

одолеть указанные ограничения. Устройство имеет степень защиты IP66 и сертификат EEx me, может устанавливаться в опасных зонах класса 2 и 1. Структура сегмента в этом случае будет иметь следующие особенности:

- сегментный соединитель (искробезопасное исполнение не обязательно), располагающийся в безопасной зоне;

- магистральный кабель, объединяющий сегментный соединитель и (каскадно) несколько устройств F2D0 (соединение должно отвечать требованиям EEx e);

- кабельные отводы (до 4-х на каждое устройство F2D0) имеют длину до 120 м, характеристики выходов соответствуют FISCO, потребляемый ток по каждому отводу до 40 мА;

- до 3 оконечных устройств на каждый отвод.

Нетрудно видеть, что применение F2D0 дает огромную экономию. Прежде всего, можно применять более дешевые сегментные соединители и источники питания (без контуров искрозащиты). Более чем в три раза увеличивается число оконечных устройств, подключае-

мых к одному сегменту. F2D0 заменяют монтажно-распределительные коробки, что также уменьшает накладные расходы. Гальваническая изоляция кабельных отводов снимает необходимость уравнивания потенциалов земли между взрывоопасной и безопасной зонами, обеспечивая значительную экономию средств.

Заключение

Охватить в одной статье все основные аспекты развития промышленных сетей, конечно, невозможно. Обсуждение отдельных тенденций и аппаратно-программных решений на базе ЦПС будет обязательно продолжено, поскольку реальной альтернативы их применению в распределенных АСУТП нет. Только комплексная интеграция систем автоматизированного управления на предприятии в совокупности с модернизацией АСУТП отдельных технологических участков может вывести производство на новый уровень надежности и эффективности. Все эти задачи могут быть успешно реализованы на базе упомянутых в статье решений.

*Кругляк Константин Валерьевич — инженер фирмы Прософт
Контактный телефон (095) 234-06-36, факс 234-06-40.
E-mail: info@prosoft.ru*

ETHERNET В ПОЛЕ... ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

С.И. Попов (компания "Шнейдер Электрик")

Обосновывается правомерность использования сети Ethernet на полевом уровне. Рассматривается технология "Издатель-подписчик" и концепция Transparent Factory Realtime, предложенные компанией "Шнейдер Электрик".

Целью этой статьи не является проведение сравнительного анализа полевых шин, применяющихся в промышленной автоматизации, и это даже не пропаганда использования сети Ethernet в качестве полевой шины. Дело это неблагодарное и наверняка могущее вызвать раздражение у приверженцев тех или иных технологий. Хотелось бы всего лишь обратить внимание на то, что стандарты и прикладные протоколы, доказавшие свою жизнеспособность в условиях отчаянной конкуренции 90-х годов, в настоящее время все чаще и чаще начинают "присматриваться" к новым для себя, однако давно уже стандартным для мира информационных технологий, средствам транспорта. Это и всем известный протокол Modbus, разработанный фирмой Modicon и сравнительно недавно зарегистрированный как Интернет-протокол с номером порта 502. Это и Profibus, реализованный в качестве profinet, и, наконец, популярный в КИП протокол Fieldbus FOUNDATION, получающий новую реализацию как HSE (High Speed Ethernet). В качестве этого "транспортного" стандарта я имею в виду как раз сеть Ethernet, рассматривая ее как некий стандартный кабель для передачи информации, или, если применить аналогию с транспортом в обычном понимании этого слова — как скоростное информационное шоссе, а также наиболее распространенный

транспортный протокол TCP/IP, как некое средство транспорта, если хотите, автомобиль, который, пользуясь дорогами и правилами передвижения по ним, включая указатели, дорожные знаки, светофоры и т.д., доставит информацию от источника к адресату.

Возникает вопрос, а зачем и почему именно Ethernet? Во-первых, безусловно, задача обеспечения взаимной информационной совместимости оборудования для промышленной автоматизации, а также совместимости с миром информационных технологий становится все более и более актуальной. Кроме того, если воспользоваться той же самой аналогией со средствами транспорта, то ведь все, скажем, автомобилисты хотели бы, чтобы сервисных центров и магазинов запчастей для автомобилей именно их марки было как можно больше, чтобы специалисты по сервису выпускались в каждом учебном заведении и имелись бы в любом городе. Чтобы благодаря всему этому время и стоимость устранения любой неисправности были минимальными. Какое средство транспорта выбрал бы разумный руководитель? Очевидно наиболее распространенное из тех, что в состоянии выполнить задачу с точки зрения скорости и надежности.

Да, опыт показывает, что ни один из стандартов на сегодняшний день не в состоянии удовлетворить разных потребностей всех приложений, связанных с ис-

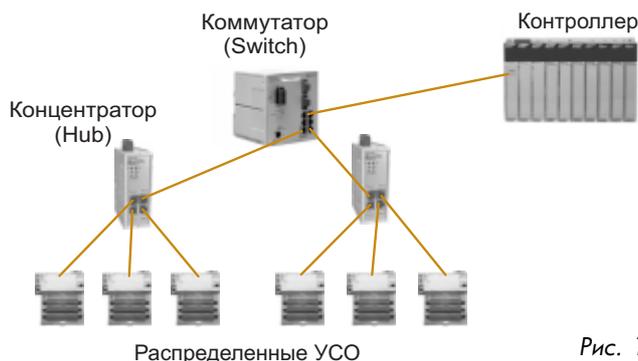


Рис. 1

пользованием полевых шин, однако доминирование сети Ethernet (с протоколом TCP/IP) в качестве глобальной сети передачи информации, а также развитие протоколов передачи удобочитаемой информации, например http, заставила задуматься на эту тему и фирму Шнейдер, как одну из пионеров автоматизации. Это вызвало к жизни и концепцию Transparent Factory¹, которая подразумевает использование открытых информационных стандартов и протоколов, а также Web-технологий в промышленной автоматизации. Применительно же к теме статьи, эта концепция означает в частности использование Ethernet не только для обмена информацией между АСУТП и АСУП, где эта сеть используется уже давно, и не только между контроллерами и компьютерами в рамках АСУТП, что также сравнительно давно поддерживается практически всеми ведущими поставщиками систем автоматизации, но и использование Ethernet в качестве сети обмена информацией между контроллерами и полевыми устройствами такими, как удаленные УСО, датчики и привода в РВ, т.е. в качестве полевой шины (рис. 1). Эта концепция получила в рамках Шнейдера название Transparent Factory Realtime. Как уже упоминалось выше, эта концепция не пропагандирует замену всех полевых шин на сеть Ethernet, поскольку очевидно, что существует ряд приложений, где ограничения, свойственные как физическому каналу, так и присущие в целом протоколу, оставляют место традиционным полевым шинам.

Задача ставится несколько иначе. Во-первых, имея в виду преимущества Ethernet, проанализировать тот дополнительный сервис, который фирма "Шнейдер Электрик" разработала для этой сети, и, во-вторых, проанализировать требования, выдвигаемые конкретными приложениями к обмену информацией. Вполне вероятно, что большое число задач, связанных с передачей информации в реальном времени может быть решено на базе существующих стандартов. Если применить аналогию со средствами транспорта (хотя и не вполне корректную), то можно задаться следующим вопросом: зачем строить специальные скоростные магистрали под специальные автомобили для доставки сообщений, когда ту же самую информацию можно погрузить в один из имеющихся автобусов и отправить

¹ Макаров М.Д. Концепция Transparent Factory: Web-технология в автоматизации производства // Автоматизация в промышленности. №5. 2003.

по назначению (возможно выделить для этого отдельные полосы или участки дорог, не загруженные прочим транспортом), имея в виду более эффективное использование имеющегося парка и специалистов по его обслуживанию?

Некорректность же данного сравнения обнаруживается прежде всего в том, что автобус обычно ассоциируется с крайне медленным способом передвижения тогда, как на настоящий момент сеть Ethernet со скоростью передачи информации в 100 или даже 1000 Мбит/с является самой быстродействующей. Сегодня нет полевых шин, обеспечивающих такую скорость передачи данных. Другой вопрос, насколько эффективно используется такая пропускная способность. Если взять 10-ти мегабитную сеть из 6 узлов, каждый из которых выдает и получает, для примера, по 16 бит информации, то общий трафик на сети составит $6 \times 2 \times (512 + 64) = 6912$ бит (где 64 бита – накладные расходы протокола, 512 бит – минимальная длина сообщения), что при скорости 10Мбит/с даст время цикла около 0,69 мс.

Для сравнения, шина CAN, являющаяся одной из наиболее быстродействующих, несмотря на то, что накладные расходы по передаче информации у нее минимальны – всего 47 бит, а битовая информация передается без дополнений, выдает при этих условиях время цикла 0,76 мс при трафике $6 \times 2 \times (47 + 16) = 756$ бит. Так получается из-за скорости в физическом канале, которая для шины CAN составляет 1 Мбит/с при длине сегментов ≤ 25 м. Если же провести сравнение со 100-мегабитной сетью Ethernet, то разница будет еще более заметной, хотя и нужно признать, что производительность сети Ethernet вырастет далеко не в 10 раз из-за задержек, связанных с программной обработкой протокола.

Да, нужно признать, что накладные расходы Ethernet/TCP/IP высоки, в связи с чем уже появились реализации шин, использующих только уровень физического канала и звена данных Ethernet и отказавшихся от избыточности IP- протокола, однако при этом приходится применять свой собственный протокол адресации, что исключает возможность использования стандартных программных средств просмотра и обработки информации и превращает Ethernet в еще одну "собственную" закрытую шину.

Обобщая сказанное, можно поставить следующий вопрос: если сеть Ethernet все равно имеется на большинстве предприятий в том или ином качестве, то почему бы не использовать ее возможности как можно в большем спектре приложений, даже в "самом низу", проанализировав все технические требования. Очевидно, что даже если скорость и надежность доставки информации, предоставляемая сетью, полностью удовлетворительна, то существует ряд требований, как то обеспечение: сканирования (опроса) устройств, автоматической диагностики и конфигурации устройств, контроля полосы пропускания сети и, наконец, решения проблемы детерминизма, которые необходимо удовлетворить для того, чтобы действительно

можно было говорить о Ethernet как о полевой шине. Вопросы детерминизма возникают из-за коллизий и алгоритма их разрешения, присущего Ethernet. Однако в большинстве случаев, во-первых, скорость сети позволяет разрешать коллизии за достаточно короткое время, а во-вторых, существуют широко доступные технические средства секционирования сети (коммутаторы, маршрутизаторы), позволяющие снизить вероятность или полностью устранить коллизии.

Посмотрим теперь, а что же сделала компания "Шнейдер Электрик", чтобы сеть Ethernet стала в большей степени соответствовать требованиям, предъявляемым к промышленным сетям и, в частности, к полевым шинам, и осветим основные функции концепции Transparent Factory Realtime.

Основные функции Transparent Factory Realtime

В устройствах, предназначенных для промышленной автоматизации и подключаемых к сети Ethernet, реализуются следующие функции:

- передачи сообщений от узла к узлу, реализуемой при помощи протокола Modbus по TCP/IP;
- сканирование устройств, подключенных к сети, для обмена информацией ввода/вывода;
- сканирование устройств ввода/вывода для контроллеров сер. Quantum, Premium, Momentum, подключенных к Ethernet.

Информация о конфигурации сканера добавлена в MIB (management information base — база управляющей информации) для протокола SNMP (simple network management protocol). Кроме того, модуль-сканер содержит диагностическую Web-страницу, где можно получить информацию о состоянии коммуникаций с каждым из узлов (всего до 128).

- Передача глобальных данных, используемая для синхронизации данных в распределенных приложениях, осуществляется при помощи механизма "издатель-подписчик" (рис. 2).

Технология "Издатель-подписчик" основывается на стандартном протоколе UDP/IP, применяемом для широковещания в сети, и обладает следующими основными преимуществами:

- эффективное использование полосы пропускания за счет отсутствия виртуального соединения между узлами, а также циклических опросов или поллинга в сети;
- простота разработки распределенного приложения с синхронизацией данных между узлами.

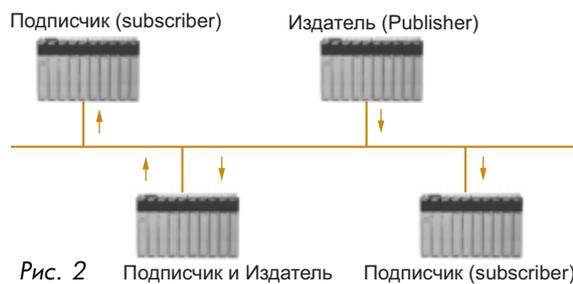


Рис. 2

Подписчик и Издатель Подписчик (subscriber)

Data ID	Type	Symbol	Address	Length
1	PUB	Station1	41000	32
2	SUB	Station2	41032	32
3	SUB	Station3	41064	32
4	NONE		4	
5	NONE		4	
6	NONE		4	

Фрагмент Web-страницы для конфигурации приема-передачи глобальных данных

Каждая станция может публиковать до 512 регистров данных и выписывать до 2048 регистров. Конфигурация обменов в каждом узле реализуется при помощи специальных Web-страниц, присутствующих в каждом из узлов (рис. 2).

- Автоматическая конфигурация нового устройства при замене вышедшего из строя особенно важна при эксплуатации. Эта функция осуществляет автоматическую загрузку конфигурации в удаленное УСО при его включении в сеть. Конфигурация устройств ввода/вывода (IP-адрес, настройка каналов измерения) хранится на модуле-сканере и в случае замены отказавшего устройства автоматически загружается в него при помощи протоколов DHCP и FTP. Таким образом, устраняется необходимость ручного задания адреса и конфигурации, что значительно ускоряет процесс замены и снимает требования к квалификации обслуживающего персонала.

- Мониторинг пропускной способности сети необходим для оценки загрузки сети, которая возникает при совместном использовании канала различными сервисами, упомянутыми выше. Информация о загрузке сети доступна через протокол SNMP или через встроенную в модуль Web-страницу, на которой отображается бар-граф с цветовым обозначением процента загрузки от максимального для каждого сервиса. Это означает: обмен сообщениями через Modbus/TCP/IP, опрос устройств ввода/вывода, передача глобальных данных и др. Данная функция позволяет оценить уровень загрузки, узкие места в сети и предпринять меры для обеспечения требуемой производительности и детерминированности.

Суммируя изложенное, отметим, что пока продолжают существовать (и печатные, и печатные) баталии в сообществе инженеров по промышленной автоматизации по вопросу применимости Ethernet на производстве, существуют компании, которые уже сегодня сделали достаточно много для того, чтобы перейти из плоскости дискуссий в плоскость практической реализации, и компания "Шнейдер Электрик" — одна из них. Она предлагает своим заказчикам воспользоваться всеми преимуществами открытых технологий и стандартов не только в области лозунгов и декларированных стремлений, но и в качестве реальных коммерциализированных продуктов для их реализации.

Попов Сергей Игоревич — руководитель направления компании "Шнейдер Электрик".

Контактный телефон (095) 797-40-00.

E-mail: sergei_popov@mail.schneider.fr

www.schieder-electric.ru www.transparentfactory.com