

«Industrial Ethernet», ИЛИ зачем нужны промышленные сети верхнего уровня



Автоматизация технологических процессов – одна из самых актуальных задач для российских предприятий самых разных отраслей промышленности. С увеличением количества аварий в очередной раз стало ясно, что ни один индустриальный объект не может безопасно функционировать, не имея опорной системы передачи данных (ОСПД) с современной технологией резервирования и системой контроля и мониторинга сетевого оборудования.

Группа компаний «ТМС», г. Москва

На сегодняшний день ОСПД, являясь сетью верхнего уровня, служит для передачи данных между контроллерами, серверами и операторскими рабочими станциями. Фактически большинство сетей верхнего уровня, применяемых в современных АСУ ТП, базируется на стандарте Ethernet (IEEE 802.3) или на его более быстрых вариантах: Fast Ethernet и Gigabit Ethernet. При этом, как правило, используется полный стек коммуникационных протоколов TCP/IP. В этом плане сети операторского уровня очень похожи на обычные ЛВС, применяемые в офисных приложениях. За 30 лет существования стандарт Ethernet усовершенствовался, и сейчас это единственный вариант построения систем промышленной автоматизации и систем управления промышленными процессами (АСУТП). Ethernet, адаптированный к применению в жестких условиях окружающей среды, получил специальное название Industrial Ethernet. Сейчас ведутся обширные дискуссии о выделении Industrial Ethernet в отдельный промышленный стандарт, однако на данный момент это лишь перечень техниче-

ских рекомендаций по организации сетей в производственных условиях, который и является, строго говоря, неформализованным дополнением к спецификации физического уровня стандарта Ethernet. В последнее время разработано множество коммуникационных протоколов, базирующихся на стандарте Ethernet и оптимизированных для передачи критичных ко времени данных. Такие протоколы условно называют протоколами реального времени, имея в виду, что с их помощью можно организовать обмен данными между распределенными приложениями, которые критичны ко времени выполнения и требуют четкой временной синхронизации. Конечная цель – добиться максимальной детерминированности при передаче данных. В качестве примера Industrial Ethernet можно привести: Profinet, EtherCAT, Ethernet Powerlink, Ether/IP.

Эти протоколы в различной степени модифицируют стандартный стек TCP/IP, добавляя в него новые алгоритмы сетевого обмена, диагностические функции, методы самокорректировки и функции синхронизации, оставляя при этом

канальный и физический уровни Ethernet неизменными. Это позволяет использовать новые протоколы передачи данных в существующих сетях Ethernet с использованием стандартного коммуникационного оборудования.

Производители

Несмотря на то что мировой рынок продукции Industrial Ethernet хорошо развит и ряд компаний успели зарекомендовать себя, тем не менее появляются новые вендоры, способные предложить весьма конкурентоспособные и инновационные технологии. Среди известных российскому IT-специалисту производителей – компании с мировым именем, такие, как Hirschmann и Phoenix Contact (Германия), RuggedCom (Канада), Kyland и Moxa (КНР), GarrettCom (США), Korenix (Тайвань) и др.

Сферы применения оборудования

Несложно проследить тенденцию, согласно которой каждый производитель позиционирует себя как лидер в определенных отраслях промышленности. Например, компания Kyland Technology Co., Ltd.

получила международный сертификат известного аттестационного бюро КЕМА (Дания), что позволило китайским специалистам успешно применять свои коммутаторы в энергетике и составить серьезную конкуренцию канадской компании RuggedCom – признанному поставщику промышленных сетевых решений для электроэнергетической отрасли.

Оборудование Industrial Ethernet востребовано в нефтегазовой добыче и переработке, транспорте (железные дороги, метро, автомагистрали, морской транспорт), металлургии, горнодобывающей и химической промышленности и др. Успешно реализованы проекты гидроэлектростанций и телекоммуникационных объектов на базе оборудования GarrettCom. Известен опыт внедрения оборудования Kogenix в системе городского электротранспорта. Мировой опыт внедрения систем передачи данных на 31 олимпийском объекте в Пекине, а также на ряде транспортных систем в Китае и других странах имеет компания Kyland.

Отличительные характеристики оборудования

Проанализировав специфику каждой отрасли, несложно понять, что продукция Industrial Ethernet должна обладать характеристиками, которых нет у обычного оборудования Ethernet, предназначенного для офисного применения. Удаленное базирование промышленных объектов от пункта управления опорными сетями передачи данных, а также нередко жесткие условия окружающей среды (высокие/низкие температуры, влажность и атмосферное давление, ветренопылевая активность и др.) предъявляют особые требования к оборудованию.

Большая пропускная способность и скорость передачи данных

Объем трафика напрямую зависит от многих факторов: количества архивируемых и визуализируемых технологических параметров, количества серверов и операторских станций, используемых прикладных приложений и т.д. В отличие от полевых сетей жесткого требования детерминированности у обычного

оборудования Ethernet нет: неважно, сколько времени займет передача сообщения от одного узла к другому – 100 мс или 700 мс. Главное, чтобы сеть в целом могла справиться с общим объемом трафика за определенное время.

Отказоустойчивость

В случае выхода из строя Industrial Ethernet-коммутатора или обрыва канала система управления способна в кратчайшие сроки (не более 500 мс) локализовать место отказа, выполнить автоматическую перестройку топологии и перенаправить трафик на резервные маршруты.

Температурный режим

Оборудование упомянутых выше производителей чаще всего предназначено для работы в широком температурном диапазоне. Для российских условий это очень актуально, поскольку многие объекты расположены в Зауралье и Сибирском регионе, где в зимний период длительное время сохраняется низкая температура, в то время как в летние месяцы она может достигать отметок выше среднего. Что касается промышленных коммутаторов Kyland, большая часть продуктовой линейки может работать в диапазоне от –40 до +85°С. Конструкторы с успехом реализовали на своем оборудовании проект мониторинга на железной дороге в условиях тибетского высокогорья, районе с низкой температурой и сильным ветром. Устройства передачи данных установлены как внутри подвижного состава, так и вблизи железнодорожного полотна под открытым небом.

Защита от ЭМИ

Важным фактором безотказной работы оборудования Industrial Ethernet является возможность эксплуатации в условиях повышенного электромагнитного излучения. Требования для работы в этих условиях приведены в международном стандарте IEC61850. В настоящее время в России практически невозможно использовать оборудование Industrial Ethernet в энергетике и ряде других отраслей без соответствия стандарту МЭК61850

(российский аналог IEC61850). Большинство российских дистрибьюторов предполагают аттестовать продукцию Industrial Ethernet на соответствие требованиям данного стандарта. Все оборудование Kyland Technology Co., Ltd. соответствует требованиям IEC61850 с 2007 года (соответствие МЭК61850 указано в сертификате ГОСТ Р, РОСС CN. АВ33. Н00173).

Система охлаждения

Важной отличительной чертой оборудования Industrial Ethernet является отсутствие вентиляторов. Известно, что наиболее распространенная причина выхода из строя компьютерного оборудования – это неисправность систем охлаждения. Вышедший из строя вентилятор приводит к нестабильной работе коммутатора и его зависанию. Производители промышленного оборудования используют пассивную систему охлаждения. Алюминиевый корпус коммутаторов Kyland имеет гофрированную поверхность, что позволяет максимально рассеивать выделяющееся тепло.

Резервирование связей в промышленных сетях Ethernet

Резервированию в промышленных сетях Ethernet с коммутаторами посвящена серия стандартов IEEE. Однако первоначально они были предназначены только для исключения замкнутых контуров в сетях, поэтому требования к быстродействию алгоритмов учтены не были. В связи с резким ростом спроса на промышленный Ethernet (рост более 50% в год с 2004 г.) возросли требования ко времени переключения на резерв. Поэтому в 2005 году началась работа над новым стандартом IEC 62439 «High Availability Automation Networks» («Сети промышленной автоматизации с высокой готовностью»), которая была инициирована комиссией IEC по цифровой коммуникации TC65C. Существует несколько методов резервирования промышленного Ethernet:

► агрегирование линий связи (Link aggregation, trunking) или IEEE 802.3ad – технология объединения нескольких физических каналов в один логический. Это

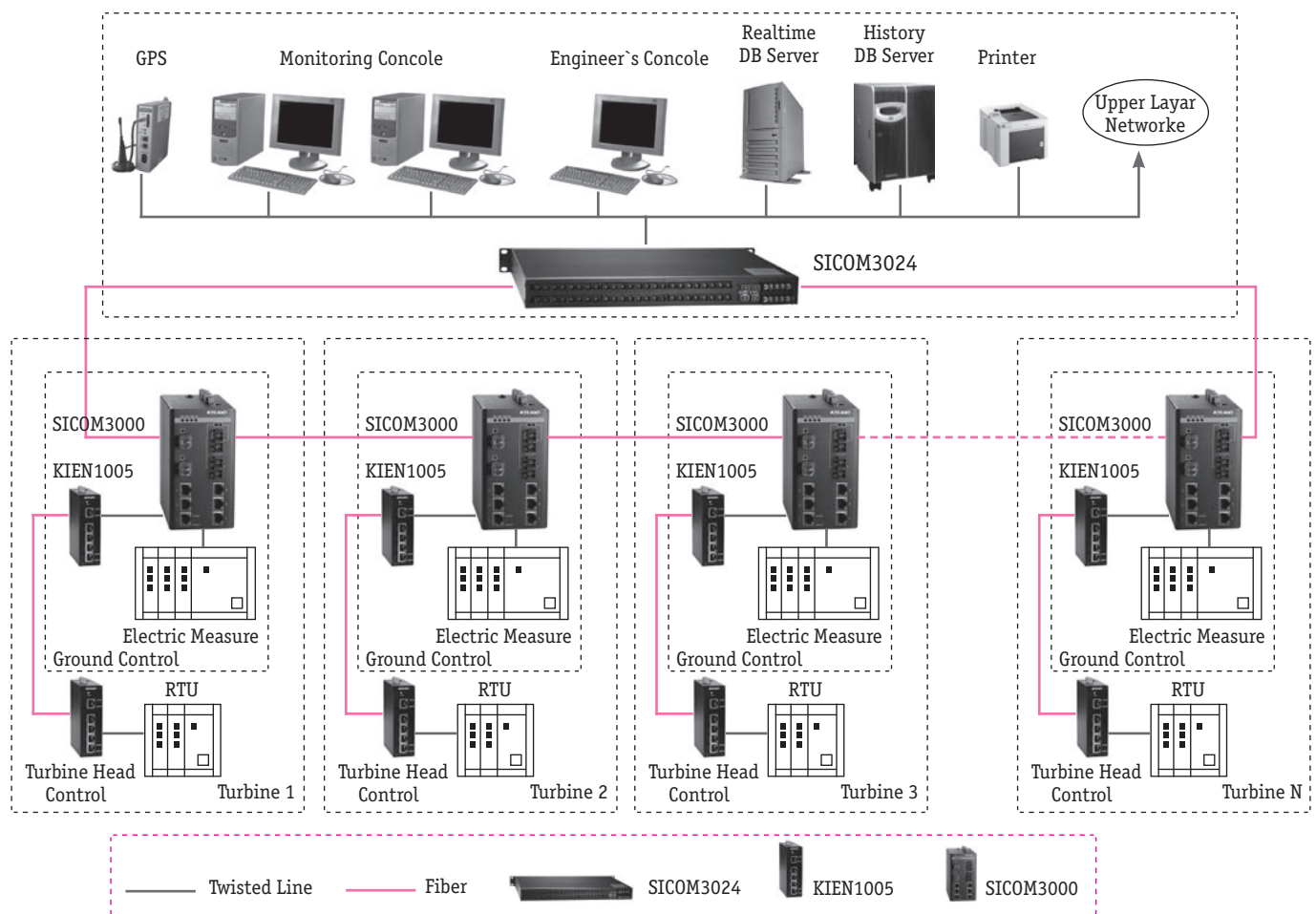


Рис. 1. Топология сети с резервированием на основе оптоволоконного кольца (структурная схема опорной сети передачи данных АСУ ветряной электростанции в городе Dabancheng (Китай))

способствует не только значительному увеличению пропускной способности магистральных каналов коммутатор—коммутатор или коммутатор—сервер, но и повышению их надежности. Хотя уже существует стандарт IEEE 802.3ad, многие компании еще используют для своих продуктов патентованные или закрытые технологии;

► резервирование на основе протоколов STP и RSTP. Основной проблемой при резервировании сетей Ethernet с коммутаторами является устранение замкнутых логических контуров (петель, циклов). Логические петли не допускаются потому, что при их наличии коммуникационные пакеты могли бы вечно путешествовать по сети, ограничивая ее пропускную способность. При возрастании трафика был бы возможен также отказ в обслуживании из-за превышения пропускной способности сети. Кроме того, в таблице MAC-адресов коммутаторов

появились бы одни и те же адреса для разных портов. Для исключения логических петель служит стандартизованный алгоритм STP, выполняющий блокировку портов коммутатора, через которые петли замыкаются. После появления промышленного Ethernet оказалось, что алгоритм STP позволяет искусственно вводить в сеть резервные ветви, которые, однако, не создают логических петель благодаря STP алгоритму. При отказе некоторых ветвей протокол STP выбирает новые сетевые маршруты, в которых участвуют зарезервированные ранее связи;

► организация в сети физического кольца;

► полное резервирование всей сети.

Первые два метода стандартизованы, вторые два являются нестандартными разработками фирм-производителей, и многие из них защищены патентами.

Теперь рассмотрим конкретные конфигурации сетей операторского уровня. На рис. 1 изображена резервированная конфигурация сети верхнего уровня, содержащая оптоволоконное кольцо для организации связи между контроллерами и серверами. Иногда это кольцо дублируется, что придает системе дополнительную отказоустойчивость.

ОСПД АСУ демонстрирует возможность контроля и управления турбинами, включая автоматический запуск/остановку, объединение энергетической системы, изменение скорости, автоматическое управление, обработку и тестирование данных, фиксирование ошибок и автоматическую защиту. Кроме того, показаны другие функции дистанционного управления ветряными турбинами, такие, как мониторинг в реальном времени, информационная статистика, оповещение, контроль скорости вра-

Промышленные сети сегодня

щения и выработки энергии, отсрочка и параметры модификации.

Система состоит из полевого контроллера, центрального контроллера и коммуникационной сети. Ветряные турбины могут быть различного типа, поэтому коммуникации могут размещаться между двумя турбинами, между турбиной и контролирующим центром, а также внутри турбины.

Требования к сети

Данная ОСПД является типичной системой распределения. Необходимо, чтобы здесь было построено кольцо с использованием Industrial Ethernet-коммутаторов. Коммутаторы должны быть защищены от пыли, иметь широкий температурный режим, работать в условиях повышенного ЭМИ и стабильно передавать параметры.

Построение сети

В данной ОСПД применяются коммутаторы Kyland: SICOM3024, SICOM3000, KIEN1005. На базе коммутаторов SICOM3000 реализована отказоустойчивое оптическое кольцо с резервированием. Они располагаются в сети между ветряными турбинами или между турбиной и контрольным центром. Коммутаторы KIEN1005 располагаются внутри турбины. Коммутаторы 3 уровня SICOM3024 установлены в сети центральной диспетчерской и явля-

ется ядром системы. Мониторинг и управление ОСПД осуществляется с помощью специализированного ПО Kyvision 3.0.

Резервирование неизбежно ведет к возникновению петлевидных участков сети — замкнутых маршрутов. Стандарт Ethernet, строго говоря, не допускает петлевидных топологий, так как это может привести к заикливанию пакетов, особенно при широковещательной рассылке. Но и из этой ситуации есть выход. Современные коммутаторы, как правило, поддерживают дополнительный протокол (STP, IEEE 802.1d), который позволяет создавать петлевидные маршруты в сетях Ethernet. Например, у Kyland есть кольцевая технология DT-Ring и DT-Ring+ с поддержкой нескольких оптических колец.

Постоянно анализируя конфигурацию сети, STP автоматически выстраивает древовидную топологию, переводя избыточные коммуникационные линии в резерв. В случае нарушения целостности построенной таким образом сети (обрыв связи, например) STP в считанные секунды включает в работу необходимые резервные линии, восстанавливая древовидную структуру сети. Примечательно то, что этот протокол не требует первичной настройки и работает автоматически. Есть и более мощная разновидность данного протокола

(RSTP, IEEE 802.1w), позволяющая снизить время перестройки сети вплоть до нескольких миллисекунд. Протоколы STP и RSTP позволяют создавать произвольное количество избыточных линий связи и являются обязательным функционалом для промышленных коммутаторов, применяемых в резервированных сетях.

Мы рассмотрели наиболее типичную схему построения сетей, применяемых в промышленности. Вместе с тем следует заметить, что универсальных конфигураций сетей попросту не существует: в каждом конкретном случае проектировщик вырабатывает подходящее техническое решение, исходя из поставленной задачи и условий применения.

Вывод

Основной целью любого производственного предприятия является непрерывная работа и постоянная оптимизация для увеличения производительности и сокращения издержек. Внедрение Industrial Ethernet-технологий позволит полностью автоматизировать промышленные процессы и контролировать их работу, оперативно реагируя на любые изменения. Автоматизированные системы управления на базе промышленного Ethernet — это возможность ускорить работу предприятия, повысить его надежность, безопасность и прибыльность.

Д.А. Пронин, начальник отдела маркетинга,
Группа компаний «ТМС», г. Москва,
тел.: +7 (495) 723-81-21,
e-mail: info@kyland.ru

www.**EXPONET**.ru

ВЫСТАВКИ РОССИИ, СНГ и МИРА