорости вполне достаточно для обработки данных от чувствительных элементов датчиков.

Как работает Modbus. Modbus – это простой протокол ведущий/ведомый. Ведущий имеет полный контроль над связью на шине, в то время как ведомый отвечает только тогда, когда к нему обращаются (рис. 1). Ведущее устройство записывает выходные данные и считывает входные данные от каждого из своих подчиненных устройств в течение каждого цикла. В протоколе не регламентированы специальные требования к ведомому или ведущему устройству по быстродействию, обмен данными происходит в течение определенного промежутка времени. Ведомые устройства не «присоединяются» к сети, а просто реагируют на команды ведущего. Если ведущий запрашивает информацию, которая не имеет смысла для ведомого, то ведомый может отправить ответ в виде исключения. Они используют исключения, для того чтобы указать количество ошибок, от ошибочного запроса до искаженных записей.

Физический уровень. Modbus ASCII и RTU используют физические интерфейсы RS-232, либо RS-485, но также могут использовать и другие физические уровни, например телефонные линии или беспроводную связь. Протокол RS-232 предназначен для двухточечной связи, а протокол RS-485 применяется для многоабонентских приложений. В обоих случаях Modbus не добавил никаких новых требований к этим физическим уровням, что вызвало несколько проблем в случае с RS-485. Проблема в том, что физический уровень имеет ряд модификаций: двухпроводная либо четырехпроводная линия связи, раз-

личные варианты драйверов и способов заземления. Сложность возникает, когда сайт мультивендорный и на одном кабеле требуется совместить несколько вариантов. Существует множество промышленных стандартов как для телефонных линий, так и для беспроводной связи. Протокол Modbus легко адаптируется к этим приложениям из-за малого числа временных ограничений в протоколе. Общеизвестно, что телефонные линии связи, а также беспроводные модемы вносят серьезные задержки по времени в сообщения. Как правило, эти задержки неравномерно распределены по всему сообщению, что может вызвать серьезные проблемы для многих протоколов. Однако у протокола Modbus практически не возникает подобных проблем, и его подстройка легко поддается адаптации под линию передачи.

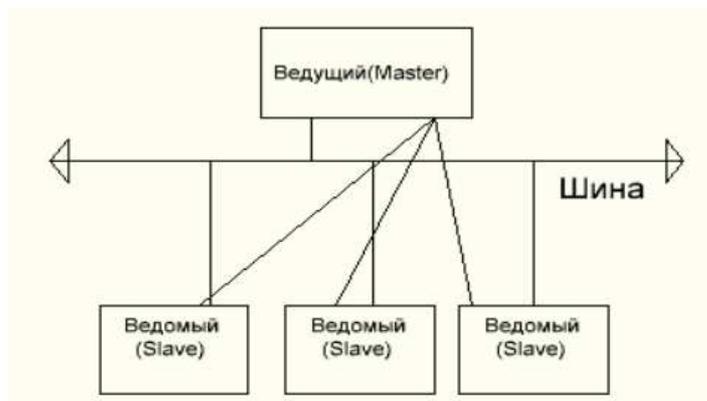


Рисунок 1. – Структурная схема подключения Modbus-устройств

Введение в Profibus. Profibus был разработан в 1990-х годах для удовлетворения всех потребностей в промышленной связи как для автоматизации производства, так и для автоматизации процессов. Как и в случае с Modbus, в этом протоколе имеется несколько разновидностей: Profibus DP, Profibus PA, Profisafe, Profidrive и Profinet. Один из способов представить, как эти термины сочетаются друг с другом, это представить Profibus как книгу, состоящую из многих глав. Книга будет называться Profibus DP (Decentralized Peripheral), а главы книги будут называться Profibus PA (автоматизация процессов), Profisafe для систем безопасности и Profidrive для высокоскоростных приводов.

Как работает Profibus. Profibus также является протоколом типа ведущий/ведомый, как и Modbus (рис. 2), но с дополнительным протоколом Token Ring, позволяющим использовать несколько ведущих устройств.

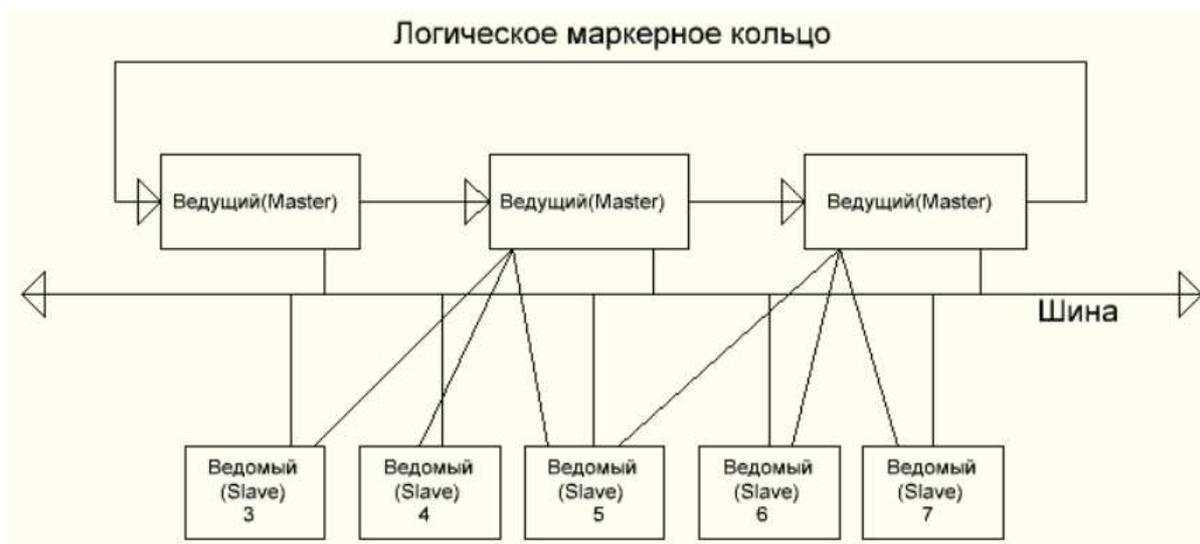


Рисунок 2. – Структурная схема подключения Profibus-устройств

Кроме того, в отличие от Modbus, все устройства последовательно запускаются и «присоединяются» к сети. Каждое ведомое устройство поддерживает отказоустойчивый таймер. Если ведущий не разговаривает с ним в течение определенного времени, ведомый переходит в режим ожидания; затем ведущий должен снова пройти последовательность запуска, прежде чем может произойти дальнейший обмен дан-

ными. Это, в сочетании со сторожевым таймером в ведущем, гарантирует, что каждый цикл шины происходит с определенным значением времени. Ведущий получает маркер, который дает ему контроль над шиной. Затем он будет обмениваться данными с каждым из своих ведомых устройств, и по завершении передает управление следующему ведущему устройству, если таковое имеется.

Profinet построен по тому же принципу, что и Profibus. В отличие от Modbus, который в основном брал пакет Modbus RTU и компилировал его в пакет TCP/IP, Profinet разработан, чтобы использовать преимущества Ethernet и позволять легко добавлять функции Profibus более высокого уровня, такие как Profisafe.

Физический уровень. Основной физический уровень для Profibus DP основан на физическом интерфейсе RS-485, который использует Modbus. Однако в случае с Profibus спецификация не просто ссылается на существующую спецификацию RS-485. Вместо этого происходит расширение спецификации RS-485. Физический уровень усовершенствован так, чтобы требовалось всего два провода со скоростью до 12 мегабит в секунду. Спецификация Profibus также стандартизировала используемые разъемы. Для контрольно-измерительных приборов протокол Profibus PA имеет другой физический уровень, называемый IEC 61158-2, манчестерское кодирование, питание от шины, искробезопасность (MBP-IS). Этот физический уровень обеспечивает питание и связь по одним и тем же двум проводам. Искровзрывобезопасное исполнение имеет большое преимущество, когда речь идет о затратах на установку. При работе с опасными средами существует два подхода: мощность, подаваемая на прибор в опасной зоне, может быть ограничена; мощность, выходящая в опасную зону, также может быть ограничена. Данное ограничение мощности является общепринятым и требуется также для протокола Modbus. Физически используют металлический трубопровод и уплотнения для ограничения мощности. Второй подход используется Profibus PA. Он ограничивает мощность, поступающую в поле, и считается искробезопасным. При этом не требуются трубопроводы или уплотнения (за исключением, возможно, пускового шкафа), что приводит к значительной экономии средств.

Физические уровни Profibus (модифицированный RS-485 и MBP-IS) очень детализированы и обладают отличной помехозащищенностью. После того, как Profibus спроектирован и установлен надлежащим образом, он становится почти пуленепробиваемым[2].

В стандарте Profibus предусмотрена стандартизация прибора с точки зрения шины. Четко определены не только стандартные входы и выходы, но также функции и возможности подключаемого устройства. Это помогает как в настройке, так и в интеграции измерительных датчиков, а также позволяет легко использовать приложения разных производителей. Например, выходные данные всех передатчиков Profibus PA имеют длину пять байтов. Первые четыре байта представляют собой значение переменной процесса с плавающей запятой IEEE. Пятый байт является байтом состояния, который указывает, можно ли доверять переменной процесса. Все основные коды состояния стандартизированы в спецификации. Это значительно снижает трудоемкость инженерных работ, необходимых для согласования различных устройств – датчиков различных производителей. Следует отметить, что в Modbus данные и диагностика каждого устройства полностью индивидуализированы и должны быть адаптированы[3].

Таким образом, Profibus создан для автоматизации всего предприятия, независимо от его размера и типа автоматизации производства или автоматизации отдельных процессов[4-6]. Для данного протокола не имеет значения, являются ли все элементы автоматизированной системы локальными или удаленными.

Вывод. Modbus – это очень простой в использовании и удобный для модемов протокол. Однако в самом протоколе и в определении его физического уровня существует немало вариаций, что создает проблемы в приложениях от разных производителей. Profibus – очень надежный протокол, разработанный для автоматизации целых заводов. Он очень хорошо работает в приложениях от разных поставщиков, легко согласуется с модемами. При подключении контроллера к одному интеллектуальному устройству в конфигурации «точка-точка» или при наличии только одного удаленного объекта Modbus является наиболее приемлемым решением. В ситуациях, когда имеется большое количество точек, когда задействованы разные поставщики или существует опасная среда, лучшим решением является Profibus.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по организации сети Modbus [Мэрлин Герин.;] пер с англ.– 3-е изд.– М.: Издательская компания Schneider Electric, 2007.
2. Интернет портал [<https://www.reallab.ru/bookasutp/2-promishlennie-seti-i-interfeisi/2-7-profibus/>]: Profibus.
3. Интернет портал [<https://www.reallab.ru/bookasutp/2-promishlennie-seti-i-interfeisi/2-8-modbus/>]: Modbus.
4. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008-608 с.
5. Джордж Томас Введение в протокол Modbus. СТА.–2009.–№2.–с. 52.
6. Сергей Гусев Краткий экскурс в историю промышленных сетей СТА – 2000. - №4.-с. 78.