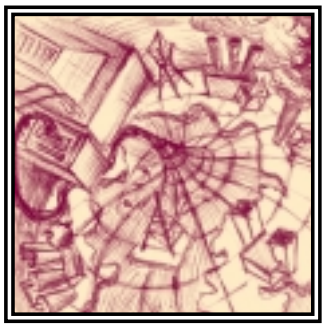

FOUNDATION FIELDBUS или PROFIBUS-PA:

выбор промышленной сети для автоматизации технологических процессов

Ашок Гупта, Ричард Каро

В течение последних нескольких лет развитие промышленных (полевых) сетевых архитектур было одной из самых обсуждаемых тем среди производителей и потребителей оборудования для промышленной автоматизации. С середины 80-х годов предпринимались попытки выработать единый стандарт полевой шины (fieldbus), устанавливающий требования к открытому цифровому протоколу обмена, который бы обеспечивал возможность взаимодействия контроллеров, устройств связи с объектом, датчиков и исполнительных механизмов разных производителей.

С топологией fieldbus связано много ожиданий:

- это было бы огромным шагом вперед в области АСУ ТП подобно тому, как поколение назад интерфейс 4–20 мА практически полностью вытеснил пневмоавтоматику;
- стало бы возможным обеспечить двунаправленную помехоустойчивую связь между различными устройствами системы управления;
- поскольку к единственному сегменту шины может подключаться несколько устройств различного назначения, отпала бы необходимость прокладки отдельных линий связи и кабелей к каждому устройству, что существенно снижает затраты на монтаж и обслуживание кабельного хозяйства;
- устройства были бы способны передавать диагностическую информацию на верхний уровень системы управления, позволяя операторам немедленно локализовать неисправность;
- к промышленной сети могло бы быть подключено любое совместимое по протоколу устройство, независимо от фирмы-производителя.

И, наконец, самое важное:

- поскольку «настоящий» стандарт на полевую шину позволяет устройствам обмениваться информацией по принципу «точка-точка», стало бы возможным распределить управление технологическим процессом непосредственно на уровне датчиков и исполнительных механизмов.

К преимуществам такого рода распределенных систем управления относится полное (за счет параллельной обработки) использование вычислительных ресурсов микропроцессорных устройств нижнего уровня АСУ ТП, что может привести:

- к сокращению времени реакции на события;
- к лучшей управляемости автоматизированной системы;
- к улучшению диагностики;
- к большей гибкости;
- к возможности использовать освободившиеся вычислительные ресурсы верхних уровней АСУ ТП для решения дополнительных задач, в том числе для управления производством в целом (АСУП).

После нескольких лет технологических и политических баталий появилось несколько разновидностей систем, использующих технологию полевых шин. Можно выделить два коммуникационных протокола — FOUNDATION™ fieldbus и PROFIBUS-PA, которые вместе со связанными с ними технологиями доступны для применения в системах промышленной автоматизации.

Несмотря на то, что в названиях обоих протоколов есть единый корень — fieldbus, между ними имеется множество различий по архитектуре, функциям и уровню совместимости. Кроме того, существуют различия и между организациями, которые разрабатывают и поддерживают эти два

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

протокола. В данной статье анализируются эти различия.

PROFIBUS-PA

Название PROFIBUS относится к ряду родственных протоколов полевых шин, первоначально разработанных компаниями Siemens, Bosch и Klockner-Moeller для удовлетворения нужд автоматизации дискретного производства. Контроль над технологией PROFIBUS осуществляет европейская организация PROFIBUS Nutzerorganisation (PNO).

В настоящее время существует три основных разновидности PROFIBUS. Протокол PROFIBUS-FMS, используемый с 1990 г., применяется для организации связи между устройствами в соответствии с протоколом высокого уровня. PROFIBUS-DP (1992) предназначен главным образом для обмена данными между программируемыми логическими контроллерами и устройствами связи с объектом. И, наконец, PROFIBUS-PA (1997) предназначен для обмена данными между верхним уровнем систем управления, контроллерами, а также датчиками и исполнительными механизмами. Однако под именем трех названных протоколов существует несколько версий PROFIBUS, являющихся фактически частнофирменными протоколами Siemens.

Протоколы DP, FMS и PA были сначала приняты в качестве стандарта в Германии (DIN 19245) и несколько позже в странах Евросоюза (CENELEC EN50170-2). PROFIBUS имеет наибольшую популярность и долю рынка в Германии и соседних с ней странах.

FOUNDATION™ FIELDBUS

Протокол FOUNDATION™ fieldbus был разработан «с нуля» для удовлетворения требованиям, предъявляемым к современным системам промышленной автоматизации. Интенсивные совместные усилия многих производителей средств промышленной автоматизации по разработке нового протокола, включая обширную программу объектовых испытаний, закончились в 1996 г. выпуском спецификаций на низкоскоростную (31,25 кбод) версию FOUNDATION™ fieldbus (H1). В этой версии полностью определены способы создания управляющих программ на базе функциональных блоков, а ее коммуникационные возможности нижнего уровня обеспечивают поддержку управления непосредственно по шине.

Недавно завершена работа над высокоскоростной реализацией протокола FOUNDATION™ fieldbus (H2). Протоколы H1 и H2 идентичны, что позволяет, используя простые «мосты», создавать многоуровневые масштабируемые сети.

Протокол, используемый в FOUNDATION™ fieldbus, является подмножеством стандартов IEC-61158 часть 2 и TS-61158 части 3 и 4.

Консорциум Fieldbus Foundation является некоммерческой организацией, которая была образована в результате слияния двух других консорциумов, продвигавших протоколы полевых шин, — WorldFIP (North America) и InterOperable Systems Project. В работе Fieldbus Foundation, штаб-квартира которой расположена в городе Остин (штат Техас), участвуют практически все основные мировые поставщики аппаратно-программных средств АСУ ТП.

Общие черты и отличительные особенности

PROFIBUS-PA и FOUNDATION™ fieldbus имеют ряд общих характеристик (табл. 1, табл. 2):

- обе системы удовлетворяют требованиям спецификаций физического уровня H1 IEC/ISA, которые определяют среду передачи данных;
- обе системы искробезопасны и способны по одним и тем же проводам передавать как данные, так и электропитание для подключенных к сети устройств, что позволяет использовать их во взрывоопасных зонах;
- обе системы поддерживаются международными организациями, объединяющими как конечных пользователей, так и поставщиков;
- обе системы могут быть развернуты в качестве цифровой замены аналоговых каналов 4-20 мА с использованием тех же самых, уже существующих линий связи;
- обе системы поддерживают работу в многоточечном режиме, благодаря чему снижаются затраты на монтаж и обслуживание кабельного хозяйства.

Однако между сетевыми системами имеются и существенные различия (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1. Сравнение коммуникационных протоколов

	PROFIBUS-PA	FOUNDATION fieldbus
Физический уровень	Стандарт IEC 61158-2	Стандарт IEC 61158-2
Скорость обмена	31,25 кбит/с	31,25 кбит/с
Питание устройств по линии связи	Да	Да
Использование существующей кабельной инфраструктуры	Да	Да
Работа во взрывоопасных зонах	Да	Да
Канальный уровень	802.4 (передача маркера, «ведущий-подчиненный»)	ANSI S50.02-3,4; TS-61158-3,4 (специально разработан для полевой шины)
Связь «точка-точка»	Нет	Да
Синхронизация по времени	Нет	Да
Периодические сеансы обмена	Опрос выполняется ведущим устройством	Планируемая подписка узлов на данные, публикуемые другими узлами
Прикладной уровень	Расширения DP	Fieldbus Messaging (FMS) — обмен сообщениями
Функциональные блоки	Типы блоков ограничены профилем устройства	Полностью определены и могут быть расширены производителем устройств
Язык описания устройств	Нет	Да
Системное администрирование	Нет	Да
Поиск тега	Нет	Да
Присвоение адреса	Нет	Да
Исполнение функционального блока по расписанию	Нет	Да

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

Таблица 2. Сравнение достоинств

Преимущества полевой шины	PROFIBUS-PA	FOUNDATION fieldbus
Начальная экономия на стоимости монтажных материалов	Да	Да
Идентификация устройства	Да	Да
Диагностическая и регламентная информация	В ограниченном объеме	Да
Удаленное конфигурирование устройств	В ограниченном объеме	Да
Удаленная калибровка	Нет	Да
Управление на уровне датчиков и исполнительных механизмов (полевых устройств)	Нет	Да
Обработка аварийных событий и тренды	Нет	Да
Расширенное представление о контролируемом процессе	Да, однако имена тегов и параметров не хранятся в устройстве	Да
Свобода выбора поставщика оборудования	Ограниченная	Да
Поддержка нескольких ведущих узлов	Ограничена. Добавление следующего ведущего устройства влияет на длительность цикла опроса	Да. Количество ведущих узлов не влияет на характеристики шины
Классы производимых устройств	Устройства цифрового и аналогового ввода/вывода с функциями сбора данных	Устройства цифрового и аналогового ввода/вывода с функциональными блоками

Хотя обе системы способны управлять событиями в самой сети, применяемая в PROFIBUS-PA коммуникационная модель «главный-подчиненный», а также отсутствие протокола системного администрирования делают PROFIBUS-PA неудовлетворительным решением для управления распределенными процессами.

FOUNDATION™ fieldbus, напротив, создавалась не только для организации обмена цифровой информацией между управляющим устройством сети и устройствами нижнего уровня (полевого оборудования), но и для распределенного управления, включая поддержку функции автоматического конфигурирования (plug-and-play), что существенно расширяет границы совместимости оборудования.

FOUNDATION™ fieldbus при передаче данных одновременно поддерживает маркерный доступ и обмен по расписанию. Таким образом, данные, передаваемые между функциональными блоками прикладной программы, исполняющейся на разных узлах сети, могут быть точно синхронизированы по времени. Исполнение функционального блока координируется с передачами по шине, так как каждое устройство содержит синхронизируемый таймер. Таким образом, контур управления, распределенный между несколькими устройствами, может завершить операцию в наикратчайшее время. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению времени запаздывания и увеличению быстродействия контура.

Прикладной уровень в FOUNDATION™ fieldbus обеспечивает поддержку квитированного взаимодействия между клиентом и сервером, что может использоваться для изменения оператором значений уставок, удаленной загрузки и настройки параметров конфигурации. Кроме того, поддерживается рассылка оповещений об аварийных событиях и их подтверждений. Это основано на том же прикладном уровне, который используется в PROFIBUS-FMS.

В PROFIBUS-PA один ведущий узел использует протокол DP для опроса подчиненных узлов, содержащих функциональные блоки ввода/вывода. Время опроса всех узлов сети зависит от количества узлов и ряда других факторов, поэтому детерминированным может быть только время начала опроса.

На прикладном уровне PROFIBUS-PA вместо FMS использует расширения DP, что приводит к ограничению возможностей по удаленному конфигурированию, а также по чтению и записи.

Какая система обеспечивает управление на базе устройств нижнего уровня?

Одним из ожидаемых достоинств полевой шины является возможность распределения функций управления процессом среди устройств нижнего уровня (уровня полевых устройств) АСУ ТП. Архитектура FOUNDATION™ fieldbus, основанная на модели публикации данных одними сетевыми узлами и подписки на эти данные других сетевых узлов, позволяет организовывать тесное взаимодействие между устройствами различных производителей, объединенными в одну сеть. Таким образом, логика алгоритма управления может быть перенесена на нижний уровень системы управления (т.е. УСО, датчики и исполнительные механизмы). Архитектура «ведущий-подчиненный», используемая в PROFIBUS, означает, что весь обмен происходит по инициативе ведущего устройства. В результате из-за непредсказуемых задержек невозможно обеспечить функционирование распределенных по устройствам нижнего уровня контуров управления с обратной связью.

Функции системного администрирования в FOUNDATION™ fieldbus обеспечивают исполнение функциональных блоков на разных узлах сети в точно заданной последовательности в течение детерминированных интервалов времени, что необходимо при реализации контуров регулирования на нижнем уровне системы.

Подсистема администрирования и канальный уровень FOUNDATION™ fieldbus способны также выполнять следующие важные функции:

- автоматическое присвоение сетевого адреса при добавлении нового устройства, что обеспечивает функциональность plug-and-play;
- предотвращение дублирования сетевых адресов, каждому устройству назначается один уникальный адрес;
- синхронизация времени в прикладных программах, когда по сети рас-

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

сылаются широковещательные пакеты, синхронизирующие время во всех узлах сети; это необходимо для правильного функционирования контуров управления или, например, для простановки метки времени в аварийных сообщениях для их дальнейшего корректного хронологического анализа;

- поиск тегов; это устраняет необходимость в репликации системной базы данных, содержащей информацию об устройствах.

PROFIBUS не имеет средств системного администрирования, а значит, не способен обеспечить выполнение описанных ранее функций.

Какая из систем предоставляет наибольшую степень функциональной совместимости

Функциональная совместимость устройств — это возможность замены устройства полевой шины одного изготовителя на устройство другого изготовителя без потери функциональности или степени интеграции с системой управления или хост-контроллером. Функциональная совместимость устройств позволяет пользователю для своего проекта выбрать наиболее подходящую аппаратуру, независимо от того, кто является производителем конкретного контроллера, датчика, исполнительного механизма или иного полевого оборудования.

В то время как семиуровневая модель OSI является общепринятой в области сетевых коммуникаций, FOUNDATION™ fieldbus вводит еще один, восьмой уровень, называемый пользовательским (User Level). В этом, в частности, состоит ее отличие от PROFIBUS-PA. Элементами пользовательского уровня в архитектуре, используемой FOUNDATION™ fieldbus, являются функциональные блоки, которые представляют собой стандартизированные объекты управления, такие, например, как аналоговый вход, аналоговый выход и ПИД-регулятор (рис. 1). Существуют также дополнительные стандартные функциональные блоки, такие как дискретный вход, дискретный выход, селектор сигналов, операторский ввод, блок отношение/смещение и блок отношение. Функциональные блоки встроены в датчики и исполнительные устройства, за счет чего обеспечивается высокий уровень их функциональных возможностей.

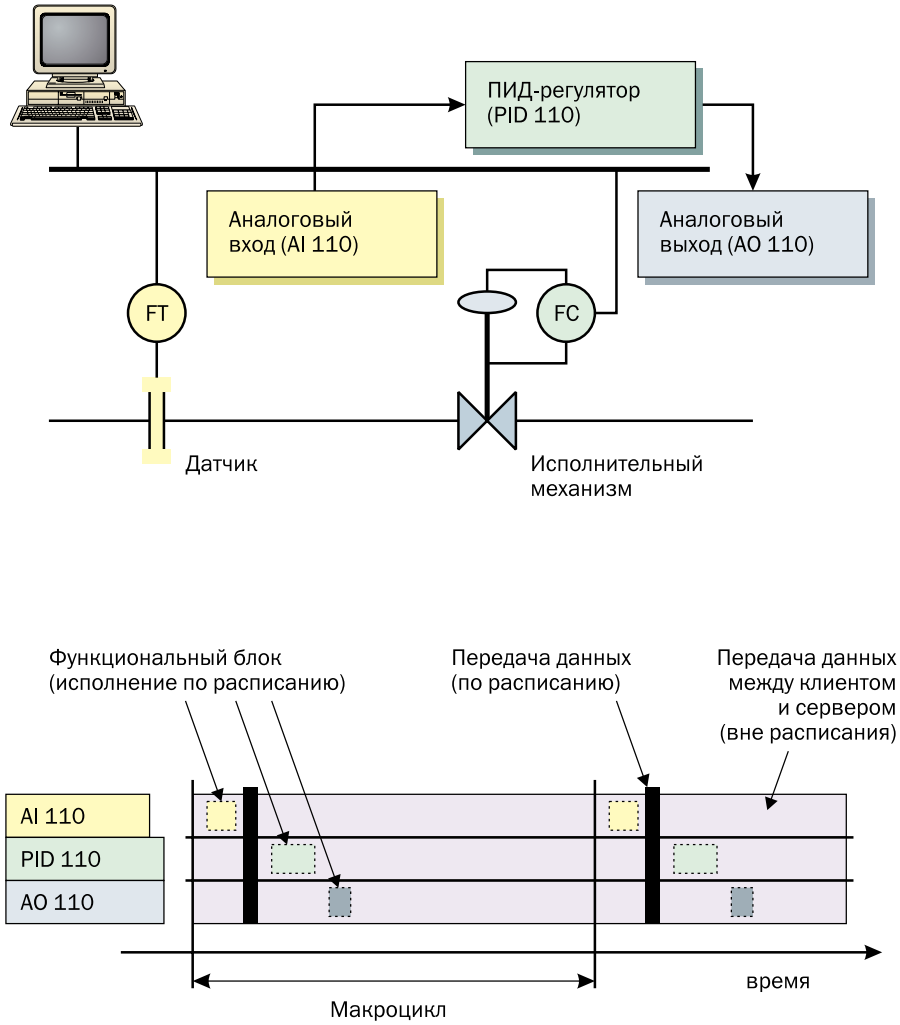

Рис. 1. ПИД-регулирование FOUNDATION fieldbus

PROFIBUS не имеет полностью определенных стандартных функциональных блоков. Вместо этого используются так называемые «профили» для определения функций, главным образом таких простых, как ввод и вывод. При этом собственно управление осуществляется специальным хост-контроллером.

В пользовательский уровень (User Layer) FOUNDATION™ fieldbus включена возможность описания устройств на языке описания устройств (Device Description Language, DDL). Описания устройств можно рассматривать как своеобразные драйверы устройств. Поставщики оборудования предоставляют описания своих устройств пользователям. После считывания описания устройств хост-системой система, как и все подключенные к ней устройства, способна поддерживать весь спектр функциональных возможностей устройства.

PROFIBUS не имеет средств, аналогичных описанию устройства. Совместимое с PROFIBUS оборудование должно соответствовать профилям устройств, допустимый набор которых определяется ассоциацией PNO. Профили, содержащие базовый набор параметров устройства, жестко заданы и не расширяемы. Это означает, что PROFIBUS распознает только базовый набор параметров, являющихся общими для всех устройств определенного типа. Чтобы получить возможность доступа к дополнительным или расширенным параметрам или возможностям конкретного устройства, необходимо написать специальную программу.

Более того, спецификации PROFIBUS не содержат никаких воз-

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

можностей для обеспечения выполнения стандартных приложений во всех PROFIBUS совместимых устройствах.

В то время как организации, поддерживающие PROFIBUS, ссылаются на строгое соблюдение профилей как на доказательство совместимости, на самом деле это относится скорее к вопросам сетевой совместимости и совсем недостаточно для настоящей совместимости уровня plug-and-play.

Например, для совместимого с PROFIBUS датчика температуры гарантируется возможность обмена данными через сеть PROFIBUS. Пользователь будет в состоянии выполнять базовые функции, такие как установка пределов измерения, считывание температуры и т.д., однако без специального программирования он не сможет выполнить специфические для конкретного датчика операции, такие, например, как калибровка. Это объясняется отсутствием в PROFIBUS возможностей описания устройств.

Используя FOUNDATION™ fieldbus, пользователь может легко подключить устройство к сети и после загрузки описания устройства взаимодействовать с ним без каких-либо ограничений. Технология FOUNDATION™ fieldbus обеспечивает полный доступ ко всем данным, в том числе к параметрам, специфичным для данного устройства.

Какая из технологий является открытой?

Несмотря на многочисленные уверения в обратном, лишь некоторые версии PROFIBUS являются открытыми. Фактически компания Siemens все свои сети на базе RS-485 называет PROFIBUS, несмотря на то, что некоторые из них являются частнофирменным решением Siemens. С другой стороны, FOUNDATION fieldbus разработана в полностью открытой и нейтральной по отношению к различным производителям среде. Спецификации FOUNDATION fieldbus опубликованы и доступны всем желающим.

Кроме того, в ассоциации Fieldbus Foundation установлены такие правила, что любая часть сетевой технологии, будь то микросхемы или реализации протоколов, принимаются, только если для них существует несколько поставщиков.

Различия между ассоциациями PNO и Fieldbus Foundation со всей очевидностью проявляются в структуре их руководящих органов.

Совет директоров Fieldbus Foundation состоит из 11 членов, представляющих 11 различных компаний, в то время как совет директоров PNO состоит только из четырех членов, двое из которых являются сотрудниками компании Siemens. В версиях PROFIBUS, разработанных для высокоскоростного управления дискретными процессами, Siemens является единственным поставщиком необходимых высокопроизводительных микросхем.

Какая из технологий наиболее широко используется?

Технология PROFIBUS, разработанная компанией Siemens в 1989 г., в настоящее время применяется большим числом пользователей, чем FOUNDATION™ fieldbus. Однако следует заметить, что протокол, используемый PROFIBUS, был разработан значительно раньше, чем протокол Fieldbus Foundation, и основан на менее современной технологии.

Число инсталляций PROFIBUS, объявленное ассоциацией PNO, отчасти вводит в заблуждение, так как существует множество версий PROFIBUS, ряд из которых не совместим друг с другом. Кроме того, компания Siemens разработала ряд протоколов, которые она называет PROFIBUS, несмотря на то, что эти протоколы не приняты органами стандартизации Германии или организацией PROFIBUS Users Group.

Невозможно отрицать тот факт, что FOUNDATION™ fieldbus активно привлекает все большее число пользователей и получает все более широкое распространение среди производителей аппаратно-программных средств для систем промышленной автоматизации, предъявляющих повышенные требования к отказоустойчивости и надежности работы систем. За последние несколько месяцев системы, использующие технологию Fieldbus Foundation, были установлены такими крупными компаниями, как Dow Chemical, Syncrude Canada, Ltd. и Daishowa Paper.

Подробное изучение состава членов ассоциации Fieldbus Foundation в сравнении с PNO также показывает, что наибольшие вложения в разработку новых изделий будут приходиться на FOUNDATION™ fieldbus.

Для большинства конечных пользователей все перечисленные ограничения делают PROFIBUS-PA скорее временной заменой системы «4...20 мА», чем законченной сетевой архитектурой, с которой имеет смысл связывать свое будущее.

Заключение

Хотя обе полевые шины, FOUNDATION и PROFIBUS-PA, могут использоваться в качестве замены аналогового стандарта 4...20 мА, архитектура FOUNDATION™ fieldbus, несомненно, обладает рядом преимуществ перед PROFIBUS-PA. Помимо значительно более высокого уровня совместимости, FOUNDATION™ fieldbus с помощью улучшенных средств пользовательского уровня позволяет перенести часть функций распределенного управления на уровень датчиков и исполнительных механизмов (полевого оборудования).

Вне всякого сомнения, FOUNDATION™ fieldbus — более открытый протокол, разработанный и поддерживаемый организацией, в состав которой входит большинство крупнейших производителей аппаратно-программных средств для промышленной автоматизации. И, напротив, контроль над PROFIBUS-PA осуществляется одной компанией.

Хотя технология PROFIBUS-PA, вероятно, сможет удовлетворить потребности большого числа пользователей в ближайшем будущем, эта технология, несомненно, является устаревшей по сравнению с открытой, постоянно совершенствующейся технологией FOUNDATION™ fieldbus. ●

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru