



ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ETHERNET

МАЙК ФАРИОН
(MIKE FARRION)

БОБ КОЛЛМАЙЕР
(BOB KOLLMEYER)

ДЭВИД МАККАРТИ
(DAVID MCCARTHY)

ШЕЙН НОВАЧЕК
(SHANE NOVACEK)

ТЕРРИ КАРСОН
(TERRY CARSON)

Использование промышленных сетевых протоколов помогает повысить эффективность производства, позволяя соединять производственные объекты между собой. В статье на конкретных примерах рассказывается о тонкостях и возможностях применения промышленного Ethernet.

Изначально Ethernet был разработан, чтобы удовлетворить потребность в передаче больших объемов информации. Он был впервые применен в офисах, где несколько клиентов активно обменивались информацией, а теперь активно расширяет рамки традиционного использования вплоть до применения в крупных автоматизированных цехах. Промышленный Ethernet может быть использован для одновременного сбора, передачи и мониторинга информации на производстве.

К примеру, в пивоваренной компании Saugatuck Brewing использование промышленного Ethernet позволило за два года четырехкратно увеличить объемы выпускаемого пива. Новейшая разработка — упаковочная машина от VC999 Packaging Systems — использует шину Gigabit Ethernet. Однако Ethernet промышленного типа требует наличия специальных знаний и практики, отличающихся

от тех, что необходимы для организации домашней или офисной сети. При установке и эксплуатации промышленных Ethernet-сетей нельзя недооценивать такие ключевые моменты, как проводка, качество сигнала, контуры заземления, коммутаторы и передача данных.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ СПОСОБСТВУЮТ ИНТЕГРАЦИИ

Мощный промышленный инструмент для рационализации производства — надежное корпоративное подключение, обеспечивающее высочайший уровень контроля и гибкости. Передовые архитектуры сетей обеспечивают связь, сотрудничество и интеграцию на всех уровнях — от устройств до бизнес-систем предприятий (рис. 1). Максимальный контроль производства с использованием промышленных сетей позволяет повысить качество продукции и поднять рентабельность компании.

Выбирая сетевое решение, пользователь должен четко понимать требования коммуникации, а также экологические нормы, разные для каждого конкретного случая. Оценка рабочих параметров, особенностей и характеристик промышленных протоколов поможет предприятию в выборе оптимального решения своих задач.

РИС. 1. ▼
Сетевые протоколы, по которым могут быть соединены офис и цеха завода, обеспечивают безопасное взаимодействие





Если вы планируете прокладку или уже работаете с промышленной сетью, следует особое внимание обратить на такие моменты, как кабели, качество сигнала, контуры заземления, коммутаторы и трафик.

Материал проводки

Как и все сети, промышленный Ethernet хорош ровно настолько, насколько качественно устроена проводка. В дополнение к высокому уровню электромагнитного излучения (ЭМИ), промышленная среда является неблагоприятной с точки зрения температур, пыли, влажности и ряда других факторов, которые отсутствуют в жилых домах.

В офисе кабель категории 5 хорош для 10-Мбайт соединения, а категория 5е обеспечит до 100 Мбайт. Стандарт ANSI/TIA-1005 устанавливает, что категория 6 или выше предпочтительнее для использования на производстве. Ее производительности достаточно для пропускания 1 Гбайт при длине 100 м и до 10 Гбайт на 55 м, а категория 6е обеспечит на 100 м все 10 Гбайт.

Промышленные кабели спроектированы так, чтобы на них не оказывало серьезного влияния неблагоприятное воздействие окружающей среды. Кабель категории 6 гораздо менее восприимчив к электромагнитным наводкам, чем категории 5 или 5е. Но если вы используете такой кабель, убедитесь, что он соединен с помощью сертифицированных для этой категории разъемов. Для достижения наилучшего результата используйте уже готовые короткие кабели

с фабрично установленными соединениями, а для более длинных участков соедините их с помощью специальных разъемов.

Экранирование и контуры заземления

В некоторых случаях требуется экранирование, но неправильно установленный экранированный кабель способен создать проблем больше, чем решить.

Экранированный кабель обеспечит лучшую связь в условиях высокого ЭМИ, особенно при правильном заземлении. Один контур необходим, но если будет сделано множество соединений, они вызовут помехи, связанные с разницей в потенциалах. Паразитный ток в контуре заземления может нанести вред вашей сети. Чтобы этого избежать, используйте заземленный соединитель RJ45 только на одном конце кабеля, а на другом конце установите изолированный разъем.

Если кабель Ethernet пересекает силовые провода, всегда соблюдайте правила: разделяйте параллельные токопроводящие провода и кабель Ethernet не менее чем 8–12 дюймами пространства (расстояние должно быть тем больше, чем длиннее параллельный участок и чем выше токи). Если кабель находится внутри металлической трубки, каждая ее секция должна быть соединена с соседней для создания неразрывной цепи.

В идеале сеть должна проходить вдали от источников ЭМИ, таких как моторы, освещение и силовые провода. Внутри распределительных щитков прокладывайте кабель Ethernet от силового на расстоянии не менее 2". Отводя кабель от источников ЭМИ или пультов управления, старайтесь избегать сильных перегибов.

Коммутаторы и концентраторы

Никогда не используйте хабы (hub) в промышленных сетях Ethernet. Это не более чем многопортовые повторители (концентраторы). Исключив их использование, вы сможете выбирать между управляемыми и неуправляемыми коммутаторами, из которых первые предпочтительнее, хоть и дороже (рис. 2).

Любое устройство в сети имеет уникальный идентификатор,

ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ETHERNET

В отличие от привычного, компактного офисного и домашнего Ethernet, промышленный требует специальных знаний и практики.



РИС. 2. ▶ Промышленный коммутатор от N-Trop для гигабитного Ethernet-кабеля

то есть адрес доступа к среде передачи (Media Access Control, MAC-адрес). Это основная отличительная черта работы свитча (switch) по сравнению с хабом. Когда свитч впервые включается, он ведет себя как хаб, транслируя трафик по всем проводам. Когда устройство пропускает информацию через порты на коммутаторе, последний определяет по трафику, какой порт с каким MAC-адресом связан, и заносит адреса в таблицу. Однажды определив такую связь порта и MAC-адреса, он распознает информацию, предназначенную определенному устройству, и передает ее только через тот порт, который связан с нужным адресом.

В промышленной сети есть три вида трафика. Односторонняя передача идет от точки к точке. Групповая передача идет от одной точки многим. Ретрансляция идет от одной точки всем. Построив таблицу MAC-адресов, управляемый и неуправляемый свитч ведут себя одинаково относительно односторонней или трансляционной передачи. Как правило, трансляционный трафик ограничен 100 передачами в секунду. В любой сети присутствует некоторое количество трансляций, к примеру, принт-сервер периодически сообщает о своем состоянии всей сети.

Трансляция данных в группе

Одно из основных отличий между управляемым и неуправляемым коммутатором — то, как они ведут себя при групповой переда-

че данных. Такой способ передачи обычно используется «умными» устройствами с маршрутизацией информации. По сути, это соединение между двумя или более узлами сети.

Устройство должно быть членом группы, чтобы получать предназначенную для этой группы информацию, но это условие не является обязательным для отправки информации группе. Основная проблема трафика в модели «отправитель-получатель» заключается в том, что количество трафика экспоненциально растет с увеличением числа получателей. Здесь и требуется коммутатор.

Управляемый свитч способен работать с межсетевым протоколом управления группами (Internet Group Management Protocol, IGMP). При этом ведется трансляция информации для определения членов всех групп. Используя эту информацию в сочетании с таблицей MAC-адресов, управляемый свитч может направить трафик только тем устройствам, которые являются членами группы. Неуправляемый свитч обрабатывает данные так же, как и в случае трансляции, и передает их всем устройствам.

Если планируется использование такой технологии, то управляемый свитч — незаменимая вещь, которая стоит своих денег.

Зеркальные порты, устранение неполадок

Есть и другие причины, диктующие использование управляемых

коммутаторов. Они умеют вести журнал (лог) ошибок, контролировать скорость каждого порта, изменять настройки дуплексной передачи, поддерживают зеркальные порты. Эти возможности обеспечивают более точный контроль состояния сети и могут стать неопределимым помощником в решении проблем, которые могут возникнуть в каком-нибудь участке сети.

Когда возникают проблемы с производительностью сети, первый подозреваемый — свитч, хотя он редко оказывается истинным источником проблем. Свитчи, как правило, обладают низкой латентностью в системе, обрабатывая информацию в 10–50 раз быстрее, чем остальные компоненты сети.

Существует специальное ПО, помогающее решить проблемы, правда, в основном оно может отследить только групповое и трансляционное соединение. Но в большинстве случаев этого бывает достаточно, потому что больше всего ресурсов отбирает неумеренный групповой трафик или же излишне несдержанная трансляция данных. Если вам нужно по какой-либо причине проверить одностороннюю передачу, то единственный выход — зеркальные порты.

Нормально использовать неуправляемый свитч, если в сети отсутствует групповая передача данных. В маленьких, простых сетях с несколькими устройствами так обычно и делается. Иногда применяются полумеры и объединяются два удаленных устройства посредством неуправляемого коммутатора, а затем соединяются с управляемым. Но на практике, если взглянуть на имеющийся опыт, для сетей с десятками и сотнями узлов применение управляемых коммутаторов является предпочтительным, особенно если цена не является определяющим фактором при создании сети.

ПИВОВАРНЯ С ETHERNET

Компания Saugatuck Brewing, расположенная в Дугласе, штат Мичиган, производит несколько сортов пива (рис. 3). В 2011–2012 гг. произошел огромный скачок производства, с усовершенствованием бродительного аппарата и светлого бака (резервуар доработки пива). Пивоварня имела производитель-



РИС. 3. ►
На пивоварне Saugatuck Brewing удвоение масштабов производства происходит каждый год на протяжении последних трех лет

ность 500 баррелей пива в 2009 г., на следующий год объемы возросли вдвое, а в 2011-м г. увеличились до 2000 баррелей. Огромный показатель в 4200 баррелей в 2012-м году продолжил серию «удвоенный» прошлых лет.

Быстрый рост производства на пивоварнях в Соединенных Штатах реален, но он происходит в несколько этапов. Требуется модульная система автоматизации, которая может обеспечить поэтапное гибкое развитие, что и приведет к успеху. Для Saugatuck Brewing решение было найдено в использовании основанного на ПК контроля и создании промышленной сети Ethernet.

Сегодня Saugatuck Brewing использует EtherCAT на протяжении всего процесса производства пива и сеть с терминалами уровня IP20 и EtherCAT-модулями IP67, установленными за пределами терминалов на территории завода. Для контроля процессов используются панели с 5,7" сенсорным дисплеем и подключением к системе карбонизации пивоварни по Ethernet. Панели имеют процессор Intel IXP420 с технологией XScale и тактовой частотой 533 МГц.

Контрольные панели работают в режиме «человек-машина» (HMI), так что персонал пивоварни может изменить параметры карбонизации и другие настройки (рис. 4). Saugatuck Brewing использует эти устройства на одной интегрированной платформе программирования контроллера и HMI, вместо того чтобы полагаться на отдельное ПО для человеко-машинного интерфейса.

Использование технологий на базе EtherCAT позволило пивоварне улучшить качество продукции, согласованность работы фабрики и существенно снизить стоимость производственного оборудования.

Рон Конклин (Ron Conklin), пивовар из Saugatuck Brewing, поясняет: «Система контроля в пересчете на каждую цистерну обходится нам на 50% дешевле, чем альтернативные архитектуры. Другие системы, которые мы сначала рассматривали, были отвергнуты, когда мы поняли, что после каждого расширения пивоварни потребуются покупать новые контроллеры. Стандартная система

на ПК, которая контролирует все пивоваренные баки, делает эксплуатацию, обслуживание и модернизацию более доступными».

ГИГАБИТНЫЙ ETHERNET В УПАКОВОЧНОЙ МАШИНЕ

I-Series Thermoformer от компании VC999 Packaging Systems (рис. 5, 6) — это новое слово в технологии упаковки, использующее Gigabit Ethernet для связи. Модульная конструкция позволяет:

- легко и быстро изменять длину, ширину и другие параметры упаковки;
- учитывать требования клиентов;
- снизить расходы на сборку, доставку, установку.

В ответ на запросы VC999 компания Power Motion разработала решение по контролю, включающее в себя ПЛК, сервомоторы, ЧРП и CC-Link IE Field Ethernet-шину.

Специалисты VC999 утверждают, что в их новой разработке используются новейшие технологии и самые высококлассные устройства везде, где это только возможно, при условии сохранения рентабельности устройства.

Машина состоит из трех сегментов (формирование, запечатывание, разгрузка); каждый сегмент имеет свой собственный контроллер, включенный в сеть Ethernet. Сервоприводы управляются либо аналоговым сигналом, либо собственной шиной управления движением, в зависимости от конкретной оси, а частотно-регулируемые электроприводы управляются только аналоговым сигналом. В будущем предполагается добавить в устройство все сетевые коммуникации CC-Link IE Field. Инженеры VC999 уточняют,



РИС. 4. ▲ Основанная на ПК контрольная панель Beckhoff Automation CP6607

что управляющая шина выполнена по Ethernet-технологии, и соединение печатающей станции с электрическими блоками, расположенными в сегментах формирования и выгрузки, облегчит прокладку проводов, снизит стоимость материала и трудозатрат, а также упростит разборку и сборку машины при транспортировке к заказчику.



РИС. 5. ◀ I-Series Thermoformer от компании VC999 Packaging Systems использует CC-Link IE Field Ethernet для соединения ПЛК и других систем автоматизации в этой станции



РИС. 6. ◀ I-Series Thermoformer (вид сзади): сегменты формирования, запечатывания и разгрузки (слева направо)

Ко всему прочему, шина Ethernet предпочтительна при разработке новых устройств. CC-Link IE Field — первая промышленная сеть Ethernet, предназначенная для автоматизации производства и работающая на гигабитной скорости, в то время как скорость остальных сетей на порядки ниже.

УДЛИНЯЕМ ETHERNET

Когда TCP/IP вышел за пределы дома и офиса, стометровый предел длины провода стал реальной проблемой. Датчики на нефтепроводе, к примеру, обычно находятся на гораздо большем расстоянии от диспетчерского центра. С изменением и расширением сетей они стали покрывать расстояния, измеряемые в километрах. В настоящее время существует как минимум пять способов, позволяющих удлинить сеть вплоть до 9 миль в некоторых случаях.

Удлинитель

Одно из простых решений — это удлинитель Ethernet, который

использует DSL-технологии и позволяет прокладывать провод на расстояние до 1900 м (1,18 мили) (рис. 7). Такие удлинители работают со всеми медными проводами, что делает их выгодными по стоимости. Работа по прокладке кабеля в норме является частью стоимости работ по установке и наладке сети, но удлинители Ethernet могут использовать любой существующий кабель вроде старой телефонной линии или витой пары 5-й категории. Это существенная экономия.

Удлинители устанавливаются парами. Первый конвертирует данные Ethernet для передачи по DSL, а второй восстанавливает их обратно. Пропускание достигает 50 Мбит/с, в зависимости от расстояния. Сигнал, конечно, затухает, но все еще достаточен для расшифровки на расстоянии в 1900 м, а производительность на таком удалении составит 1 Мбит/с. Некоторые удлинители могут передавать питание через Ethernet (PoE), что позволяет запитать удаленные

устройства прямо через Ethernet-порт.

Для лучшей производительности не рекомендуется применять удлинители с катушками, фильтрами и разветвителями.

Волоконная оптика

Когда 1900 м недостаточно, или требуется более высокое пропускание, обычно используется оптоволоконный кабель. Они бывают двух типов. Более дешевый — многомодовый — использует светодиодный источник и передает данные на несколько километров. Часто такой тип кабеля используется для магистралей в офисных зданиях или фабричных сетях. Телефонные и кабельные компании с их потребностью в преодолении огромных расстояний предпочитают использовать одномодовый кабель. В этом случае вместо светодиодов используется лазер, что позволяет транслировать данные между континентами. Как многомодовое волокно и все комплектующие для такой сети дороже медных проводов, так и одномодовая оптика дороже, чем многомодовая. Но многие проектировщики сетей устанавливают одномодовые системы, объясняя это тем, что большую часть стоимости составляют затраты на прокладку кабеля, поэтому лучшее пропускание и качество связи предпочтительнее, к тому же такая оптика не устареет еще много лет.

Выбор промышленных сетевых протоколов, включая промышленный Ethernet, помогает повысить эффективность производства, позволяя соединять промышленные объекты между собой. Как далеко может протянуться промышленный Ethernet на следующем этапе реализации производства или конструирования приборов? Описанные в статье примеры дают представление о возможностях применения современного промышленного протокола, а приведенные сведения о некоторых технических тонкостях и советы по прокладке кабеля и организации сети на физическом уровне помогут добиться высокой производительности и обеспечить требуемое качество сигнала. ●

РИС. 7. ▼
В удлинителе Ethernet для увеличения дальности до 1900 м используется DSL-технология

