

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ЛЕКЦИЯ 6

7.2 Промышленные сети и интерфейсы

Эти сети отличаются от офисных сетей. Итак: *Промышленные сети отличаются от офисных сетей следующими свойствами:*

- 1) *конструктивным исполнением, обеспечивающим защиту от пыли, влаги, вибрации, ударов.*
- 2) *Широким температурным диапазоном (обычно от -40 до $+70$ °C).*
- 3) *Повышенной прочностью кабелей, изоляции, разъемов, крепления.*
- 4) *Устойчивостью к электромагнитным помехам.*
- 5) *Возможностью резервирования.*
- 6) *Высокой надежностью передачи данных.*
- 7) *Возможностью самовосстановления после сбоя.*
- 8) *Определенность времени доставки сообщений.*
- 9) *Возможностью работы в реальном времени.*

В настоящее время насчитывается более 50 типов промышленных сетей, однако широкое распространение получили только часть из них: Modbus, PROFIBUS, Interbus, Bitbus, CAN, LON, Foundation Fieldbus, Ethernet (эзернет) (Елизаров, с. 21). У нас наибольшее применение имеют сети Modbus (модбас), Profibus (профибас) и промышленный Ethernet (эзернет), но ситуация может быстро изменяться. Все зависит от предпочтений фирм, продающих импортное оборудование.

Соединение промышленной сети с ее компонентами выполняется с помощью сетевых интерфейсов. Что это такое? Интерфейс (в переводе с английского «место соприкосновения») это набор физических и (или) программных средств для взаимодействия двух систем между собой. Например, системами могут быть электронные компоненты и связанное с ними программное обеспечение. Итак: *Интерфейс – это набор физических и (или) программных средств для взаимодействия двух систем между собой.*

Наиболее распространены в промышленной автоматизации последовательные интерфейсы RS-485, Ethernet (эзернет), CAN, HART, AS-интерфейс. Рассмотрим коротко интерфейс RS-485, HART и Ethernet.

Интерфейс RS-485. Схема соединения устройств по интерфейсу RS-485 показана на рисунке 7.5. Этот интерфейс используется в сетях Modbus, части Profibus и других. *Он описан в стандарте ANSI EIA/TIA-485-A. В основе построения этого интерфейса лежит дифференциальный способ передачи данных. При этом способе напряжение, соответствующее логическим уровням нуля или единицы считывается, как разность потенциалов между двумя передающими уровнями Data + и Data – (рисунок 7.5). При этом напряжение каждой линии относительно земли может быть произвольным между -7 и $+12$ В. При разности напряжений более $+0,2$ В до $+12$ В считается, что на линии логическая единица, при напряжении менее $-0,2$ В до -7 В считается, что на линии логический ноль.*

Из рисунка 7.5 видно, что реализуется (какой?) полудуплексный режим передачи данных.

В качестве кабеля в интерфейсе RS-485 используется витая пара проводов. Это обеспечивает симметрию линий относительно земли. Тогда в них наводятся помехи, близкие по форме и величине, поэтому дифференциальный сигнал будет близким к нулю. Поэтому преимуществом интерфейса RS-485 является высокая помехозащищенность.

Для нормальной работы сети с интерфейсом RS-485 нужно, чтобы передатчики и приемники сети по команде отключались от нее. Это реализуется их переводом в третье (высокоимпедансное) состояние. На схеме это производится подачей сигнала на входы в передатчике DE , в приемнике RE (входы разрешение передачи и приема данных). Волновое сопротивление кабеля обычно 120 Ом. На незадействованных концах линии должны быть терминальные резисторы, обычно это 120 Ом.

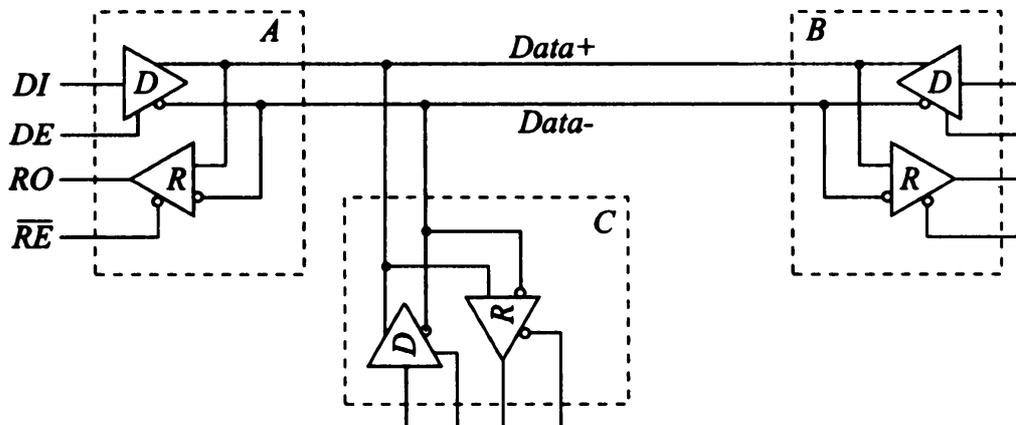


Рис. 7.5 – Схема соединения устройств по интерфейсу RS-485

Помимо рассмотренной схемы, интерфейс RS-485 имеет версию с четырехпроводной линией связи (рисунок 7.6). Здесь реализуется дуплексный режим передачи данных.

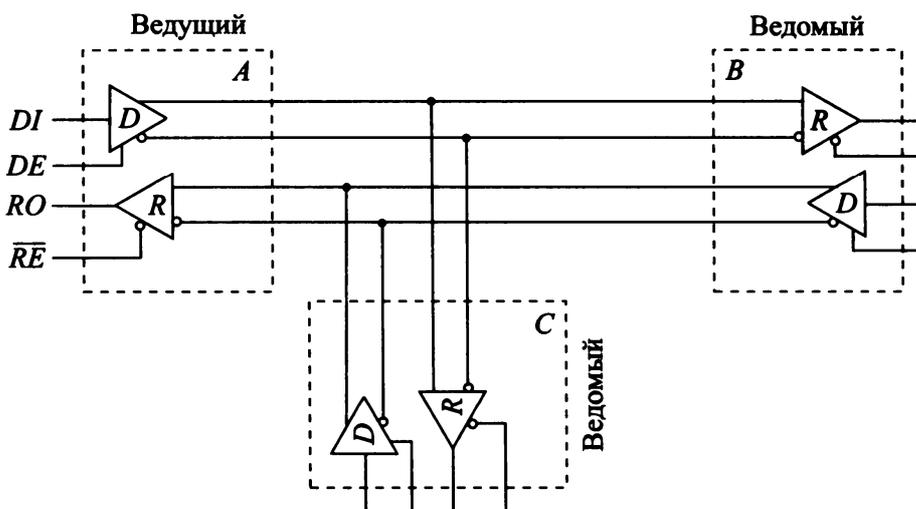


Рис. 7.6 – Схема соединения устройств по интерфейсу RS-485 по четырехпроводной линии связи

Много фирм выпускают микросхемы приемо-передатчиков интерфейса RS-485 (трансиверы интерфейса RS-485). Это как отдельные микросхемы, так и узлы микросхем.

Обычно физической топологией сетей на основе интерфейса RS-485 является «шина». Нужно учитывать, что любые ответвления от кабеля приводят к отражениям и снижают качество передачи. Поэтому правильное соединение узлов в «шине» показано на рисунке 4.7 а, неправильное – на 4.7 б.

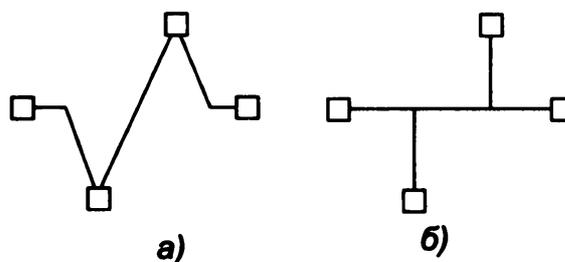


Рис. 7.7 – Правильное (а) и неправильное (б) соединение узлов в «шине»

Скорость передачи данных по сети интерфейса RS-485 составляет 100 кбит/с и более. Максимальная длина сети RS-485 1200 м. Стандарт интерфейса RS-485 допускает подключение не более 32 приемников к одному передатчику. Увеличить длину сети можно с помощью специальных технических устройств – повторителей (репитеров, ретрансляторов) интерфейса.

Опволоконный интерфейс. Его мы рассматривать не будем. Это задание для самостоятельных занятий. Далее мы коротко рассмотрим некоторые типы промышленных сетей.

HART-протокол. HART-протокол является открытым стандартом промышленной сети. *HART-протокол находит применение для связи МСД с датчиками и ИУ, а также между контроллерами в том числе в искробезопасном исполнении.* Несмотря на низкую скорость передачи (до 1,2 кбит/с) и аналоговый способ передачи данных, HART имеет широкое применение.

Стандарт HART-протокола включает в себя 1-й, 2-й и 7-й уровни модели OSI. Выполняемые функции модели OSI следующие:

Функции 1-го (физического) уровня: наложение цифрового частотно-модулированного (ЧМ) сигнала на аналоговый сигнал 4...20 мА, передача и прием этого сигнала по витой паре. Накладывается синусоидальный сигнал амплитудой $\pm 0,5$ мА, частота нуля – 2,2 кГц, единицы – 1,2 кГц. На приемном конце для выделения цифрового сигнала аналоговый сигнал пропускается через фильтр ВЧ, далее синусоида с выхода фильтра преобразуется в цифровой сигнал.

Функции 2-го (канального) уровня: определение ведущих/ведомый, контроль четности, организация контрольной суммы и потока сообщений, контроль приема сообщений.

Функции 7-го (прикладного) уровня: формирование HART-команд, данных и ответов.

Обычно сеть на основе HART-протокола используется для обмена информацией между двумя устройствами, такой обмен называется «точка-точка».

Достаточно широкое применение HART-протокола на 1-м уровне PCY обусловлено организацией связи в виде наложения цифрового сигнала на стандартный аналоговый сигнал 4...20 мА и передаче этого сигнала по существующей аналоговой линии связи.

Более подробно с HART-протоколом можно ознакомиться по литературе.

Теперь рассмотрим некоторые сетевые протоколы, наиболее распространенные в промышленных сетях в порядке их усложнения.

Modbus (протокол и сеть). Это один из самых распространенных протоколов. Несмотря на свой возраст (де-факто с 1979г, последняя версия протокола появилась в 2006 г) Modbus не только не устарел, но его применение расширяется. *Преимущества Modbus: простота схемной и программной реализации, элегантность принципов функционирования, небольшие затраты на освоение стандарта, высокая степень открытости* (Денисенко, с. 105). *Основной недостаток Modbus – наличие только одного ведущего устройства, остальные – ведомые, что не позволяет передавать данные по мере их появления. Это требует интенсивного опроса*

ведомых устройств. Однако есть разновидности протоколов Modbus, где устранен этот недостаток, это – Modbus Plus, кроме того, есть Modbus TCP, рассчитанный на использование в сетях Ethernet и Интернет.

Модель OSI протокола Modbus содержит три уровня: физический, канальный и прикладной. На физическом уровне используется интерфейс RS-485, на канальном – протокол «ведущий-ведомый». Протоколом канального уровня предусмотрено только одно ведущее устройство и до 247 ведомых. Ведомые передают данные только сразу по запросу ведущего устройства, то есть в сети может происходить только один акт обмена.

Profibus (профибас). (Денисенко, с. 97). Это название получено из сокращений английских слов «промышленная шина для технологических процессов». *Используется в комплексе технических средств (КТС) германской фирмы Сименс а также устройствах других фирм. Profibus имеет три модификации: Profibus DP, Profibus FMS и Profibus PA.*

Profibus DP предназначен для быстрого обмена данными с устройствами, подключенными к сети, например связь датчиков, исполнительных устройств (ИУ) с модулями сбора данных (МСД) и контроллерами. Он использует 1 и 2 уровни OSI.

Profibus FMS применяется для обмена данными с контроллерами и компьютерами. По сравнению с Profibus DP это более гибкий и одновременно более сложный и, видимо более медленный вариант сети. На физическом уровне как Profibus DP так и Profibus FMS применяют RS-485 со скоростью передачи данных до 12 Мбит/с или оптоволоконный интерфейс и могут работать в одной сети. Шина, помимо витой пары передачи данных содержит другие проводники, всего 9 штук. Там ± 24 В, + питание, ± сигналы приема/передачи данных, ± сигналы управления направлением передачи, экран и земля.

Profibus PA использует стандарт IEC 1158-2 (токовая петля), несовместимый с RS-485 и может работать во взрывоопасной зоне.

В последнее время в этой серии модификаций появился стандарт Profinet, который основан на Industrial Ethernet и обеспечивает связь с офисной сетью Ethernet.

Мы не будем рассматривать канальный уровень сетей Profibus. Это для самостоятельного изучения. Отметим лишь, что в Profibus предусмотрено независимое резервирование ведущего и (или) ведомого устройств, а также шины, что делает эту сеть очень надежной. Кроме того, в Profibus DP может быть несколько ведущих устройств и используется логическая топология «кольцо», причем каждое ведущее устройство получает доступ к сети только при получении маркера.

Промышленный Ethernet. Обычный, офисный Ethernet (эзернет) широко распространен благодаря своим преимуществам, прежде всего высокой скорости передачи данных, простоте интеграции (соединения) с офисными сетями, возможностью организации многомастерских сетей. Стандарты: IEEE группы 802.3. Итак: *Преимущества Ethernet: высокая скорость передачи данных, простота интеграции (соединения) с офисными сетями, возможность организации многомастерских сетей.* Промышленному применению стандарта долго мешал метод случайного доступа к сети. Дело в том, что сообщения в Ethernet (эзернет) передаются пакетами, время передачи при занятой сети является случайной величиной, теоретически можно ждать приема данных бесконечное время, то есть данные можно вообще не получить. Это вы знаете при работе с Интернет. Это не подходило для промышленных сетей, работающих в реальном масштабе времени, где нужно гарантировать доставку сообщений в заранее определенный интервал времени. Итак: *Применению Ethernet (эзернет) в промышленных сетях мешало неопределенное время доставки пакетов данных.* Затем эта проблема была решена применением коммутаторов (switch, переключатель), работающих на канальном (втором) уровне OSI. Неопределенность доставки пакетов осталась, но она уменьшилась до допустимых пределов. Итак: *Сейчас в промышленной сети Ethernet благодаря применению коммутаторов*

время доставки уменьшилась до допустимых пределов. Недостаток промышленной сети Ethernet – повышенная стоимость сетевого оборудования. Уровни 1 и 2 OSI Ethernet воплощаются аппаратно, остальные – программно.

Более детально мы не будем рассматривать, это для самостоятельного изучения.

7.3 Сетевое оборудование. Часть сетевого оборудования встроено в цифровые устройства систем автоматизации, то есть в МСД, ПЛК и другие устройства. Но для работы сети необходимы кабели и приходится использовать вспомогательные сетевые устройства. Это повторители и преобразователи интерфейса, концентраторы, коммутаторы, мосты, маршрутизаторы и шлюзы. Итак: *При организации сети помимо встроенных в МСД и ПЛК модулей и кабелей используется вспомогательное оборудование: повторители и преобразователи интерфейса, концентраторы, коммутаторы, мосты, маршрутизаторы и шлюзы.*

Более детально мы этот вопрос не будем рассматривать, это для самостоятельного изучения.