

Сети PROFIBUS

1

1.1 Локальные вычислительные сети в автоматизации производства и технологических процессов

1.1.1 Введение

Коммуникационные системы

Функционирование систем управления отныне зависит не только от программируемых логических контроллеров, но также в сильной степени определяется и окружением, в котором они находятся. И кроме средств визуализации, управления и контроля здесь также имеется в виду высокопроизводительная коммуникационная система.

Распределённые системы

Распределённые системы всё чаще и чаще используются в качестве систем автоматизации производственных и технологических процессов. Это означает, что весь комплекс задач управления распределяется между отдельными системами управления, выполняющими менее крупные подзадачи. В результате, возникает необходимость в организации эффективной связи между распределёнными системами. В качестве примеров преимуществ такого подхода к построению систем управления можно привести следующее:

- Независимый и одновременный ввод в эксплуатацию отдельных участков цеха/системы
 - Объём программ меньше, они более понятны
 - Параллельная обработка данных распределёнными системами автоматизации
- За счёт этого достигается:
- Более короткие времена реакции
 - Снижение нагрузки на отдельные устройства обработки
 - Наличие общесистемных структур, выполняющих дополнительные функции диагностики и регистрации
 - Повышение работоспособности цеха/системы, поскольку в случаях аварий на отдельном участке, остальная система продолжает работу.

Развитая, высокопроизводительная коммуникационная система является неотъемлемой частью распределённой системы управления.

SIMATIC NET

Своим семейством промышленных сетей SIMATIC NET фирма Siemens представляет открытую гетерогенную коммуникационную систему, предназначенную для использования на всех уровнях иерархии систем автоматизированного управления в условиях промышленного производства. Коммуникационные системы SIMATIC NET базируются на государственных и международных стандартах в соответствии с 7-уровневой моделью ISO/OSI.

Основой таких коммуникационных систем служат локальные вычислительные сети (ЛВС), которые могут быть реализованы как:

- Электрические
- Оптические
- Беспроводные
- Комбинация электрических/оптических/беспроводных
- Электрические искробезопасные

1.1.2 Обзор системы SIMATIC NET

SIMATIC NET – это общее название семейства коммуникационных сетей, объединяющих программируемые контроллеры SIEMENS, серверы, рабочие станции и персональные компьютеры.

В состав SIMATIC NET входят следующие компоненты:

- Коммуникационная сеть, состоящая из среды передачи, средств для подключения к сети и передачи данных, а также соответствующие технологии передачи
- Протоколы и службы, используемые для передачи данных между перечисленными выше устройствами
- Модули, предназначенные для подключения программируемого контроллера или компьютера к ЛВС (коммуникационные процессоры “СР” или “интерфейсные модули”).

Для реализации самого разнообразного круга задач, которые должны быть решены в том или ином проекте автоматизации, SIMATIC NET, в зависимости от конкретной ситуации, предлагает различные коммуникационные сети.

Топология помещений, зданий, заводов и всего комплекса компании в целом, а также преобладающие условия окружающей среды могут быть различными, и это влечёт за собой различные требования. Объединённые в сеть компоненты системы автоматизации также выдвигают различные требования к коммуникационной системе.

Для выполнения этих разносторонних требований семейство SIMATIC NET предлагает следующие коммуникационные сети, удовлетворяющие государственным и международным стандартам:

Industrial Ethernet/Fast Ethernet

Коммуникационная сеть промышленного применения, предназначенная для работы на уровне ЛВС и производственных участков с использованием немодулированной передачи данных, базирующаяся на стандарте IEEE 802.3 и использующая технологию доступа CSMA/CD (Множественный доступ с опросом несущей и обнаружением коллизий). Сеть может работать на базе

- Трехпроводного коаксиального кабеля (50 Ом)
- Витой пары (100 Ом)
- Стекловолоконно-оптического кабеля

AS-интерфейс

AS-интерфейс – это коммуникационная сеть, предназначенная для использования на самом нижнем уровне автоматизации для подключения датчиков и исполнительных механизмов к программируемым логическим контроллерам через кабель шины AS-интерфейса.

PROFIBUS

Коммуникационная сеть полевого уровня и уровня отдельных производственных участков, базирующаяся на стандарте EN 50170-1-2 и использующая гибридный метод доступа к шине (маркерное кольцо между активными узлами и "ведущий - ведомый" между активными и пассивными узлами). Средой передачи может являться витая пара, волоконно-оптический кабель или беспроводная среда.

PROFIBUS-PA

PROFIBUS-PA – это сеть PROFIBUS для приложений в автоматизации непрерывных процессов. Она объединяет коммуникационный протокол PROFIBUS-DP и технологию передачи IEC 61158-2.

1.2 Основные принципы сети PROFIBUS

EN 50170

Продукты семейства SIMATIC NET PROFIBUS и сети, которые строятся на их основе, соответствуют стандарту PROFIBUS EN 50170 (1996). Компоненты SIMATIC NET PROFIBUS также могут использоваться с SIMATIC S7 для создания подсети SIMATIC MPI (MPI = Многоточечный интерфейс).

Подключаемые системы

К сети могут быть подключены следующие системы:

- Программируемые контроллеры SIMATIC S5/S7/M7/C7
- Система децентрализованной периферии ET 200
- Программаторы/персональные компьютеры семейства продукции SIMATIC
- Операторские панели, устройства и системы контроля семейства продукции SIMATIC
- Микрокомпьютеры в промышленном исполнении семейства SICOMP
- Системы ЧПУ SINUMERIK CNC
- Датчики SIMODRIVE
- Преобразователи частоты серии SIMOVERT MASTER DRIVES
- Система цифрового регулирования SIMADYN D
- Преобразователи SIMOREG
- Преобразователи частоты серии MICROMASTER и MIDIMASTER
- Контроллеры реверсивного управления/исполнительные механизмы SIPOS
- Промышленные контроллеры/контроллеры управления технологическими процессами семейства SIPART
- Системы идентификации MOBY
- Низковольтный пускатель SIMOCODE
- Автоматические выключатели
- Компактные станции SICLIMAT COMPAS
- Системы управления технологическими процессами TELEPERM M
- Устройства других производителей, поддерживающие интерфейс PROFIBUS

Среда передачи

Сети PROFIBUS могут быть реализованы с использованием одной из следующих сред:

- Экранированная витая пара (волновое сопротивление 150 Ом)
- Искробезопасная экранированная витая пара (для PROFIBUS-PA)
- Волоконно-оптический кабель
- Беспроводные сети (ИК-технология)

Различные коммуникационные сети могут использоваться независимо или, в случае необходимости, объединяться между собой.

1.2.1 Стандарты

Семейство сетей SIMATIC NET PROFIBUS базируется на следующих стандартах и директивах:

IEC 61158-2 - 6: 1993/2000

Цифровая передача данных для измерения и управления -
Шина полевого уровня, предназначенная для
использования в промышленных системах управления

EN 50170-1-2: 1996

Коммуникационная система полевого уровня общего
назначения
Том 2: Характеристики физического уровня и описание
служб

Нормативные указания Организации пользователей PROFIBUS:
Нормативные указания по построению сетей PROFIBUS в
соответствии с DIN 19245 Часть 3 (Проект)
Версия 1.0 от 14.12.1995

Передача данных по волоконно-оптическому каналу для
сетей PROFIBUS
Версия 2.1 от 12.98

EIA RS-485: 1983

Стандарт на электрические характеристики передатчиков и
приёмников, предназначенных для использования в
цифровых сбалансированных многоточечных системах

Сеть SIMATIC NET PROFIBUS-PA базируется на следующих стандартах и директивах:

EN 50170-1-2: 1996

Коммуникационная система полевого уровня общего
назначения
Том 2: Характеристики физического уровня и описание
служб

IEC 61158-2: 1993

Стандарт шины полевого уровня, предназначенной для
использования в промышленных системах управления
Часть 2: Характеристики физического уровня и описание служб

EN 61158-2: 1994

Стандарт шины полевого уровня, предназначенной для
использования в промышленных системах управления
Часть 2: Характеристики физического уровня и описание служб

PTB-Bericht W-53: 1993

Untersuchungen zur Eigensicherheit bei Feldbussystemen
Braunschweig, March 1993

PNO-Richtlinie: 1996

PROFIBUS-PA Inbetriebnahmeleitfaden (Hinweise zur Nutzung
der IEC 61158-2-Technik für PROFIBUS, Art.-Nr. 2.091)

1.2.2 Методы доступа

Маркерное кольцо/Ведущий-Ведомый

В сетях PROFIBUS используются методы доступа, описываемые стандартом EN 50170, Том 2, а именно "Token Bus" (сеть с передачей маркера или маркерное кольцо) для активных станций и "Master-Slave" (Ведущий-Ведомый) – для пассивных.

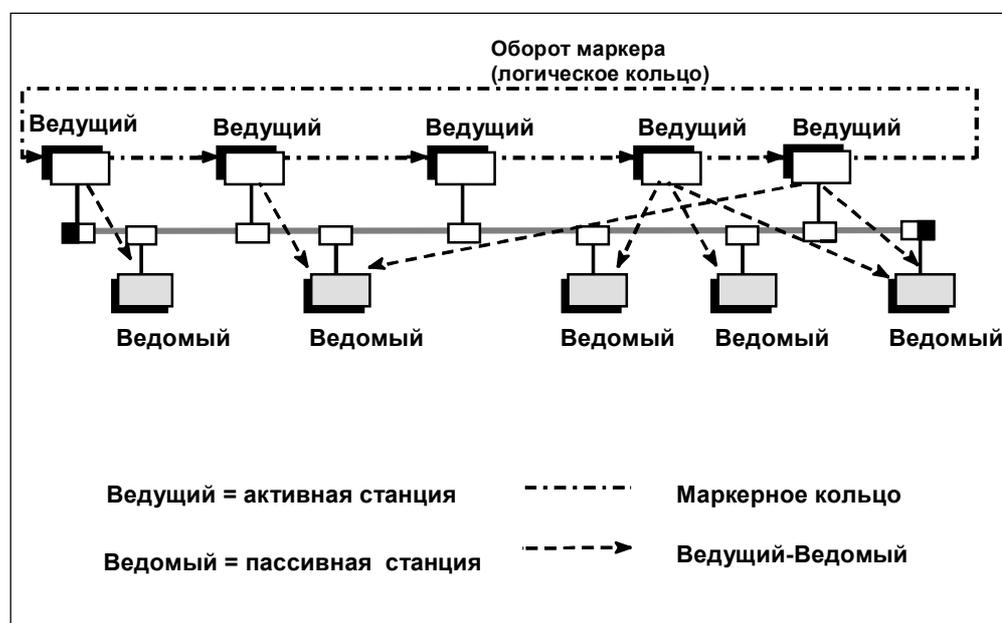


Рисунок 1-1 Принципы технологии доступа к среде передачи информации в сетях PROFIBUS

Активные и пассивные узлы

Технология доступа не зависит от конкретной среды передачи данных. На рисунке 1-1 "Принципы технологии доступа к среде передачи информации в сетях PROFIBUS" показана гибридная технология доступа с участием активных и пассивных узлов. Ниже приводятся краткие пояснения:

- Все активные узлы (ведущие) формируют логическое маркерное кольцо, имеющее фиксированный порядок, при этом каждый активный узел "знает" другие активные узлы и их порядок в логическом кольце (порядок не зависит от топологии расположения активных узлов на шине).
- Право доступа к каналу передачи данных, так называемый "маркер", передаётся от активного узла к активному узлу в порядке, определяемом логическим кольцом.
- Если узел получил маркер (адресованный именно ему), он может передавать пакеты. Время, отпущенное ему на передачу пакетов, определяется временем удержания маркера. Как только это время истекает, узлу разрешается передать только одно сообщение высокого приоритета. Если такое сообщение у узла отсутствует, он передаёт маркер следующему узлу в логическом кольце. Маркерные таймеры, по которым рассчитывается максимальное время удержания маркера, конфигурируются для всех активных узлов.
- Если активный узел обладает маркером, и если для него сконфигурированы соединения с пассивными узлами (соединения "ведущее устройство-ведомое устройство"), производится опрос пассивных узлов (например, считывание значений) или передача данных на эти устройства (например, передача уставок).
- Пассивные узлы никогда не принимают маркер.

Описанная технология доступа поддерживает вход и выход узлов из логического кольца во время работы.

1.2.3 Методы передачи

В зависимости от среды передачи, в сетях SIMATIC NET PROFIBUS используются следующие методы передачи данных на физическом уровне:

- RS-485 для электрических сетей с использованием экранированной витой пары
- Передача данных по оптическому каналу в соответствии с Нормативными указаниями Организации пользователей PROFIBUS /3/ с использованием волоконно-оптических кабелей
- Беспроводная передача с использованием инфракрасного канала
- Методика, описываемая стандартом IEC 61158-2 для искробезопасных и не искробезопасных электрических сетей для систем управления процессами (PROFIBUS-PA) с использованием экранированной витой пары.

1.2.4 Методы передачи, базирующиеся на стандарте EIA RS–485

Стандарт EIA RS–485

Технология передачи RS–485 соответствует сбалансированной передаче данных, описываемой стандартом EIA RS–485 /4/. В соответствии со стандартом PROFIBUS EN 50170, использование этой технологии является обязательным для передачи данных по витой паре.

В качестве среды передачи используется экранированная витая пара.

На обоих концах к кабелю подключаются нагрузочные сопротивления с номиналом, равным волновому сопротивлению кабеля. Такой отрезок кабеля, с подключенной с обеих сторон оконечной нагрузкой, называют сегментом.

Узел подключается к шине либо с помощью шинного терминала с соединительным кабелем (ответвлением), либо с помощью шинного штекера (сегмент может содержать не более 32 узлов). Отдельные сегменты можно соединять друг с другом с помощью повторителей.

Максимальная длина сегмента зависит от следующих факторов:

- Скорость передачи
- Тип используемого кабеля

Преимущества:

- Гибкая шинная или древовидная топология с повторителями, шинными терминалами и шинными штекерами для подключения узлов PROFIBUS
- Исключительно пассивная передача сигналов, которая обеспечивает отключение узлов без оказания влияния на сеть (за исключением узлов, питающих нагрузочные сопротивления)
- Простота прокладки и подключения шинного кабеля, не требующая специального опыта.

Ограничения:

- Охватываемое расстояние снижается при увеличении скорости передачи
- При наружной установке требуются дополнительные меры по молниезащите

Свойства технологии передачи RS–485

Технология передачи RS–485, используемая в сетях PROFIBUS, имеет следующие физические характеристики:

Таблица 1-1 Физические характеристики технологии передачи RS–485

Топология сети:	Шинная топология, древовидная структура с использованием повторителей
Среда передачи:	Экранированная витая пара
Возможные длины сегментов: (в зависимости от типа кабеля, см. Таблицу 3.1)	1 000 м для скорости передачи до 187.5 кбит/с 400 м для скорости передачи до 500 кбит/с 200 м для скорости передачи до 1.5 Мбит/с 100 м для скоростей передачи 3.6 и 12 Мбит/с
Количество подключенных последовательно повторителей:	Не более 9
Количество узлов:	Не более 32 на одном шинном сегменте Не более 127 в сети при использовании повторителей
Скорости передачи:	9.6 кбит/с, 19.2 кбит/с, 45.45 кбит/с, 93.75 кбит/с, 187.5 кбит/с, 500 кбит/с, 1.5 Мбит/с, 3 Мбит/с, 6 Мбит/с, 12 Мбит/с

Примечание

Свойства, перечисленные в таблице 1-1, приведены для случая, когда используется шинный кабель типа А и оконечная нагрузка шины, согласно стандарту PROFIBUS EN50170 1-2. Кабели и шинные штекеры из семейства продукции SIMATIC NET PROFIBUS удовлетворяют этим требованиям. Если при использовании специальных шинных кабелей с повышенным сопротивлением контура по постоянному току требуется уменьшение длины сегмента, это указывается в разделах "Configuration" (Конфигурирование) и "SIMATIC NET PROFIBUS Cables" (Кабели SIMATIC NET PROFIBUS).

1.2.5 Технологии передачи по волоконно-оптическому каналу

Нормативные указания Организации пользователей PROFIBUS

Технология оптической передачи удовлетворяет Нормативным указаниям Организации пользователей PROFIBUS:

“Передача данных по волоконно-оптическому каналу для сетей PROFIBUS” /3/.

Встроенные оптические интерфейсы, OBT, OLM

Оптическая передача данных в сетях SIMATIC NET PROFIBUS реализуется с использованием встроенных оптических портов, оптических шинных терминалов (OBT) и модулей оптической связи (OLM).

В качестве среды передачи используются двужильные волоконно-оптические кабели, выполненные из стекла, волокон с полимерной оболочкой или пластиковых волокон. Двужильные волоконно-оптические кабели содержат два проводящих оптических волокна, заключённых в общую оболочку.

Модули со встроенными оптическими портами и оптическими шинными терминалами (OBT) можно соединять между собой только для формирования оптических сетей, имеющих шинную топологию.

С помощью модулей OLM можно получать оптические сети, имеющие шинную топологию, топологию типа "звезда" и "кольцо". При использовании кольцевой топологии достигается резервирование канала передачи сигнала, и она лежит в основе построения сетей с высокой степенью надёжности.

Преимущества:

- Независимо от скорости передачи, достигаются большие расстояния между двумя терминалами передачи данных (ТПД) (расстояния между двумя модулями OLM достигают до 15 км)
- Узлы и среда передачи данных электрически развязаны между собой
- При соединении компонентов, имеющих разные потенциалы относительно земли, отсутствуют токи экрана
- Отсутствие электромагнитных помех
- Не требуются дополнительные средства молниезащиты
- Простота прокладки волоконно-оптических кабелей
- Высокая надёжность ЛВС благодаря использованию кольцевой топологии

- Чрезвычайно простая техника подключения при использовании пластиковых волоконно-оптических кабелей на коротких дистанциях.

Ограничения:

- Общее время передачи пакета увеличено по сравнению с сетями на витой паре
- Для монтажа стеклянных волоконно-оптических кабелей к штекерам требуется специальный опыт и инструменты
- Отсутствие питания в точках сочленения (в приспособлениях для подключения узлов, в OLM, или в ОБТ) приводит к прерыванию передачи сигнала

Характеристики технологии оптической передачи

Технология оптической передачи имеет следующие характеристики:

Топология сети:	Шинная топология при использовании встроенных оптических портов и ОБТ; шинная топология, топология типа "звезда" или "кольцо" при использовании OLM
Среда передачи:	Волоконно-оптические кабели с волокнами из стекла, с пластиковым покрытием или с пластиковыми волокнами
Длины сегментов (точка - точка)	До 15 км при использовании стекловолокна в зависимости от типа волокна и OLM при использовании пластиковых волокон: OLM: 0 м - 80 м ОБТ: 1 м - 50 м
Скорость передачи:	9.6 кбит/с, 19.2 кбит/с, 45.45 кбит/с, 93.75 кбит/с , 187.5 кбит/с, 500 кбит/с, 1.5 Мбит/с, 3 Мбит/с*, 6 Мбит/с*, 12 Мбит/с
Количество узлов:	Не более 127 в сети (126 для кольцевой топологии с использованием OLM)

* кроме случаев использования оптических портов и ОБТ

Примечание

Оптические порты модулей OLM оптимизированы для работы на больших расстояниях. Непосредственное соединение оптических портов модуля OLM с терминалом ОБТ или встроенными оптическими портами невозможно из-за различия технических характеристик.

1.2.6 Технология беспроводной передачи в инфракрасном диапазоне

В беспроводных сетях PROFIBUS для передачи данных используется инфракрасный сигнал. Средой передачи в данном случае является свободное пространство между двумя узлами, расположенными в прямой видимости друг от друга. Максимальное расстояние, которое при этом достигается, составляет 15 м. Беспроводные сети реализуются с помощью модулей инфракрасной связи (ILM). Объединяемые в сеть узлы подключаются к электрическому порту модуля ILM.

Преимущества:

- Высокая мобильность подключенных компонентов производственного участка (например, тележек)
- Отсутствие износа при подключении и отключении в сетях с фиксированными компонентами
- Объединение узлов без монтажа кабеля (временное подключение, подключение к труднодоступным участкам)
- Не зависит от протокола
- Электрическая развязка между узлами и проводной сетью

Ограничения

- Скорость передачи ≤ 1.5 Мбит/с
- Требуется открытое пространство и прямая видимость между узлами
- Максимальное расстояние не превышает 15 м
- В сетях может быть только одно ведущее устройство

Характеристики технологии беспроводной передачи в инфракрасном диапазоне

Технология передачи в инфракрасном диапазоне имеет следующие характеристики:

Топология сети:	Точка - точка Точка - многоточка
Среда передачи:	Открытое пространство с прямой видимостью
Максимальная длина сегмента:	15 м
Скорость передачи модуля ILM:	9.6 кбит/с, 19.2 кбит/с, 45.45 кбит/с, 93.75 кбит/с, 187.5 кбит/с, 500 кбит/с, 1.5 Мбит/с
Количество узлов:	Не более 127 в сети

1.2.7 Технология передачи для PROFIBUS-PA

Стандарт IEC 61158-2

Технология передачи соответствует стандарту IEC 61158-2 (идентичен стандарту EN 61158-2).

Средой передачи является экранированная витая пара. Сигнал передаётся в виде синхронного потока данных при скорости 31.25 кбит/с с использованием манчестерского кода. В общем случае, канал передачи данных также используется для подачи напряжения питания к устройствам полевого уровня.

Преимущества:

- Простая кабельная разводка с использованием витой пары
- Подача питания на удалённые устройства по сигнальному кабелю
- Возможна работа в искробезопасном режиме (для зон с повышенной опасностью)
- Шинная и древовидная топология
- Возможно подключение до 32 узлов на сегмент кабеля

Ограничения:

- Скорость передачи ограничена значением 31.25 кбит/с

Характеристики технологии передачи IEC 61158-2

Технология передачи IEC 61158-2 имеет следующие основные характеристики:

Топология сети:	Шинная топология, топология типа "звезда" и древовидная топология
Среда передачи:	Экранированная витая пара
Достижимые длины сегментов:	1900 м
Скорость передачи:	31.25 кбит/с
Количество узлов:	Не более 127 в сети