



ПРОМЫШЛЕННЫЕ НЕУПРАВЛЯЕМЫЕ ETHERNET-КОММУТАТОРЫ ADVANTECH СЕРИИ EKI-2000

С.С. Воробьев (Компания ПРОСОФТ)

При построении сетей Ethernet используются различные классы коммутирующего оборудования. Отдельно стоит выделить неуправляемые коммутаторы – простые устройства, позволяющие быстро и эффективно организовать работу небольшой Ethernet-сети. Приводится краткий обзор неуправляемых промышленных Ethernet-коммутаторов Advantech начального уровня серии EKI-2000.

Ключевые слова: коммутирующее оборудование, неуправляемые коммутаторы, промышленная среда, Ethernet.

Ethernet уже давно стал неотъемлемой частью любой промышленной сети. Этот стандарт, пришедший из IT-индустрии, позволил перейти на качественно новый уровень организации сети. Увеличились скорости, повысилась надежность, появилась возможность централизованного управления сетевой инфраструктурой. Не заставили себя долго ждать и создатели протоколов передачи данных. Практически все основные промышленные протоколы, такие как Modbus TCP, EtherNet/IP, IEC 60870–5-104, PROFINET, DNP3 и т.д., используют в качестве основы идентичную или приближенную модель OSI [1]. Полезные данные помещаются во фрейм и передаются по Ethernet-сети. Почти каждый современный контроллер, интеллектуальный датчик или панель оператора оснащены Ethernet-интерфейсом для возможности подключения в одноименную сеть. Это означает, что теоретически для промышленной сети можно применить стандартные Ethernet-устройства, которые можно найти в корпоративной, офисной и даже домашней сети. Однако на практике уже давно сформировался большой класс устройств, который предназначен для работы именно с сетями типа Industrial Ethernet. В него входят сетевые устрой-

ства, адаптированные для работы именно в промышленной среде, обеспечивающие надежность, минимальные уровни задержек, а также соответствующие различным промышленным стандартам, которые предъявляет та или иная отрасль. При этом основной «боевой» единицей, как правило, выступает промышленный Ethernet-коммутатор – устройство, позволяющее осуществить надежное и быстрое взаимодействие между компонентами и узлами промышленной сети. Рассмотрим серию начального уровня неуправляемых коммутаторов EKI-2000 от компании Advantech – ведущего производителя промышленного оборудования для автоматизации.

Коммутатор – оптимальное решение для промышленной сети

Промышленный коммутатор или свитч (switch) является основным устройством, которое используется для построения промышленной сети. Почему именно коммутатор? Ведь есть и другие сетевые устройства, например концентратор (хаб, hub) или маршрутизатор (роутер, router). Все связано с быстродействием и функциональностью. Самым быстродействующим устройством из перечисленных является концентра-

Таблица. Популярные модели неуправляемых коммутаторов Advantech серии EKI-2000

Наименование	Монтаж	Скорость	Число портов, ед.	Число и тип оптических портов	Диапазон рабочих температур, °С	Наличие PoE	Напряжение питающей сети, В
EKI-2525	DIN-рейка	Fast Ethernet	5	-	-10...60	Нет	=12...48
EKI-2525I					-40...75		
EKI-2528			8		-10...60		
EKI-2528I					-40...75		
EKI-2725		Gigabit Ethernet	5	2×многомодовая оптика	-10...60		
EKI-2725I					-40...75		
EKI-2728M			8		-10...60		
EKI-2728MI					-40...75		
EKI-2728S					-10...60		
EKI-2728SI					-40...75		
EKI-2428G-4FA	19" стойка		28	4×SFP-адаптер	0...55	~100...240 В	
EKI-2712G-4FP1	DIN-рейка		12		-40...75	Да	=48 В (рекомендуется 53...57 В)



Рис. 1. Неуправляемые Ethernet-коммутаторы Advantech серии EKI-2000

тор, какое-то время назад этот тип устройств был очень популярен из-за невысокой цены. Фактически концентратор — это многопортовый повторитель, он работает на физическом уровне согласно сетевой модели OSI и ретранслирует полученные данные на все подключенные порты.

С одной стороны, такая схема позволяет обеспечить минимальные задержки в сети, но с другой, возрастает нагрузка на сеть, так как трансляция при такой реализации получается широковещательной. Это зачастую приводило к резкому падению производительности сети [2]. Маршрутизатор, в свою очередь, — устройство, которое работает на сетевом уровне согласно модели OSI и обладает очень богатой функциональностью, позволяющей обеспечить построение маршрутов передачи трафика. Подобная функциональность требует более высокой производительности устройства, так как происходит анализ информационного пакета, начиная от заголовка третьего

уровня модели OSI и выше. В итоге задержки становятся больше, так как реализация на маршрутизаторах в большинстве случаев программная, цена, естественно, выше, да и подобная функциональность востребована на уровне ядра сети.

В итоге наибольшее распространение в промышленных Ethernet-сетях получили коммутаторы разного уровня и функциональности. Коммутатор представляет собой более интеллектуальное устройство, чем концентратор, и более быстрое, чем маршрутизатор, так как функционирует на канальном уровне согласно модели OSI. Трафик четко распределяется и направляется сразу к адресату, что исключает лишнюю нагрузку на сетевое оборудование, позволяя другим сегментам не обрабатывать данные, которые предназначены не им. Это обеспечивается за счет анализа MAC-адресов отправителей и адресатов, которые содержатся в каждом передаваемом фрейме данных. Такая коммутация позволяет достичь минимальных задержек при распределении трафика, сохраняя приемлемый уровень цены.

В своей памяти коммутатор содержит таблицу (CAM-table), где указывается соответствие MAC-адреса узла и физического порта коммутатора, что как раз и обеспечивает снижение нагрузки на сеть, так как коммутатор точно знает, на какой порт пересылать пакет данных. Однако стоит учитывать, что когда коммутатор включают либо перезагружают, он работает в обучающем режиме, так как таблица соответствия пуста. В таком режиме данные, которые приходят на коммутатор, рассылаются на все остальные порты, а коммутатор проводит анализ и заносит в таблицу MAC-адрес отправителя. Со временем трафик локализуется, так как коммутатор составляет полную таблицу соответствия MAC-адресов всех портов.

Сейчас многие производители сетевого оборудования для промышленных сетей предлагают именно коммутаторы как устройства для обеспечения взаимодействия между узлами сети. В портфолио имеются коммутаторы различной функциональности, как правило, выделяют неуправляемые, управляемые и коммутаторы уровня L3. И если L3-коммутаторы применяются как альтернатива маршрутизаторам на уровне ядра сети, и с их выбором связаны только узкоспециализированные вопросы, то выбор между управляемым и неуправляемым коммутатором сводится к правильному определению задач, которые должно решать сетевое устройство. Далее рассмотрим базовые различия между управляемыми и неуправляемыми коммутаторами.

Управляемый и неуправляемый коммутаторы

Управляемый и неуправляемый коммутаторы — это фактически два разных устройства, которые функционируют на уровне L2 модели OSI. Неуправляемый ком-



Рис. 2. Неуправляемый коммутатор Advantech EKI-2712G-4FPI с функцией PoE

мутатор предназначен для автоматического равномерного распределения скорости и передаваемого трафика по всем участникам сети. Это оптимальное решение для сетей с небольшим числом оконечных устройств. Из преимуществ выделим: обеспечение высокой пропускной способности Ethernet-сети, небольшое время отклика, простота управления, наличие дополнительной функциональности по управлению потоком данных.

Управляемый коммутатор имеет более высокую стоимость, применяется для крупных сетей и имеет возможность полного управления передаваемым трафиком, скоростью, а также обладает дополнительными возможностями управления. Фактически это оптимальное решение для участков сети, где необходима дополнительная функциональность по сегментированию, резервированию, информационной защите и т. п. В отличие от неуправляемого коммутатора управляемый необходимо конфигурировать путем задания ряда дополнительных и обязательных настроек.

Неуправляемые коммутаторы — это устройства типа Plug and Play, не требующие сложной настройки и глубоких знаний. Они позволяют быстро организовать обмен между оборудованием в Ethernet-сети без дополнительных настроек. Эти коммутаторы позволяют Ethernet-устройствам взаимодействовать друг с другом (например, ПЛК и НМИ), обеспечивая соединение с сетью и передавая информацию адресату от отправителя. Они поставляются с фиксированной конфигурацией и не допускают никаких изменений в настройках, поэтому нет необходимости расставлять приоритеты фреймов и осуществлять дополнительную настройку.

Неуправляемые коммутаторы в основном используются для подключения периферийных устройств к сетевым ответвлениям или в небольшой автономной сети с несколькими компонентами. В промышленных условиях необходимо использовать коммутаторы, адаптированные для конкретных нужд.

Промышленные коммутаторы разрабатываются для различных отраслевых применений, таких как электроэнергетика, нефтегазовая сфера, железнодорожный транспорт и инфраструктура и т. д. Они специально созданы для эксплуатации в расширенном диапазоне температур, в условиях вибраций и ударов и способствуют созданию экономически эффективной и надежной защищенной сети.

Коммутаторы Advantech серии EKI-2000

Промышленные коммутаторы Advantech серии EKI-2000 являются устройствами начального уровня и предназначены для быстрой организации взаимодействия устройств посредством создания Ethernet-сети. В настоящий момент в серию EKI-2000 (рис. 1) включены более 25 устройств. При этом коммутаторы могут быть оснащены как портами типа RJ-45, так и оптическими портами для передачи данных по одномодовому и многомодовому оптоволокну, максимальная скорость при этом может достигать 1 Гбит/с (таблица).

Функциональность неуправляемых коммутаторов, как правило, не является чем-то экстраординарным. Рассмотрим функции, имеющиеся на вооружении коммутаторов Advantech серии EKI-2000.

Автоматическое определение типа соединения MDI/MDI-X функция позволяет подключать к коммутаторам любые типы Ethernet-устройств, не думая о типе кабеля: «прямой» (straight) он или перекрестный (crossover). Обычно для соединения сетевого адаптера с сетевым оборудованием уровня L2 (концентратором или коммутатором) используется «прямой» кабель. Для соединения двух идентичных сетевых устройств между собой или, например, сетевого адаптера с маршрутизатором предписано использовать перекрестный кабель. Наличие функции MDI/MDI-X позволяет использовать любой тип кабеля совместно с коммутатором.

Автоматическое определение типа сети (Auto-Negotiation) вслед за MDI/MDI-X относится к Plug and Play и позволяет автоматически определить тип сети и скорость передачи, предусмотренную стандартом Ethernet. На практике это особенно важно, так как в существующей сети может применяться оборудование с различными скоростными характеристиками в диапазоне от 10 Мбит/с до 1 Гбит/с. Устройство само «договаривается» о скорости с граничным «Ethernet-соседом».

Защита от ширококвещательного шторма является также очень полезной функцией для коммутаторов. Широковещательный шторм, как правило, вызывается «петлями» в локальной сети либо неправильным поведением одного из участников сети. В таких случаях сеть будет заполнена большим числом бесполезных фреймов, что отразится на ее скорости. Функция защиты от ширококвещательного шторма на коммутаторе автоматически отфильтровывает ширококвещательные фреймы. И когда ширококвещательный трафик превышает определенный порог, сеть по-прежнему остается работоспособной, так как коммутатор автоматически резервирует полосу пропускания для передачи обычных фреймов. Функция защиты от ширококвещательного шторма на неуправляемых коммутаторах



Рис. 3. Гигабитный неуправляемый коммутатор Advantech EKI-2428G-4FA

ЕКI-2000 включена по умолчанию. Подробную информацию о пороговых значениях для каждой модели необходимо уточнить на официальном сайте производителя.

P-Fail реле. Большинство моделей серии ЕКI-2000 рассчитаны на диапазон входного напряжения питания =12...48 В. Вход дублирован и обладает защитой от переплюсовки, а также от перегрузки по току посредством самовосстанавливающегося предохранителя. На входе стоит компаратор напряжения, и при подаче напряжения на оба входа компаратор автоматически выбирает более высокое значение и делает данный вход основным. При пропадании напряжения на одном из входов либо при просадке его уровня ниже 12 В коммутатор автоматически переходит на второй канал и замыкает P-Fail реле. Данная функция позволяет контролировать состояние питающей сети коммутаторов и оперативно сигнализировать о нештатной работе.

Светодиодная индикация позволяет обеспечить оценку состояния коммутатора при его визуальном осмотре. Каждый порт передачи данных коммутатора серии ЕКI-2000 имеет два светодиода для отображения скорости передачи, статуса соединения и статуса возможной коллизии. Также имеются светодиоды, дублирующие P-Fail реле, которые одновременно срабатывают при обрыве одной из цепей питания.

PoE (Power-over-Ethernet). На ряде неуправляемых коммутаторов серии ЕКI-2000 реализована функция Power-over-Ethernet (рис. 2). Она позволяет обеспечить питание удаленных устройств по стандарту IEEE 802.3af и IEEE 802.3at (PoE+), где в качестве питающей линии используется передающая линия на базе витой пары категории 5е и выше. В качестве питающей сети для данных коммутаторов рекомендуется использовать номинальное значение –53...57 В, чтобы исключить падение напряжения на линии.

Встроенная защита от электромагнитных помех и электростатических разрядов. Коммутаторы серии ЕКI-2000 имеют встроенную систему фильтрации для защиты от электромагнитных помех и от статического напряжения. По линии питания коммутатор может обеспечить работоспособность при кратковременных импульсных помехах с амплитудой до =3000 В, а также при электростатических разрядах на портах RJ-45 до 4000 В.



Рис. 4. Крепление для монтажа на панель коммутатора Advantech EKI-2525

Абсолютно все коммутаторы серии ЕКI-2000 обладают прочным металлическим корпусом со степенью защиты IP30. Конструктивно серия ЕКI-2000 может быть выполнена в двух вариантах: либо исполнение для монтажа на DIN-рейку, либо для монтажа в 19" стойку (рис. 3). Все необходимое крепление идет в комплекте. Также коммутаторы, которые предназначены для крепления на DIN-рейку, можно смонтировать на панель (рис. 4), крепление поставляется в комплекте [3].

Заключение

Промышленные неуправляемые коммутаторы — это устройства, адаптированные для работы именно в промышленной среде. Они обеспечивают надежное и быстрое взаимодействие между Ethernet-узлами, при этом не требуют дополнительных настроек и конфигурирования. На данный момент неуправляемый коммутатор — простое бюджетное сетевое устройство, способное решить мно-

жество базовых задач, связанных с организацией обмена по Ethernet-сети. Настройка при этом не требуется, достаточно просто вынуть коммутатор из коробки и подключить все необходимые коннекторы.

Серия неуправляемых коммутаторов Advantech EKI-2000, относящаяся к описанному классу устройств, поддерживает широкий перечень важных и нужных функций, таких как автоматическое определение типа соединения MDI/MDI-X, автоматическое определение типа сети (Auto-Negotiation), защита от широковещательного шторма, PoE, защита от электромагнитных помех и электростатических разрядов и т.д. В совокупности все эти функции позволяют использовать ЕКI-2000 для решения базовых задач по организации взаимодействия между сетевыми и оконечными узлами.

Список литературы

1. An Introduction to Industrial Ethernet [Электронный ресурс]. [Http://www.bb-elec.com/Learning-Center/All-White-Papers/Ethernet/Introduction-to-Industrial-Ethernet/AnIntroductionToIndustrialEthernet-WP12B-R1_1112.pdf](http://www.bb-elec.com/Learning-Center/All-White-Papers/Ethernet/Introduction-to-Industrial-Ethernet/AnIntroductionToIndustrialEthernet-WP12B-R1_1112.pdf).
2. 10 Questions to Ask Before Selecting an Ethernet Switch [Электронный ресурс]. [Phttps://www.advantech.eu/resources/white-papers/10974301-fa8a-4a27-abce-f371e-7390af7](https://www.advantech.eu/resources/white-papers/10974301-fa8a-4a27-abce-f371e-7390af7).
3. EKI-2525 5-port 10/100Base-TX Industrial Unmanaged Ethernet Switch. EKI-2528 8-port 10/100Base-TX Industrial Unmanaged Ethernet Switch: User Manual [Электронный ресурс]: [Http://advdownload.advantech.com/productfile/Downloadfile2/1-2CKD41/EKI-2525_2528_Manual_Ed1.pdf](http://advdownload.advantech.com/productfile/Downloadfile2/1-2CKD41/EKI-2525_2528_Manual_Ed1.pdf).

Воробьев Сергей Сергеевич — инженер по применению АСУТП компании ПРОСОФТ.

Контактный телефон (495) 234-06-36.

E-mail: info@prosoft.ru