

# Системные кабели и разъёмы Harting для промышленных сетей Ethernet

Ольга Гуреева (Москва)

В статье рассказано об основных свойствах кабелей и разъёмов для сетей Ethernet, специально предназначенных для промышленного оборудования, работающего в жёстких условиях.

Спецификация последовательной передачи данных Ethernet была предложена фирмой Xerox в 1975 году. Со временем данная спецификация стала наиболее распространённой в коммерческих системах электронной передачи данных.

В процессе развития технология классического Ethernet была многократно расширена: появился Fast Ethernet со скоростью передачи данных до 100 Мбит/с и Gigabit Ethernet со скоростью передачи до 1 Гбит/с. На стадии разработки находится стандарт 10 Gigabit Ethernet, позволяющий обмениваться данными со скоростью до 10 Гбит/с.

В классических сетях Ethernet все участники обладают одинаковыми правами. Любой абонент в любое вре-

мя может обмениваться с другими абонентами сети данными неограниченного объёма. Каждый участник сети Ethernet отфильтровывает предназначенные для него пакеты; все остальные пакеты им игнорируются. Исключение делается только для широковещательных сообщений, которые предназначены для всех абонентов. В классическом Ethernet, называемом часто Shared Ethernet, все абоненты сети разделяют один и тот же домен коллизий. Управление доступом к сети в таком случае осуществляется по методу CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – шина произвольного доступа с автоматическим определением коллизий). Если абонент Shared Ethernet желает передать данные, то сначала проверя-

ется состояние сети (Carrier Sense). Если сеть свободна, то начинается передача данных и одновременно проверяется состояние других абонентов сети. Если другие абоненты также начали передачу данных, то возникает коллизия (Collision Detection). В этом случае все участвующие в передаче абоненты вынуждены прервать передачу на некоторое время (случайным образом определённое), а затем начать передачу заново. По этой причине время передачи пакетов данных сильно зависит от загрузки сети и заранее непредсказуемо. Чем больше коллизий, тем медленнее работает сеть. Поэтому Shared Ethernet только условно подходит для промышленной автоматизации.

Для повышения производительности Ethernet было предложено разделить домены коллизий и использовать более широкие полосы пропускания (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet). Спецификация, в которой нашли воплощение указанные изменения, получила название «коммутируемый Ethernet». Коммутируемый Ethernet – это сеть, в которой каждому абоненту сети сопоставляется порт коммутатора. Коммутаторы разбивают существовавшие до этого домены коллизий на отдельные соединения «точка–точка» между сетевыми компонентами и отдельными устройствами. Каждому соединению «точка–точка» предоставляется полная полоса пропускания, что исключает возникновение коллизий. Вторая пара жил в кабеле Ethernet, в некоторых случаях используемая для распознавания коллизий, в случае коммутированного соединения может использоваться как дополнительная среда передачи данных. Все эти модификации повышают пропускную способность сети.

В случае коммутируемого Ethernet теоретически возможно безграничное расширение сети. Максимальная длина проводки в соединении «точка–точка» определяется физически-

Таблица 1. Требования для офисных и промышленных приложений

Офисные приложения	Промышленные приложения
Условия прокладки	
Базовая прокладка в здании Прокладка в междуэтажных полах Разнообразное подключение оборудования на рабочем месте Заранее соединённые кабели для подключения оборудования Стационарные рабочие места (рабочий стол с ПК, и т.п.) Древовидные сетевые структуры	Сильно зависящий от оборудования тип соединения кабелями Прокладка кабеля в соответствии со спецификой устройства Точки подключения редко меняются Подключение оборудования в производственных условиях Каждый станок/агрегат требует индивидуального соединения Линейные и кольцевые сетевые структуры
Производительность передачи	
Большие пакеты данных (к примеру, графические файлы) Средняя доступность сетей Время передачи – в пределах секунд Преимущественно ациклическая передача Нет асинхронности	Малые пакеты данных (данные измерений) Очень высокая доступность сетей Время передачи – в пределах микросекунд Очень высокий процент ациклических передач Асинхронность
Требования к окружающей среде	
Умеренная температура Малая запылённость Стандартная влажность Отсутствие сотрясений Слабые электромагнитные помехи Малая угроза механических повреждений Стандартное ультрафиолетовое излучение Практически полное отсутствие химических воздействий	Высокие температуры Высокая запылённость Возможна высокая влажность Вибрация оборудования Электромагнитные помехи Опасность механических повреждений Возможно сильное ультрафиолетовое излучение Химическое воздействие масляной и агрессивной атмосферы

ми характеристиками передачи и, согласно спецификации, составляет 100 м. На практике используемые соединители и проводка в значительной мере определяют реально возможную длину линии.

Стандарт Industrial Ethernet, соответствующий международному стандарту IEEE 802.3, является расширением спецификации коммутируемого Ethernet для открытых промышленных сетей.

В сетях Industrial Ethernet с помощью коммутатора можно реализовать необходимые для промышленных сетей топологии, такие как «звезда», «кольцо», а также древовидную и шинную топологию.

Инсталляция Industrial Ethernet характеризуется в основном двумя параметрами: категорией кабеля и классом канала.

Кабель относят к различным категориям в зависимости от его электрических характеристик и скорости передачи данных:

- категория 1 – не определено;
- категория 2 – до 1 МГц;
- категория 3 – до 16 МГц;
- категория 4 – до 20 МГц;
- категория 5 – до 100 МГц;
- категория 6 – до 250 МГц;
- категория 7 – до 600 МГц.

Канал – это среда передачи в соединении точка–точка. Он специфицируется следующими классами:

- класс А – до 100 кГц;
- класс В – до 1 МГц;
- класс С – до 16 МГц;
- класс D – до 100 МГц;
- класс E – до 250 МГц;
- класс F – до 600 МГц.

Чем выше класс, тем выше требования к каналу передачи и, следовательно, к кабелю. Например, если в системе используются компоненты с обозначением «категория 5», то требуется кабель не ниже класса D.

На первый взгляд, реализовать сеть Industrial Ethernet для связи промышленного оборудования несложно, поскольку уже существуют стандарты на структурированные кабельные системы и их компоненты, используемые в офисных средах. Однако между офисной и промышленной средами имеются существенные различия – прежде всего, связанные с жёсткими условиями эксплуатации оборудования в промышленной среде (см. табл. 1). Поэтому производители кабелей и разъёмов создают продукты с повышенной надёжностью, способные устойчиво работать в агрессивных средах.

Немецкая компания Harting, ведущий мировой производитель коммутационных изделий, предлагает системные кабели, предназначенные для непосредственного соединения сетевых станций с сетевыми компонентами в промышленных сетях Ethernet (см. табл. 2).



Рис. 1. Промышленная розетка Harting RJ Industrial® Outlet Push Pull



Рис. 2. Серия штекеров Harting RJ Industrial Ethernet



Рис. 3. Внутренний модуль штекера Harting RJ Industrial

Для соединения переходных областей между офисными и промышленными сетями компания Harting рекомендует использовать промышленную розетку Harting RJ Industrial® Outlet Push Pull (см. рис. 1). Эта розетка имеет ударопрочный пластиковый корпус со степенью защиты IP67.

Таблица 2. Системные кабели Harting

Тип кабеля	Вид в сечении	Категория по ISO/IEC 11 801	Строение	Оболочка, материал / диаметр, мм	Жилы	Рабочая температура, °С	Минимальный диаметр изгиба, ×Ø, многократный/однократный	Максимальная нагрузка на растяжение, Н
PROFINet® Проводка типа В для жёсткой прокладки		5	Радиально-симметричный кабель звёздной скрутки, двойное экранирование	PVC/6,5	Сплошные, 2 × 2 × AWG 22/1 (Ø 0,64)	-40...70	15/6	150
PROFINet® Проводка типа В для гибкой прокладки					Гибкие, 2 × 2 × AWG 22/7 (Ø 0,75)			
PROFINet® Проводка типа С для подвижных цепей				PUR (полиуретан)/6,5				
PROFINet® Гибридная проводка типа В для гибкой инсталляции		6	Попарно скрученные и дважды экранированные жилы, плюс 4 жилы для подачи питания. Жилы закручены вокруг центрального элемента с жидким электролитом	FRNC (антипирен)/10,3	Сигнальные – гибкие, 2 × 2 × AWG 22/7 (Ø 0,75); жилы подачи питания – гибкие, 1,5 мм <sup>2</sup>	-20...70	10/5	200
Проводка для промышленного Ethernet, 4-парная, для гибкой инсталляции				PVC/5,8	Гибкие, 4 × 2 × AWG 26/7 (Ø 0,15)	-20...60	8/4	150
Проводка Gigabit Ethernet, 4-парная, для гибкой инсталляции				PVC/6,8	Гибкие, 4 × 2 × AWG 27/7 (Ø 0,15)	-40...70	15/10	150

Таблица 3. Совместимость штекеров и разъёмов серии Harting RJ Industrial®

На кабеле	Со стороны устройства			
	Стандартная розетка RJ45 IP20 Data	IP67 Push Pull	IP67 гибридный	IP67 Data 3A
IP20 Data	•	•	•	•
IP67 Push Pull		•		
IP67 гибридный			•	•
IP67 Data 3A				•

В корпусе предусмотрены два входа для обычного офисного кабеля и два выхода – для промышленного, с интерфейсом Push-Pull, обеспечивающим удобный и быстрый монтаж сетевых компонентов. Розетка Harting имеет специальную прозрачную панель для отображения информации о подключаемых портах.

Для надёжной работы Industrial Ethernet большое значение имеют параметры разъёмов. Компания Harting разработала серию быстромонтируемых штекеров RJ45 – Harting RJ Industrial (см. рис. 2), специально предназначенных для промышленного применения.

Данные разъёмы не требуют специального инструмента для монтажа, что особенно важно в производственных условиях. Штекер Harting RJ Industrial на сегодняшний день явля-

ется единственным в мире разъёмом RJ45, на который одним проколом могут монтироваться жёсткие и гибкие кабели категории 5 типа AWG22. Ядром штекера является модуль RJ45 с блоком быстрого монтажа IDC. Технология быстрого монтажа не требует зачистки жил, при этом соединение получается герметичным и устойчивым к вибрации (способ монтажа подробно описан на сайте журнала).

Помимо разъёмов класса IP67, в серии имеются разъёмы класса IP20, Push-Pull и обжимные. К разъёмам монтируются как кабели передачи данных, так и гибридные кабели. Для гибридной версии используются жилы сечением от 1,5 мм<sup>2</sup>. Ответными частями для оконечных устройств могут являться сквозные розетки или разъёмы, непосредственно интегрированные в соединительную муфту.

Особое значение в новой линейке разъёмов Harting RJ Industrial придаётся быстрому монтажу. Штекер IP20 монтируется менее чем за минуту. Монтаж штекера IP67 занимает не более трёх минут. Так же быстро соединение и разбирается. Дополнительным преимуществом данной конструкции является экранирование внутреннего модуля. В Harting RJ Industrial на внутренний модуль штекера (см. рис. 3) устанавливаются два небольших экрана, соединяемых между собой с отчётливо слышимым щелчком. Таким образом, обеспечивается полное экранирование соединения.

Компания Harting поставила перед собой цель утвердить единый стандарт на штекерные соединения для Industrial Ethernet (см. табл. 3).

Благодаря тесному сотрудничеству с PNO (PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.), IAONA (Industrial Automation Open Networking Alliance e.V.), DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik) и IEC (International Electrotechnical Committee), Harting ускорила выработку спецификации на штекерные соединения для применения в промышленности. В начале 2003 г. PNO утвердила семейство продуктов Harting RJ Industrial в качестве базового для сетей PROFINet®. На их базе был выпущен международный стандарт, который, благодаря стоявшей у истоков фирме Harting, стал открытым стандартом для интерфейсов Industrial Ethernet.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Harting. Решения для промышленного Ethernet. 04 3R; www.harting.com.

**Новости мира News of the World Новости мира**

**Чип для акустического подавления эхо**

Фирма Zarlink Semiconductor представила чип акустического подавления эхо ZL38002. Он должен найти применение в громкоговорящей связи, включая автомобильные комплекты, в громкоговорящих



телефонных установках, дуплексных устройствах связи. С помощью программируемого снижения шумов пользователь может установить необходимый уровень подавления без искажения аудиосигнала. В чипе реализованы дополнительные функции, обеспечивающие высокое качество звучания. Сюда относится автоматическое опознавание и подавление свиста, возникающего из-за обратной связи.

Микросхема ZL38002 поставляется в корпусе QSOP с 36 выводами, а также в корпусе TQFT с 48 выводами. Имеются также корпуса, не содержащие свинца. Чип поддерживается оценочной платой, платой автомобильного комплекта гром-

коговорящей связи, а также программным обеспечением API.

[www.zarlink.com](http://www.zarlink.com)

**Новые СВЧ-транзисторы для систем беспроводного доступа**

Toshiba предлагает согласованные GaAs-транзисторы с высоким усилением и линейностью для применения в фиксированных системах беспроводного доступа в диапазонах частот 3,5 и 5 ГГц, включая WiMAX. Это приборы TIM5359-4UL, TIM5359-8UL и TIM5359-16UL с выходной мощностью до 42,5 дБм.

[www.smartelec.ru/news/electr\\_news.shtml](http://www.smartelec.ru/news/electr_news.shtml)

# Электромеханические КОМПОНЕНТЫ



Коннектор для промышленных Ethernet-сетей в защищённом исполнении

## Области применения

- Компьютерная техника
- Силовая электроника
- Электротехника
- Морская, военная и авиационно-космическая аппаратура
- ВЧ- и СВЧ-аппаратура



## ПОЛНЫЙ СПЕКТР ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ РАЗЪЁМОВ И СОЕДИНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛЮБЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Узнайте подробности в компании ПРОСОФТ

Телефон: (095) 234-0636 • Web: [www.prochip.ru](http://www.prochip.ru)

**HARTING** People | Power | Partnership

**Grayhill**

**B BULGIN**

**AMP**

**CONEC**

**tyco**  
Electronics