Время как часть данных: что требуется от сетевого оборудования для АСУ ТП

В статье рассмотрены требования к промышленным коммутаторам в современных АСУ ТП, связанные с точной синхронизацией времени и обеспечением непрерывной передачи данных. Объясняется роль протоколов PTP IEEE 1588v2 и PRP IEC 62439-3 в распределенных системах управления, показано, какие возможности промышленного сетевого оборудования позволяют поддерживать работу критически важных технологических процессов при отказах отдельных элементов сети. Представлены промышленные L3-коммутаторы MES3510S-08P и MES3510DS-24F российского производства.

ООО «Предприятие «ЭЛТЕКС», г. Новосибирск

Погрешность атомных часов составляет одну секунду в несколько миллиардов лет. Человеку такая точность не нужна, но она необходима технике, в частности, промышленным системам автоматизации, которые могут находиться в разных часовых поясах, работая совместно и одновременно. В России единая шкала времени формируется в Главном метрологическом центре Государственной службы времени и частоты ФГУП «ВНИИФТРИ». Однако путь эталонного времени от атомных часов до контроллера в шкафу автоматики проходит через сетевую инфраструктуру, в том числе через сетевые коммутаторы, которые должны обладать как хорошей пропускной способностью, так и способностью обеспечивать точность синхронизации на каждом участке сети. В корпоративной сети кратковременный сбой коммутатора обычно выглядит как пропавшая связь. В АСУ ТП та же пауза может нарушить последовательность технологических событий или прервать передачу команды. Поэтому, оценивая промышленный коммутатор, обязательно надо смотреть, как он ведет себя во времени и при отказе.

Предприятие «ЭЛТЕКС» (Eltex) из Новосибирска разрабатывает и производит телекоммуникационное оборудование с 1992 года, а сейчас не просто заменяет решения ушедших производителей, но и работает над новыми требованиями к технологической инфраструктуре. «Рынок АСУ ТП сегодня развивается одновременно под влиянием двух факторов: модернизации промышленных предприятий и перехода на отечественную технологическую базу, – объясняет Роман Полухин, продакт-менеджер направления ШПД (широкополосного доступа) Eltex. – Вместе с этим меняются и требования к промышленным сетям. Заказчикам недостаточно стандартной коммутации – инфраструктура должна обеспечивать высокоточную синхронизацию времени, непрерывность обмена данными и готовность к работе в критически важных технологических процессах. Именно эти требования стали основой при разработке новых промышленных коммутаторов Eltex».

Время как часть данных

Представим журнал аварий: команда на остановку оборудования зарегистрирована в 14:07:12.438, а изменение показаний датчика, которое стало причиной остановки, – в 14:07:12.441. По временным меткам реакция наступила раньше причины. Если часы контроллеров, измерительных устройств и серверов расходятся, восстановить причинно-следственную связь по записям становится трудно. Для постфактум-анализа это означает неопределенность, а для распределенных измерений и автоматики – риск некорректной интерпретации данных.

Эту задачу решает Precision Time Protocol (PTP IEEE 1588v2), или протокол синхронизации времени. Он формирует общую временную шкалу для сетевых устройств. Однако точность зависит не только от источника времени: каждый промежуточный узел вносит задержку. Коммутатор в режиме Transparent Clock измеряет время прохождения служебного сообщения PTP через себя и учитывает его в корректирующей информации. Так погрешность не накапливается незаметно на каждом транзитном участке. В правильно спроектированной сети PTP дает субмикросекундную точность; конкретный результат определяется профилем, топологией, нагрузкой и характеристиками всей цепочки синхронизации.

Особенно наглядно это видно в электроэнергетике: отдельный профиль PTP закреплен в IEC/IEEE 61850-9-3 для автоматизации энерго-



Рис. 1. Промышленный коммутатор Eltex MES3510S-08P



Рис. 2. Промышленный коммутатор Eltex MES3510DS-24F

систем. Но единая временная шкала нужна и за пределами цифровых подстанций – при сопоставлении телеметрии с распределенных объектов, диагностике событий в нефтегазовой инфраструктуре, железнодорожной автоматике и непрерывном производстве. В этих сценариях время становится частью самих данных: без точной метки значение сложнее связать с реальным событием.

Резервирование без времени переключения

Обычное резервирование отвечает на вопрос, как быстро сеть восстановится после обрыва: сначала нужно обнаружить отказ, затем переключить трафик на другой путь. Parallel Redundancy Protocol (PRP, IEC 62439-3) меняет сам принцип. Каждый кадр одновременно отправляется по двум независимым сетям. Получатель принимает первую пришедшую копию, а дубликат отбрасывает. При отказе одного тракта передача продолжается по второму без интервала восстановления – стандарт определяет для PRP нулевое время переключения.

При этом PRP не является «волшебной палочкой» в спецификации. Два логических маршрута должны быть действительно независимыми, иначе общий участок останется единой точкой отказа. Конечные устройства должны поддерживать PRP либо подключаться через RedBox, который вводит обычное Ethernet-оборудование в две параллельные сети. За непрерывность приходится платить двойной передачей трафика и более строгой дисциплиной проектирования. Поэтому поддержку PRP важно оценивать вместе с архитектурой, а не отдельно от нее.

Две модели для разных уровней сети

Для сетей АСУ ТП, где важны точная синхронизация времени и непрерывность передачи данных, Eltex разработал два промышленных L3-коммутатора – MES3510S-08P и MES3510DS-24F. Обе модели поддерживают PTP IEEE 1588v2 в режиме Transparent Clock и PRP IEC 62439-3 аппаратно, могут выполнять роль PRP RedBox, рассчитаны на температуру от –40 до +70 °C и используют пассивное охлаждение. Функции L3-маршрутизации, VRF Lite и сетевой защиты помогают разделять технологические контуры и управлять обменом между ними без отдельного набора устройств для каждой задачи.

MES3510S-08P (рис. 1) предназначен прежде всего для полевого уровня. Восемь портов 1G PoE/PoE+ и четыре оптических SFP-интерфейса позволяют подключать и питать IP-камеры, промышленные точки доступа и другие периферийные устройства, а также включать шкаф автоматики в оптическую инфраструктуру. Суммарная мощность, которую коммутатор может подать на все устройства, питающиеся по PoE, составляет 240 Вт, пропускная способность – 24 Гбит/с.

MES3510DS-24F (рис. 2) решает задачи уровня управления и агрегации. Модель оснащена 16 портами 1G SFP, 8 комбинированными портами 1G и 4 портами 10G SFP+ при пропускной способности 128 Гбит/с. Два сменных блока питания AC или DC поддерживают горячую замену. Такая конфигурация рассчитана на сбор трафика с распределенных полевых сегментов и подключение к серверам, SCADA-системам и вышестоящей сети.

Выбор коммутатора по рабочему сценарию

Промышленный коммутатор нельзя выбрать по одним паспортным характеристикам. На полигоне полезно воспроизвести рабочий сценарий: измерить ошибку синхронизации на всей цепочке и под нагрузкой физически разорвать один из PRP-трактов, проверить совместимость с источником времени, конечными устройствами и существующей системой управления, протестировать восстановление конфигурации и обслуживание питания. Этот тест показывает поведение всей системы в тот момент, ради которого и создается резервирование.

Модернизация АСУ ТП заставляет пересмотреть требования к сети. Ей недостаточно надежно переносить высокие, низкие температуры и вибрацию: она должна одинаково трактовать время, сохранять передачу при единичном отказе и оставаться управляемой. Поэтому промышленные коммутаторы MES3510S-08P и MES3510DS-24F предоставляются для бесплатного тестирования в инфраструктуре предприятий.

ООО «Предприятие «ЭЛТЕКС»,
г. Новосибирск,
тел.: +7 (383) 274-1001,
эл. почта: sales@eltex.ru,
сайт: eltex.ru

Иллюстрации предоставлены ООО «Предприятие «ЭЛТЕКС»