

Применение коммутаторов Hirschmann в проектах автоматизации транспортных систем

Все более широкое применение конвергентных технологий при построении сетей связи, позволяющих объединять сети сбора и передачи данных и административные сети в единые информационные системы, резко подняло интерес к Ethernet как к основной физической среде, реализующей эти коммуникации.

С каждым годом на промышленном рынке появляется все больше производителей специализированного оборудования, и разобраться во всем этом многообразии становится все сложнее. К промышленному Ethernet-оборудованию предъявляются специфические требования, которые выходят за рамки, определяющие габаритные размеры и типы интерфейсов. Часто производители указывают такие параметры, как рабочий температурный диапазон, вибростойкость, помехоустойчивость и т.д., однако методики определения границ этих значений остаются на совести производителя. Поэтому не стоит забывать о специальных нормах и стандартах, получаемых производителем на конкретную продукцию. Конечно, не все европейские сертификаты копируются в России, однако в любом случае они служат дополнительной гарантией работоспособности изделия в конкретных условиях.

В сфере транспорта тоже существует ряд специфических, принятых в Европе стандартов, описывающих требования к электронному оборудованию, применяемому на различных видах транспорта и в дорожном хозяйстве. Каждый стандарт предъявляет различные по жесткости требования в отношении ударо- и вибростойкости, температурного

диапазона, влажности, действия химических веществ, электромагнитных полей и прочих факторов. Например, для железнодорожного транспорта наиболее известным и строгим стандартом является EN50155. Согласно ему, электронное оборудование, находящееся в неблагоприятных внешних условиях, характерных для подвижных составов, должно работать 24 часа в сутки в течение около 30 лет. Более “мягким” вариантом является EN50121-4, устанавливающий требования по электромагнитной совместимости оборудования, предназначенного для статичных железнодорожных объектов.

Рассмотрим некоторые конкретные примеры применения оборудования Ethernet, иллюстрирующие общие принципы построения сетей, особенности используемого оборудования и предъявляемые к нему требования при реализации проектов автоматизации транспортных систем.

Ethernet на железных дорогах

Сети железных дорог на севере Германии, обслуживаемой компанией AKN Eisenbahn AG, уже более 120 лет. Данная сеть включает в себя 65 станций, соединенных 256 км пути, десятки подвижных пассажирских и грузовых составов. В 1999 году на железной дороге встал вопрос о модернизации системы автоматизированного контроля и ведения поездов. Для реализации этой задачи требовалось развертывание резервированной оптоволоконной сети Ethernet. При подборе активного оборудования помимо его надежност-

ти учитывалась возможность обеспечить такие характеристики сети, как высокая доступность каждого узла, резервируемая архитектура с минимальным временем восстановления после сбоя, возможность удаленного администрирования. Ряд требований определяла внешняя среда, в которой должно эксплуатироваться оборудование. Компоненты сети должны быть нечувствительны к вибрациям и температурным колебаниям, обеспечивать защиту от электромагнитных помех, поддерживать одномодовую “оптику” для покрытия больших расстояний между узлами.

Этим требованиям полностью отвечало оборудование крупнейшего немецкого производителя Hirschmann, которое благодаря своей широкой номенклатуре позволило подобрать оптимальный набор аппаратных средств. Выбор был сделан в пользу двух линеек промышленных коммутаторов Fast Ethernet – Rail и MICE. Первые представляют собой компактные коммутаторы для монтажа на DIN-рейку, имеющие два порта 100BASE-FX и до 14-ти – 10/100BASE-Tx. Наличие двух оптических портов позволяет объединять коммутаторы линейно, замыкая первый и последний в резервированное кольцо. Такое решение для класса Industrial Ethernet получает все большее распространение, так как позволяет сети противостоять поломкам отдельных узлов и обрывам кабелей. Физически цепь коммутаторов действительно является замкнутой, однако характерные для избыточных соединений в сетях Ethernet IEEE802.3 коллизии не происходят. На основе стандартных протоколов Ethernet компания Hirschmann использует



Рис. 1

собственную разработку – технологию HIPER-Ring. Одному из коммутаторов достается роль ведущего (Redundancy manager): он периодически опрашивает кольцо на предмет целостности и препятствует возникновению коллизий, временно блокируя для передачи один из задействованных портов.

На практике для ответственных применений именно кольцевая топология является предпочтительной перед более распространенными линейной и звездообразной. Основное ее преимущество – нивелирование “узких мест”, характерных для альтернативных вариантов. При использовании кольцевой топологии отказ одного из коммутаторов или обрыв кабеля не ведет к блокаде сегмента. “Кольцо” просто временно становится линейной сетью с последовательным соединением, причем трафик в сети не прерывается. В момент обрыва или поломки ведущий коммутатор, недосчитавшись очередного тестового сигнала, активирует второй запасной порт на передачу данных. В отличие от многочисленных клонов, время восстановления передачи данных у HIPER-Ring практически не зависит от загруженности сети и количества коммутаторов в кольце и гарантированно составляет менее 300 мс.

Резервированное кольцо HIPER-Ring – основа сети Ethernet системы ведения поездов компании AKN. Коммутаторы Hirschmann Rail, соединенные по этой технологии, составляют первую из двух

независимых структур общей сети. Она состоит из 45 коммутаторов и используется для обслуживания информационных табло, голосовой системы оповещения и видеонаблюдения. Ее разделение со второй сетью, используемой для передачи сигналов управления, обусловлено необходимостью обеспечить дополнительный уровень защиты от сбоев. Основная сеть, передающая команды системы ведения поездов, упрощенно изображена на рис. 1. Она состоит из двойного резервированного кольца, построенного на основе 16-ти уникальных модульных коммутаторов серии MICE (Modular Industrial Communication Equipment). MICE представляет собой базовый модуль с несколькими слотами для

“горячего” подключения интерфейсных модулей. Последнее поколение Hirschmann MICE – коммутаторы II и III уровня OSI серий MS20, MS30, PowerMICE – позволяет в одном коммутаторе получить почти любое сочетание Gigabit- и Fast Ethernet-интерфейсов с оптической и медной средой передачи и разными типами коннекторов – даже ST или MTRJ и M12. Эти коммутаторы отвечают не только перечисленным выше стандартам, но и также стандартам для применения в электрических подстанциях и во взрывоопасных зонах.

Архитектура MICE организована таким образом, что за программный интерфейс, реализацию всех протоколов и функций, а также за питание отвечает базовый модуль (рис. 2), а интерфейсы в различных сочетаниях размещаются на интерфейсных модулях (до 4-х на каждом). Таким образом, каждый коммутатор легко поддается переконфигурированию и ремонту путем простой замены или добавления нужного модуля даже без отключения коммутатора. Базовый модуль позволяет подключить до 6 интерфейсных, что в сумме позволяет иметь до 24 портов на одном коммутаторе. В описываемом случае все порты задействованы не были, однако подключение конечного оборудования и магистральной оптической линии удобнее осуществлять к разным модулям. Это существенно повышает надежность и упрощает обслуживание и модернизацию сети.



Рис. 2

Решению о внедрении на железной дороге компании AKN сети Ethernet на основе оборудования Hirschmann также способствовало фирменное программное обеспечение, установленное для администрирования сети. Программный пакет Hirschmann Industrial HiVision позволяет в режиме реального времени с помощью наглядной мнемосхемы сети отслеживать ее состояние, выявлять изменения и удаленно управлять коммутаторами. В условиях применения на железных дорогах это особенно актуально, так как количество узлов, расположенных далеко друг от друга, велико, а проверка каждого устройства визуально требует значительных человеческих ресурсов.

Ethernet в самом длинном автомобильном тоннеле Европы

Бурный рост количества автотранспорта в последние 10 лет заставляет власти постоянно развивать дорожную инфраструктуру. Так, в Австрии, на автобане A9 Linz-Spielfeld, проходящем под горным массивом, двукратное увеличение потока машин привело к необходимости строительства второго, самого протяженного в Европе (около 10 км) тоннеля.

Особую важность при проектировании имело обеспечение безопасности тоннеля – на это затратили четвертую часть всего бюджета, выделенного на строительство. Основой системы безопасности стала промышленная сеть Ethernet, в задачи которой входило обслуживание 88 VoIP – телефонных будок экстренного вызова и около 70 000 портов цифрового ввода/вывода системы контроля вентиляции. Данные с этих объектов передаются для системы визуализации в специальный центр наблюдения. Для обеспечения надежного функционирования всей системы сеть Ethernet, в силу специфики объекта применения, должна обязательно быть резервированной, базироваться на оборудовании, предназначенном для жестких условий эксплуатации, и иметь возможность для дальнейшего расширения. Этим запросам отвечало оборудование

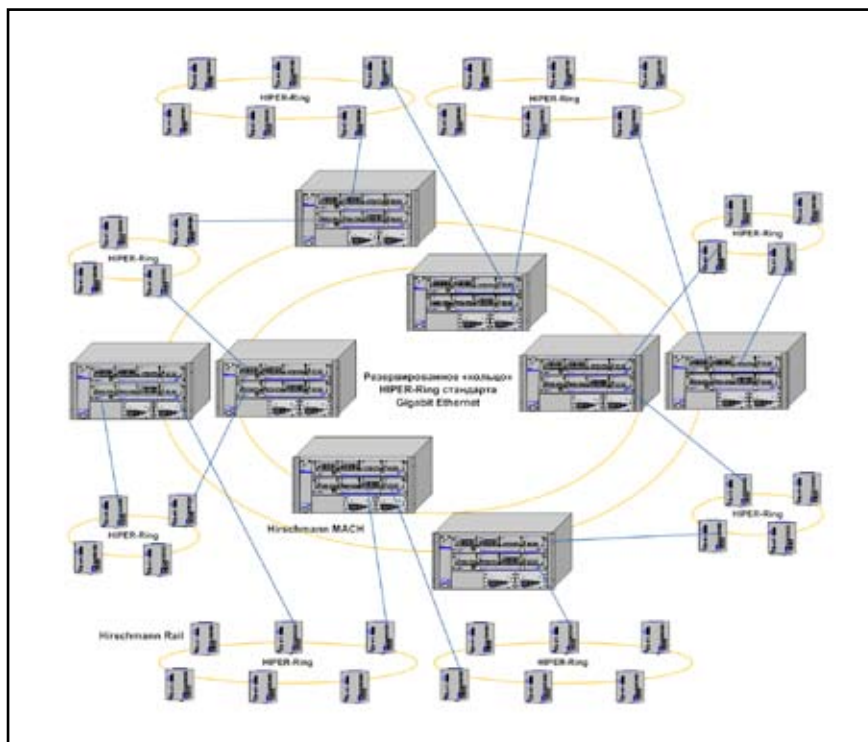


Рис. 3

Hirschmann, а именно серия компактных промышленных коммутаторов Rail и резервированные магистральные коммутаторы серии MACH. На их основе была спроектирована и введена в эксплуатацию многоканальная сеть, состоящая из двойной резервированной магистрали стандарта Gigabit Ethernet и 12-ти подсетей Fast Ethernet, также имеющих резервированную структуру. В упрощенном виде ее схема показана на рис. 3.

Для повышения надежности коммутаторы серии MACH в количестве 8 штук, образующие центральное двойное резервированное кольцо, имеют модульную архитектуру. Их конструкция состоит из шасси с базовой платой и подключаемых модулей интерфейсов и питания. В шасси можно установить несколько как AC-, так и DC-блоков питания, дублирующих друг друга. Элементы питания можно даже вынести в отдельное шасси для питания стека из нескольких коммутаторов MACH. Схожая концепция применена к интерфейсным модулям: в шасси в произвольной комбинации ставятся "оптические" и "медные" интерфейсы с общим количеством портов до 50-ти. На момент ввода в эксплуатацию, в 2004 году, для проекта была выбрана серия MACH 3000, поддерживающая стандарты Fast и Gigabit

Ethernet. На сегодняшний момент производитель рекомендует ее приемника – серию MACH 4000, более компактную и скоростную. В ней присутствуют модели с поддержкой магистралей 10 Gigabit Ethernet, коммутаторы III уровня модели OSI с поддержкой динамической маршрутизации.

Подсеть Fast Ethernet, разделенная на 12 сегментов по географическому принципу, образована уже упомянутыми ранее компактными промышленными коммутаторами Rail. Сегменты также представляет собой "кольца" HIPER-Ring с дублированным подключением к главной магистрали. К каждому из 250 коммутаторов, в свою очередь, подключено посредством витой пары несколько контроллеров. Таким образом, даже в случае отказа одного из этих коммутаторов связь может прерваться только с теми контроллерами, которые подключены без дублирования непосредственно к нему, в остальных случаях благодаря технологии HIPER-Ring связь будет восстановлена автоматически за доли секунды.

Спроектированная сеть Ethernet обладает следующими достоинствами: резервированная структура сети, исключая "узкие" места, модульная конструкция коммутаторов, позволяющая выбрать опти-

мальную конфигурацию, надежность, обусловленная применением промышленного оборудования, изначально рассчитанного на неблагоприятные условия эксплуатации.

При проектировании большой сети (несколько десятков или сотен коммутаторов) оптимальный подбор оборудования становится важен в экономическом отношении. Незначительная переплата за лишний порт или невостребованную функцию в сети таких масштабах уже начинает влиять на стоимость проекта. У коммутаторов серии Rail набор интерфейсов соответствует схеме применения: два "оптических" порта для объединения в "кольцо" и определенное количество портов RJ-45 для периферийного оборудования (в данном случае – шесть). Для рассматриваемого примера данный набор является оптимальным, но стоит отметить, что обновленная версия этого семейства – Hirschmann OpenRail – кардинально решает



Рис. 4

проблему подбора Ethernet-коммутатора по заданным параметрам. Будущий пользователь сам выбирает количество и тип портов, тип питания, условия окружающей среды и после заказа получает заданное устройство с индивидуальным заказным номером. Конечно, технические ограничения есть, но количество вариантов конфигураций весьма велико – более тысячи.

“Отшельники” Ethernet’a

При установке оборудования Ethernet в сложных внешних условиях (тот же автодорожный тоннель или железнодорожный состав) так или иначе используют различные шкафы и конструктивы. Делается это для максимальной изоляции коммутаторов от грязи и пыли, а при необходимости – от вибраций или температурных воздействий. Но любая коробка съедает много подчас драгоценного места, а шкафы с регуляцией температуры

потребляют большое количество энергии и не всегда экономически оправданны. Для таких применений существует особое семейство коммутаторов, не требующих специально оборудованного установочного места. Hirschmann Octopus (рис. 4) – это управляемый коммутатор Fast Ethernet в литом металлическом корпусе с наружными винтовыми герметичными коннекторами M12, обеспечивающий степень защиты IP67. Это означает полную защиту от пыли и защиту от влаги вплоть до кратковременного погружения

в водную среду. Существует несколько модификаций с количеством портов от 5 до 24, оптическими портами microFX, а также модификации с поддержкой технологии PoE – питания конечных устройств по Ethernet-кабелю категории 5. Коммутаторы этой серии ориентированы на использование на морских судах, железнодорожных составах и автотранспорте. Octopus рассчитан на температурный диапазон -40...70°C, выдерживает сильные вибрации и электромагнитные помехи.

Hirschmann Octopus поддерживает все типовые функции управляемого коммутатора уровня II, технологии резервирования HIPER-Ring и другие, а также содержит часы реального времени и протокол обнаружения сетевых устройств LLDP. Последний может быть чрезвычайно полезен при применении коммутаторов, например, в железнодорожных составах. Автоматически распознавая топологию сети и изменения в ней, коммутаторы могут

“отслеживать” перемещения отдельных вагонов в составе поезда после их расцепления и передавать соответствующую информацию в диспетчерскую.

Заключение

Первое, что бросается в глаза при рассмотрении представленных примеров, это избыточность. Именно так переводится слово Redundancy, фигурирующее в названии архитектуры сети (резервированное “кольцо”) и в названии ведущего коммутатора на рис. 1. Дублирование узлов и линий связи, безусловно, почти вдвое увеличивает расходы. Однако затраты на ликвидацию возможных чрезвычайных ситуаций, вызванных отказом тех же систем вентиляции или ведения электропоездов, могут быть несравнимо больше. Поэтому экономия при внедрении промышленных сетей Ethernet может оказаться весьма обманчивой. При этом имеет значение не только дублирование каналов связи, но и их аппаратной части.

Во всех приведенных выше примерах применения сетей Ethernet используется оборудование крупнейшего немецкого производителя коммуникационных средств – Hirschmann. Эта компания имеет почти 20-летний опыт разработки и производства промышленных Ethernet-коммутаторов, оптиковолоконных и PROFIBUS-преобразователей. Оборудование Hirschmann установлено в международных аэропортах, автомобильных мостах и туннелях Германии, Австрии, Франции, Италии, Чехии. В России на сегодняшний день Hirschmann в большей мере востребован в сфере энергетики, но развитие систем автоматизации на транспорте может и должно повысить интерес к специализированным решениям, ориентированным на данную отрасль.

Иван Лопухов,
компания ПРОСОФТ