

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ

Зайцев В. П.

научный руководитель: Арнаутов А.Д.

Сибирский федеральный университет. Институт цветных металлов и материаловедения

Обмен информацией между устройствами, входящими в состав автоматизированной системы (компьютерами, контроллерами, датчиками, исполнительными устройствами), происходит в общем случае через *промышленную сеть* (Fieldbus, "полевую шину").

Промышленные сети отличаются от офисных следующими свойствами:

- специальным конструктивным исполнением, обеспечивающим защиту от пыли, влаги, вибрации, ударов;
- широким температурным диапазоном (обычно от -40 до +70 град);
- повышенной прочностью кабеля, изоляции, разъемов, элементов крепления;
- повышенной устойчивостью к воздействию электромагнитных помех;
- возможностью резервирования для повышения надежности;
- повышенной надежностью передачи данных;
- возможностью самовосстановления после сбоя;
- детерминированностью (определенностью) времени доставки сообщений;
- возможностью работы в реальном времени (с малой, постоянной и известной величиной задержки);
- работой с длинными линиями связи (от сотен метров до нескольких километров).

Промышленные сети обычно не выходят за пределы одного предприятия. Однако с появлением Ethernet Internet для промышленных сетей стали применять ту же классификацию, что и для офисных.

- LAN (Local Area Network) - сети, расположенные на ограниченной территории (в цехе, офисе, в пределах завода);
- MAN (Metropolitan Area Networks) - сетигородов;
- WAN (WideAreaNetwork) - глобальная сеть, охватывающая несколько городов или континентов. Обычно для этого используют Internet-технологии.

В настоящее время насчитывается более 50 типов промышленных сетей (Modbus, Profibus, DeviceNet, CANopen, LonWorks, ControlNet, SDS, Seriplex, ArcNet, BACnet, FDDI, FIP, FF, ASI, Ethernet, WorldFIP, FoundationFieldbus, Interbus, Bit Busи др.). Однако широко распространенными является только часть из них. В России подавляющее большинство АСУ ТП используют сети Modbusи Profibus. В

последние годы возрос интерес к сетям на основе CANopen и DeviceNet. Распространенность в России той или иной промышленной сети связана, в первую очередь, с предпочтениями и активностью Российских фирм, продающих импортное оборудование.

Modbus

Протокол Modbus и сеть Modbus являются самыми распространенными в мире. Несмотря на свой возраст (стандартом де-факто Modbus стал еще в 1979 году), Modbus не только не устарел, но, наоборот, существенно возросло количество новых разработок и объем организационной поддержки этого протокола. Миллионы Modbus-устройств по всему миру продолжают успешно работать, а последняя версия описания протокола появилась в декабре 2006 г.

В России Modbus по распространенности конкурирует только с Profibus. Популярность протокола в настоящее время объясняется, прежде всего, совместимостью с большим количеством оборудования, которое имеет протокол Modbus. Кроме того, Modbus имеет высокую достоверность передачи данных, связанную с применением надежного метода контроля ошибок. Modbus позволяет унифицировать команды обмена благодаря стандартизации номеров (адресов) регистров и функций их чтения-записи.

Основным недостатком Modbus является сетевой обмен по типу "ведущий/ведомый", что не позволяет ведомым устройствам передавать данные по мере их появления и поэтому требует интенсивного опроса ведомых устройств ведущим. Разновидностями Modbus являются протоколы Modbus Plus - многомастерный протокол с кольцевой передачей маркера и Modbus TCP, рассчитанный на использование в сетях Ethernet и интернет.

Протокол Modbus имеет два режима передачи: RTU (Remote Terminal Unit – «удаленное терминальное устройство») и ASCII. Стандарт предусматривает, что режим RTU в протоколе Modbus должен присутствовать обязательно, а режим ASCII является опционным. Пользователь может выбирать любой из них, но все модули, включенные в сеть Modbus, должны иметь один и тот же режим передачи.

Стандарт Modbus предусматривает применение физического интерфейса RS-485, RS-422 или RS-232. Наиболее распространенным для организации промышленной сети является 2-проводной интерфейс RS-485. Для соединений точка-точка может быть использован интерфейс RS-232 или RS-422.

В стандарте Modbus имеются *обязательные* требования, *рекомендуемые* и *опционные* (необязательные). Существует три степени соответствия стандарту: «полностью соответствует» - когда протокол соответствует всем обязательным и всем рекомендуемым требованиям, «условно соответствует» - когда протокол соответствует только обязательным требованиям и не соответствует рекомендуемым, и «не соответствует».

Физический уровень

В новых разработках на основе Modbus стандарт рекомендует использовать интерфейс RS-485 с двухпроводной линией передачи, но допускается применение четырехпроводной линии и интерфейса RS-232.

Modbus-шина должна состоять из одного магистрального кабеля, от которого могут быть сделаны отводы. Магистральный кабель Modbus должен содержать 3 проводника в общем экране, два из которых представляют собой витую пару, а третий соединяет общие ("земляные") выводы всех интерфейсов

RS-485 в сети. Общий провод и экран должны быть заземлены *в одной точке*, желательно около ведущего устройства.

Устройства могут подключаться к кабелю тремя способами:

- непосредственно к магистральному кабелю;
- через пассивный разветвитель (тройник);
- через активный разветвитель (содержащий развязывающий повторитель интерфейса).

Profibus

Слово PROFIBUS получено из сокращений PROcess Field BUS, что приблизительно переводится как "промышленная шина для технологических процессов". Стандарт Profibus был первоначально принят в Германии в 1987 году, затем, в 1996 году, он стал международным (EN 50170 и EN 50254).

Сеть Profibus (как и другие описанные здесь промышленные сети, кроме Industrial Ethernet) использует только первый и второй уровни модели OSI. Один из вариантов сети, Profibus FMS, использует также уровень 7.

Profibus имеет три модификации: Profibus DP, Profibus FMS и Profibus PA

Profibus DP (Profibus for Decentralized Peripherals - "Profibus для децентрализованной периферии") использует уровни 1 и 2 модели OSI, а также пользовательский интерфейс, который в модель OSI не входит. Непосредственный доступ из пользовательского приложения к каналному уровню осуществляется с помощью DDLM (Direct Data Link Mapper - "прямой преобразователь для каналного уровня"). Пользовательский интерфейс обеспечивает функции, необходимые для связи с устройствами ввода-вывода и контроллерами. Profibus DP в отличие от FMS и PA построен таким образом, чтобы обеспечить наиболее быстрый обмен данными с устройствами, подключенными к сети.

Profibus FMS (Profibus с FMS протоколом) использует уровень 7 модели OSI и применяется для обмена данными с контроллерами и компьютерами на регистровом уровне. Profibus FMS предоставляет большую гибкость при передаче больших объемов данных, но проигрывает протоколу DP в популярности вследствие своей сложности.

Profibus FMS и DP используют один и тот же физический уровень, основанный на интерфейсе RS-485 и могут работать в общей сети.

Profibus PA (Profibus for Process Automation - "для автоматизации технологических процессов") использует физический уровень на основе стандарта IEC 1158-2, который обеспечивает питание сетевых устройств через шину и не совместим с RS-485. Особенностью Profibus PA является возможность работы *в взрывоопасной зоне*.

В последние годы появился стандарт PROFINET, который основан на Industrial Ethernet и технологиях COM, DCOM. Он легко обеспечивает связь промышленной сети Profibus с офисной сетью Ethernet.

Profibus является многомастерной сетью (с несколькими ведущими устройствами). В качестве ведомых устройств выступают обычно устройства ввода-вывода, клапаны, измерительные преобразователи. Они не могут

самостоятельно получить доступ к шине и только отвечают на запросы ведущего устройства.

Физический уровень

На физическом уровне Profibus DP и FMS используют стандарт RS-485 при скорости передачи до 12 Мбит/с и с размерами сегментов сети до 32 устройств. Количество устройств можно увеличить с помощью повторителей интерфейса.

Особые требования установлены к сетевому кабелю. Он должен иметь волновое сопротивление от 135 до 165 Ом при погонной емкости не более 35 пФ/м, площадь поперечного сечения проводников более 0,34 кв. мм. и погонное сопротивление не более 110 Ом/км. Кабель должен иметь одну или две витые пары с медным экраном в виде оплетки или фольги.

Стандартом для шины Profibus рекомендуется разъем D-sub (DB-9) с 9-ю контактами. На устройствах устанавливается разъем с гнездами, на кабеле - со штырьками. При необходимости иметь степень защиты IP65/67 рекомендуется использовать цилиндрический разъем типа M12 (IEC 947-5-2), HAN-BRID или гибридный разъем фирмы Siemens.