

ETHERNET ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

КОНСТАНТИН ПРОНИН, work.pronin@yandex.ru

Переход на промышленный Ethernet стимулирует развитие инфраструктуры для поддержания полностью связанных архитектур в масштабе предприятия — от полевых устройств до устройств уровня управления.

Стандарт Ethernet все чаще используется в промышленных сетях для создания единой сети в масштабах предприятия. Industrial Ethernet (промышленный Ethernet) — стандартизованный (IEEE 802.3 и 802.11) вариант Ethernet для применения в промышленности. Industrial Ethernet используется для обмена данными между программируемыми контроллерами и системами с интерфейсом «человек-машина», обмена данными между контроллерами, подключения к контроллерам удаленного оборудования (датчиков и исполнительных устройств). Среди альтернативных промышленных стандартов стоит отметить LonWorks и BACnet для автоматизации зданий, а также RS-485 и CAN. Наиболее распространенными стандартами Industrial Ethernet являются EtherNet/IP, Profinet IO и MODbus TCP — для сетей SRT и Ethernet Powerlink, SERCOS III, EtherCAT и Profinet IRT — для IRT.

Раньше для создания промышленной сети предпочтение отдавалось FieldBus, а роль Ethernet ограничивалась приложениями захвата данных и мониторинга. Сейчас потребители готовы к использованию Ethernet в качестве полноценной основы для объединения в сеть средств автоматизации и подвижных механизмов. Для

промышленного Ethernet разработана полная инфраструктура (в т.ч. кабели и соединители, предназначенные для работы в условиях предприятия) и сетевое оборудование. Создание единой сети в рамках всего предприятия позволяет иметь доступ к данным из любой точки на территории предприятия в режиме реального времени (см. рис. 1).

Помимо полноценных решений автоматизации, содержащих HMI, PLC, I/O, разработано беспроводное оборудование Industrial Ethernet, которое удобно использовать в труднодоступных местах или на подвижных частях механизмов. Примером может служить применение беспроводных передатчиков на автоматических управляемых тележках или в автоматизированных транспортно-складских системах. Их работа сопряжена с большим количеством перемещений и необходимостью отслеживать достаточно большой объем данных.

Единая инфраструктура обеспечивает бесшовную работу нескольких протоколов, начиная от протоколов обмена данными между датчиками до выхода в интернет и передачи голоса (VoIP). Сеть FieldBus не предоставляет таких возможностей. Вместе с тем распространение промышленных сетей

в масштабе предприятия сдерживает ряд нерешенных вопросов. Прежде всего, необходимо понять, каким образом должна быть спланирована единая сеть. Из соображений надежности и безопасности в обязательном порядке должна быть заранее продумана структура сети (разделение на домены и сегменты) и меры обеспечения безопасности. Поскольку промышленный Ethernet имеет свою специфику и отличается от классического, необходимо найти квалифицированных именно в этой области специалистов технической поддержки и инженеров для устранения неполадок и сохранения работоспособности сети. В отличие от домашних локальных сетей, даже кратковременный сбой на производстве влечет немалые экономические потери, не говоря уже о потенциальной угрозе для жизни.

Особое внимание следует уделить защите данных. Единая сеть предполагает полный доступ к данным, поэтому необходимо предусмотреть уровни ответственности персонала, чтобы информация не могла быть использована не по назначению. Заблаговременное планирование в случае Ethernet — более очевидная потребность, чем в случае сети FieldBus. Последняя, как правило, строится из локализованных островков, поэтому такие вопросы как объем трафика или сопряжение протоколов, просто не возникают. В то же время преимуществом Industrial Ethernet является доступ к данным в режиме реального времени.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОТЛИЧИЯ INDUSTRIAL ETHERNET ОТ ETHERNET

Промышленные условия предъявляют дополнительные требования к оборудованию и среде передачи. Так, для кабелей и разъемов должны быть обеспечены усиленное экранирование, стойкость к агрессивным средам и т.д. Использование специфических протоколов (например, RFC 1006 или транспортного протокола ISO) позволяет оптимизировать обмен данными. Повысить надежность работы можно с помощью кольцевой топологии (для

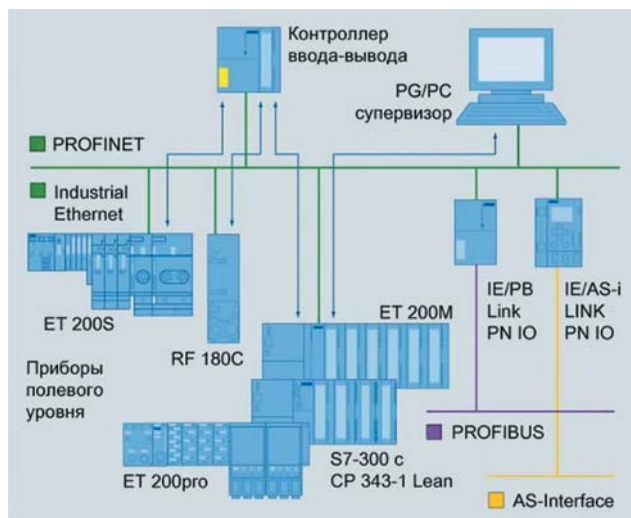


Рис. 1. Пример PROFINET (Industrial Ethernet) с распределенными полевыми устройствами

этого требуются специализированные коммутаторы). При обрыве связи новый путь для передачи данных отыскивается значительно быстрее, чем в случае использования алгоритма избыточного дерева, который применяется в обычных сетях.

Оборудование стандарта Industrial Ethernet имеет некоторые особенности. Рассмотрим их.

Отсутствие вентиляторов

Одной из причин выхода из строя компьютерного оборудования является неисправность систем охлаждения. Отказ вентилятора приводит к нестабильной работе коммутатора и его зависанию. Применение вентиляторов нежелательно также в загрязненных или пыльных средах. В оборудовании Industrial Ethernet отсутствуют вентиляторы, что позволяет использовать их в запыленных помещениях с ограниченным доступом.

Температурный диапазон

Промышленные контроллеры (PLC) работают при температурах 0...60°C. Очень часто системы автоматизации располагаются в неотапливаемых помещениях или на улице, поэтому сетевое оборудование должно быть рассчитано на промышленный диапазон температур (-40...70°C).

Надежное крепление и увеличенный срок службы

Промышленные устройства автоматизации и управления крепятся на DIN-рельсе, монтируемом на специальных панелях, которые устанавливаются в специализированных шкафах. Такое крепление позволяет легко устанавливать и заменять модули. Поскольку в условиях предприятия не всегда может быть обеспечен своевременный доступ к оборудованию для проведения технического обслуживания, устройства Industrial Ethernet должны быть надежными и иметь долгий срок службы, превышающий 10 лет. Кроме того, некоторые промышленные объекты, например, нефтепроводы, имеют долгий срок окупаемости, поэтому на них нет смысла применять оборудование, рассчитанное на несколько лет.

Низковольтное электропитание

Промышленные системы подключаются к сети электропитания с помощью низковольтного преобразователя напряжения (например, из 220 В в 24 В). Оборудование Industrial Ethernet должно иметь широкий диапазон входных напряжений переменного или постоянного тока. Это реализуется за счет широкодиапазонного блока питания DC/DC со стабилизацией, который может выдерживать кратковременные

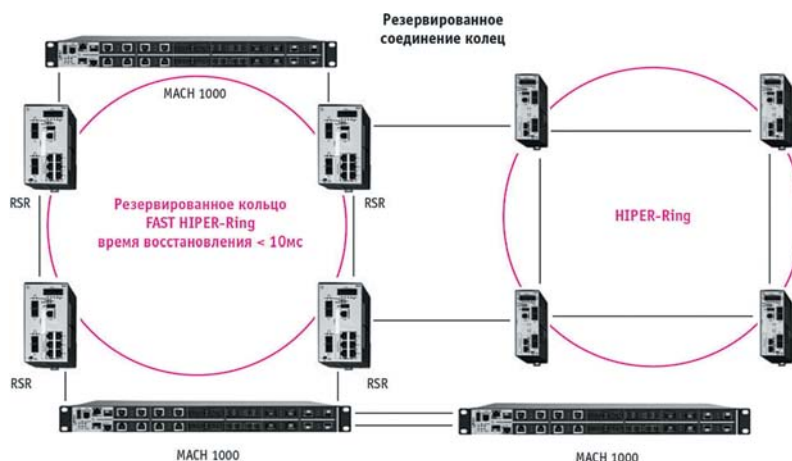


Рис. 2. Резервирование каналов в промышленном Ethernet (модель HIPER-Ring)

перепады напряжения. Желательно иметь в запасе резервные источники питания. Подключение токоведущих частей на оборудовании Industrial Ethernet осуществляется с помощью винтовых зажимов (клеммных колодок). Это гарантирует защиту от случайного выключения и обеспечивает устойчивость к вибрациям.

Резервирование

Для промышленного применения потеря работоспособности даже на несколько минут недопустима, т.к. может привести к авариям, экологическим бедствиям и прочим неприятностям. Потери даже от одной минуты простоя могут вызвать необратимые последствия. Производители оборудования Industrial Ethernet используют высокоскоростные технологии восстановления работоспособности (HIPER-Ring, eRSTP, Super-Ring и т.д.). На рисунке 2 показан один из вариантов резервирования связей.

Дополнительные интерфейсы

В целях большей интеграции с системами управления производством в промышленных коммутаторах предусмотрен сигнальный контакт, с помощью которого производится информирование (сигнализация) систем АСУТП о частичной неисправности коммутатора или сети (потеря резервного электропитания, обрыв линии связи). Дополнительное программное обеспечение позволяет получить доступ к SNMP настраиваем коммутатора из различных SCADA систем.

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Оборудование Industrial Ethernet в обязательном порядке проходит испытания на электромагнитную совместимость согласно требованиям IEC 61000-4 и IEEE C37.90, испытания на вибрацию (по IEC 60255-21) и защиту от попадания влаги или посторонних частиц (IEC 60529, NEMA 6 (IP67)). Применительно к отраслевым стандар-

там и сертификатам нужно учитывать требование на соответствие стандарту IEC 61850-3 «Сети и системы связи на подстанциях МЭК 61850-3», сертификату Germanischer Lloyd (GL) или DNV и стандартам на взрывобезопасность (UL1604 (ATEX)).

ИНФРАСТРУКТУРА СЕТИ В МАСШТАБЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Обмен данными между слоями MES и ERP (см. рис. 3) должен производиться в режиме реального времени, чтобы обеспечить максимальную информированность. Уровень MES отвечает за планирование производства, заготовку материала, логистику и управление качеством, а ERP необходим для ведения учета затрат и фактурирования. Эта концепция может быть реализована на базе промышленного Ethernet. Сейчас, когда оборудование обновляется достаточно часто, и на рынок выходит все больше новых решений, производителям важно создавать перспективные продукты, пользующиеся высоким спросом.

Одним из факторов создания удачного решения является его простота. Зачастую у сетевых инженеров и прочих специалистов нет времени на изучение малораспространенных протоколов, поэтому они отдают предпочтение технологиям, с которыми хорошо знакомы. В области защиты данных одним из основных протоколов является CIP.

Стандартный промышленный протокол (CIP — Common Industrial Protocol) — это открытый протокол управления для сетей EtherNet/IP, DeviceNet и ControlNet. Платформы ControlLogix, PLC-5 и SLC некоторое время содержали информационную часть CIP в оборудовании Ethernet. Платформа ControlLogix и модули EtherNet/IP на ее основе предоставляют информационные возможности и возможности управления. Эти возможности также включены в линии FLEX

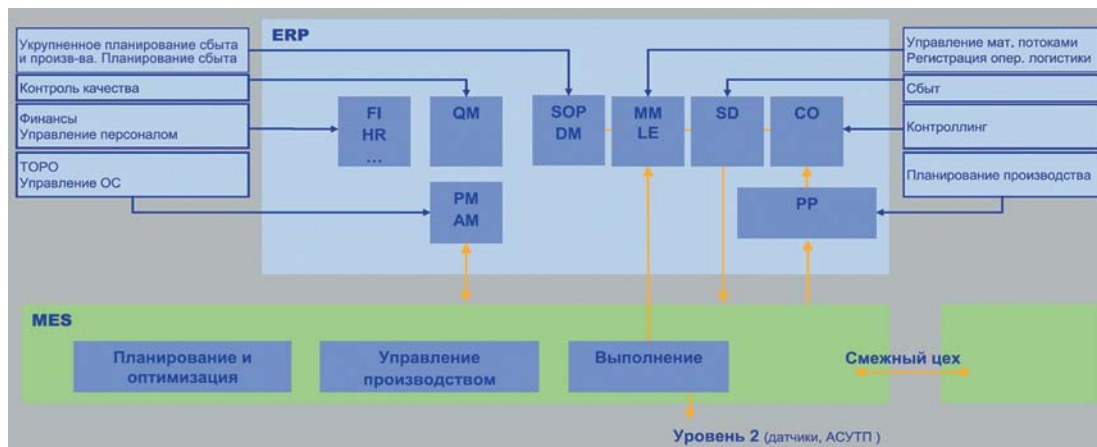


Рис. 3. Соединение уровней MES и ERP

I/O и ControlLogix I/O и во многие продукты EtherNet/IP. Продукт EtherNet/IP — это любой продукт, который поддерживает информационную часть или информационную/управляющую часть CIP. В рамках этого определения продукты EtherNet/IP PLC-5, процессор PLC-5 модуля 1785-ENET Ethernet Interface Module и EtherNet/IP SLC 5/05 являются только информационными продуктами EtherNet/IP, так же как и модули 1794-AENT и 1756-ENBT.

Важнейшей особенностью сети EtherNet/IP является использование стандартного протокола Ethernet (IEEE 802.3), в котором протокол CIP накладывается на стандартные протоколы TCP/IP и UDP, являясь дополнением к типичным функциям протоколов HTTP, FTP, SMTP и SNMP. Это позволяет использовать стандартные аппаратные средства и коммуникационное оборудование как в уже существующих сетевых инфраструктурах, так и для создания новых. Протокол CIP обеспечивает передачу критичных ко времени данных между управляющими устройствами и устройствами ввода-вывода. Его использование в технологии EtherNet/IP обеспечивает высокую степень безопасности и интеграцию АСУТП с IT-инфраструктурой.

Еще одним направлением в создании новых продуктов является поиск оптимальных способов передачи диагностической информации и упрощение процесса сбора данных. Уходят в прошлое времена, когда инженерам приходилось конфигурировать, программировать и поддерживать множество целевых сетей. Единые стандарты, такие как EtherNet/IP, обеспечили слияние сетей, хотя некоторые компании предпочитают сохранять сегментацию и встраивают два моста EtherNet/IP в одну стойку. Зачастую управление модулем осуществляют два специалиста: инженер, обслуживающий промышленный объект (станок, датчик

и т.д.) и IT-специалист, контролирующий поток данных. Поэтому так важно обеспечить максимальную простоту работы с оборудованием для специалистов различных областей.

Компании Rockwell и Cisco выпустили линию коммутаторов Industrial Ethernet Allen-Bradley Stratix. В них используется операционная система Cisco, предназначенная для промышленных систем. Потребители, которые умеют программировать Logix PLC, могут использовать привычные инструменты (см. рис. 4) и для настройки коммутатора Ethernet. В программном дереве коммутатор представлен в виде контроллера, модуля ввода-вывода и набора драйверов.

Выпускаемые в настоящее время коммутаторы делятся на управляемые и неуправляемые. Управление коммутаторами производится на основе протоколов SNMP (Simple Network Management Protocol) и RMON (Remote Monitoring). Протокол SNMP входит в стек протоколов TCP/IP и широко используется для получения от коммутатора информации о его статусе, производительности и других характеристиках, которые хранятся в базе данных коммутатора.

Протокол RMON определяет возможность удаленного мониторинга и управления коммутатором. Фактически RMON является расширением протокола SNMP, обеспечивающим удаленное взаимодействие с базой данных коммутатора. Без протокола RMON возможно только локальное управление коммутатором, например, при его подключении через последовательный порт к компьютеру и при использовании терминальной программы. RMON позволяет управлять и контролировать состояние коммутатора с удаленного компьютера и обеспечивает возможность передачи требуемых данных по сети. Кроме того, в нем реализованы дополнительные счетчики ошибок, более гибкие

средства анализа статистики, средства фильтрации и т.д.

Управляемые коммутаторы имеют дополнительные функции, важнейшими из которых являются:

- фильтрация трафика;
- приоритетная обработка кадров;
- поддержка протокола Spanning Tree Protocol (STP);
- поддержка транкового объединения портов;
- поддержка виртуальных сетей VLAN.

Фильтрация трафика позволяет создавать пользовательские фильтры, которые ограничивают доступ заданных групп пользователей к определенным службам сети. По сути, фильтрация трафика является сервисом, повышающим уровень сетевой безопасности.

Приоритетная обработка кадров позволяет обрабатывать кадры не по мере поступления, а в соответствии с приоритетом. Приоритет можно назначить либо самому порту (тогда любой кадр, пришедший на этот порт, будет иметь приоритет уровня порта), либо каждому кадру в соответствии со спецификацией IEEE 802.1p. Согласно этой спецификации, в кадр Ethernet добавляется служебное двухбайтовое поле, содержащее значение приоритета (см. рис. 5). Для осуществления приоритетной обработки по спецификации IEEE 802.1p ее должен поддерживать не только коммутатор, но и сетевые адаптеры конечных узлов.

Поддержка протокола Spanning Tree Protocol, т.е. алгоритма покрывающего дерева, определяет корректную работу коммутатора в случае, когда между конечными узлами сети существует несколько логических или физических маршрутов, в состав которых входят коммутаторы. Такие дублирующие пути могут возникнуть случайно, при ошибках в монтаже сети или могут прокладываться специально для повышения отказоустойчивости сети. Суть алгоритма

ма состоит в определении оптимального маршрута и блокировке или резервировании всех остальных.

Поддержка транкового объединения портов позволяет создавать высокоскоростные каналы связи, объединяя несколько физических каналов в один логический, что можно использовать для связи коммутаторов друг с другом или коммутатора с сервером.

Поддержка виртуальных сетей (Virtual LAN, VLAN) позволяет с помощью коммутатора создавать изолированные друг от друга локальные сети. В отличие от пользовательских фильтров, виртуальные сети поддерживают защиту от широковещательного трафика. Изоляция виртуальных сетей друг от друга происходит на канальном уровне. Это означает, что передача кадров между различными виртуальными сетями на основании адреса канального уровня (MAC-адреса) невозможна.

Поскольку узлы различных виртуальных сетей изолированы друг от друга на канальном уровне, для объединения таких сетей в единую сеть требуется оборудование сетевого уровня модели OSI. Это маршрутизаторы либо коммутаторы, осуществляющие коммутацию пакетов на основе заголовка сетевого уровня.

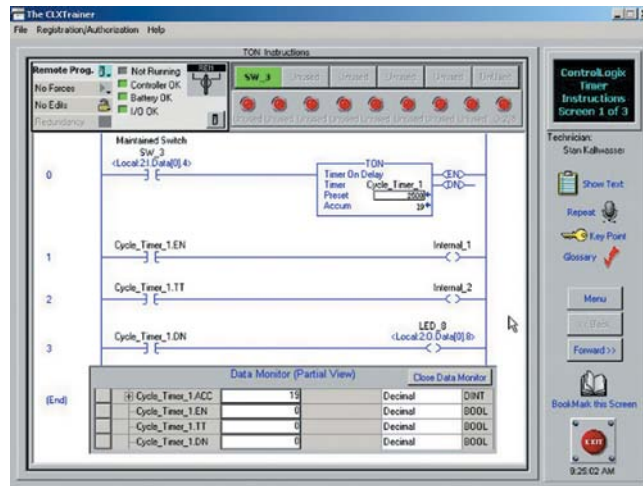


Рис. 4. Пример среды программирования Logix PLC

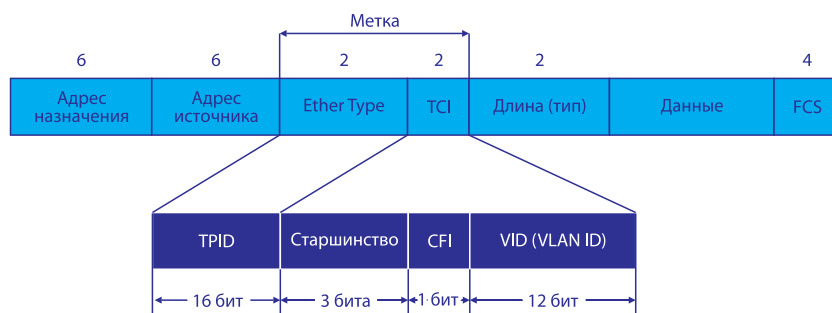


Рис. 5. Пакет Ethernet

ЛИТЕРАТУРА

1. www.eetimes.com.

2. www.xnets.ru.

3. Al Preshar. *Ethernet Converges on* 2012.

Factory Automation//Design news, январь,

Высокоточные ЧИП резисторы

MC

- Точность сопротивления 0.1 и 0.25%
- Низкий температурный коэффициент до 25 ppm/°C
- Диапазон сопротивлений от 39 Ом до 2 МОм
- Рабочее напряжение от 12 до 200 В, мощность от 0.016 до 0.25 Вт
- Типоразмеры от 0402 до 1206
- Срок службы более 200,000 часов

Надежная работа в течение 1000 часов при 175°C и высокой влажности

www.platan.ru

Офисы в Москве: м. Молодежная: ул.Ивана Франко, 40, стр.2, (495) 97 000 99, platan@aha.ru;
 м. Новослободская: 1-й Щемилковский пер., 16, стр.2 (495) 744 70 70, ООО «Оргсервис», platan@platan.ru
 Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44 (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru