



Pushing Performance

SPE - Однопарный Ethernet

Решение для промышленного
Интернета вещей

**- IIoT: УМНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
БУДУЩЕГО**

People | Power | Partnership



Pushing Performance

СОДЕРЖАНИЕ

01

Побег с Острова Автоматизации

02

Достаточно одной пары

03

Объединение всех стандартов

04

Технология в деталях

05

Сильные партнеры

06

Заключение, перспективы

1.

Побег с Острова Автоматизации



Pushing Performance

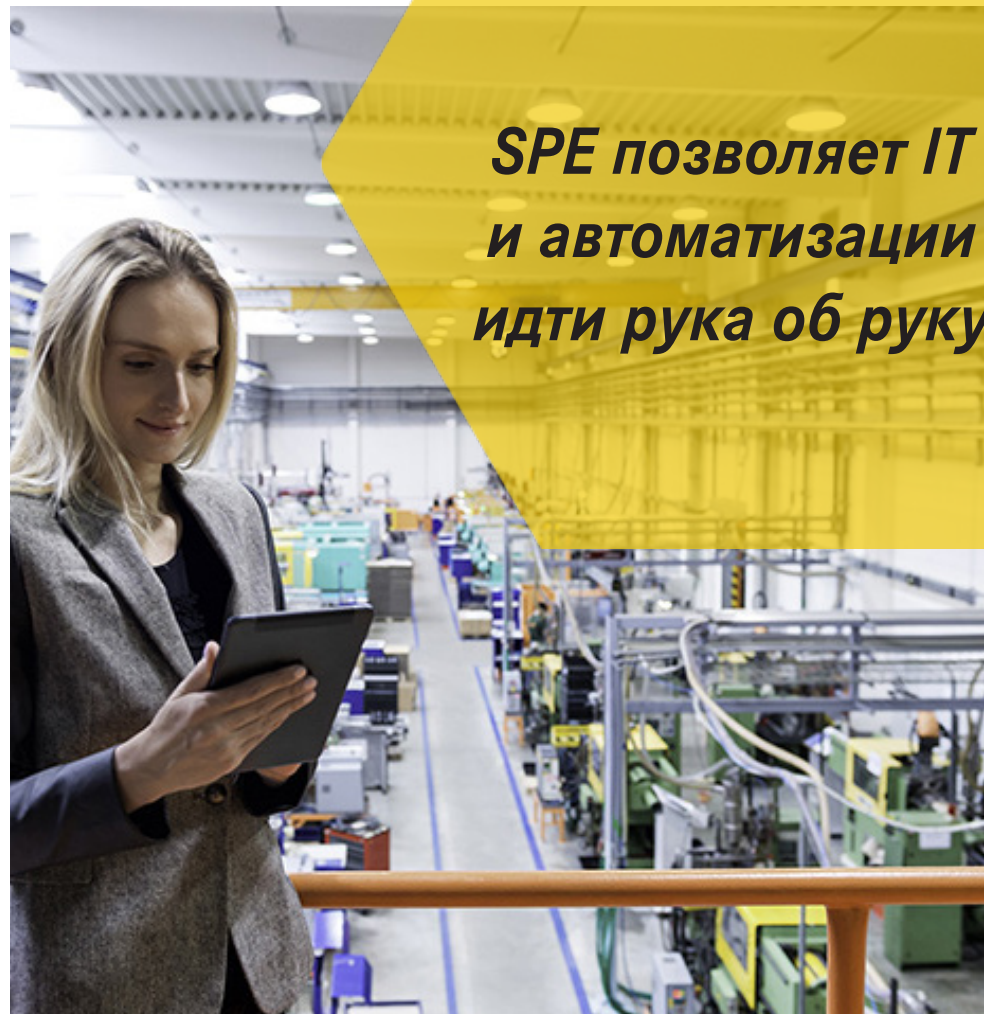
Интернет вещей описывает объединение в сеть виртуальных и реальных физических объектов для совместной работы с помощью информации и технологий связи. Оборудование в нашей повседневной жизни получают цифровые возможности. Следовательно, они становятся реальными физическими объектами, которые также участвуют в цифровых сетях. Этот процесс также идет и в промышленности, где он называется промышленным Интернетом вещей. Все больше промышленных компонентов также становятся умными, интеллектуальными участниками. Они больше не ограничены внутренними сетями компаний, а становятся частью Интернета. Увеличение объема собираемых, анализируемых и применяемых данных создает потребность в более мощной инфраструктуре. В то же время эта инфраструктура должна занимать меньше места и потреблять меньше ресурсов. Ключевое слово здесь – эффективность, так как все больше датчиков, которым требуется все большая пропускная способность сети, становятся ее участниками. Нужны новые технологии.

В мире автоматизации словосочетание «остров автоматизации» придумано для обозначения полного набора независимых и собственных (но все же аналоговых) сетей, которые господствуют на полевом уровне. От этого классического разрыва в системе между Ethernet/Internet и аналоговыми полевыми шинами теперь следует избавиться. Цель заключается в распространении Ethernet от облачной среды до каждого датчика. Каждый датчик станет умным, а его данные можно будет оценивать отдельно. Это необходимый шаг на пути к промышленному Интернету вещей. Однако соответствующей инфраструктуры все еще нет. Сегодняшние сети основаны на двухпарных или четырехпарных кабелях и соединителях. Но эта традиционная инфраструктура оказывается слишком громоздкой и дорогой, если вспомнить об огромном количестве датчиков и исполнительных элементов, которые нужно подключить в полевых условиях. Есть определенная причина, по которой шинные кабели проектируют компактными и экономичными.

Решение – однопарный Ethernet

Решение для высокопроизводительной инфраструктуры Ethernet основано на одной витой паре медных проводов:

Однопарный Ethernet – инфраструктура для промышленного Интернета вещей



SPE позволяет IT и автоматизации идти рука об руку

2.

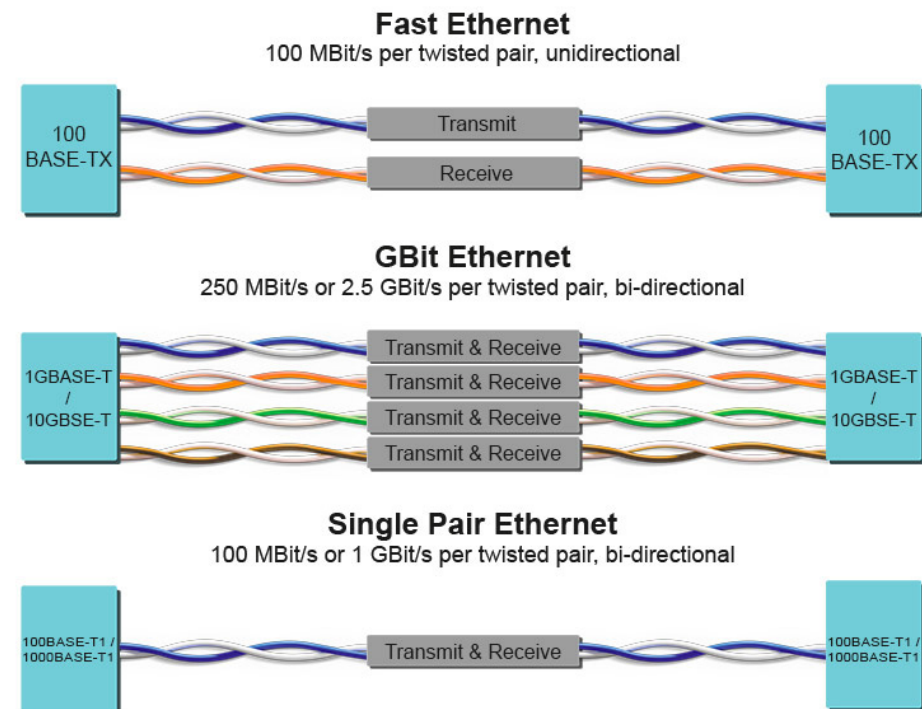
Достаточно одной пары – с SPE полевой уровень обретает интеллект

От облака до датчика: это требование, которое в последнее время все чаще звучит в среде автоматизации. Это требование обычно предъявляют в связи с такими заметными тенденциями, как промышленный Интернет вещей и Четвертая промышленная революция. Оно касается непрерывной связи на основе протокола TCP/IP по технологии Ethernet, которая сегодня чаще всего охватывает пространство от облачных приложений до уровня распределения на производстве. Если раньше в системах связи был классический разрыв между Ethernet и шинными системами, то теперь современные компоненты могут передавать данные по протоколу Fast Ethernet (до 1 Гбит/с) даже самым миниатюрным устройствам всего по одной витой паре проводов. Таким образом, SPE впервые обеспечивает повсеместную работу протокола TCP/IP. Это способствует разработке новых устройств и областей применения, особенно для сетей датчиков/исполнительных элементов. Датчик становится интеллектуальным участником всей сети. Это ускоряет задание параметров, инициализацию и программирование. С помощью SPE – как в случае с простым датчиком состояния, так и с современной системой искусственного зрения с камерой высокого разрешения – Интернет вещей становится реальностью, а полевой уровень становится умным.

Предпосылки для стандартов SPE

После того как для автомобилестроительной отрасли, которая нуждалась в технологиях для замены шины CAN, был определен метод передачи данных на базе протокола TCP/IP, рабочая группа IEEE 802.3 выпустила первый стандарт SPE: стандарт 100BASE-T1 в IEEE 802.3bw-2015, пункт 96. Тем не менее, для функций автономного или полуавтономного управления транспортными средствами необходима более высокая скорость передачи данных. Поэтому после выпуска первого стандарта SPE для скорости 100 Мбит/с очень скоро была разработана версия для технологии Gigabit. Уже сейчас доступна технология Ethernet на базе IEEE 802.3bp 1000BASE-T1, которая предусматривает скорость передачи 1 Гбит/с при использовании только одной пары медных проводов. В настоящее время IEEE

MPE против SPE



MPE означает многопарный Ethernet с двумя или четырьмя парами проводов.



Сегодня компании проявляют огромный интерес к Интернету вещей (IoT)



Pushing Performance



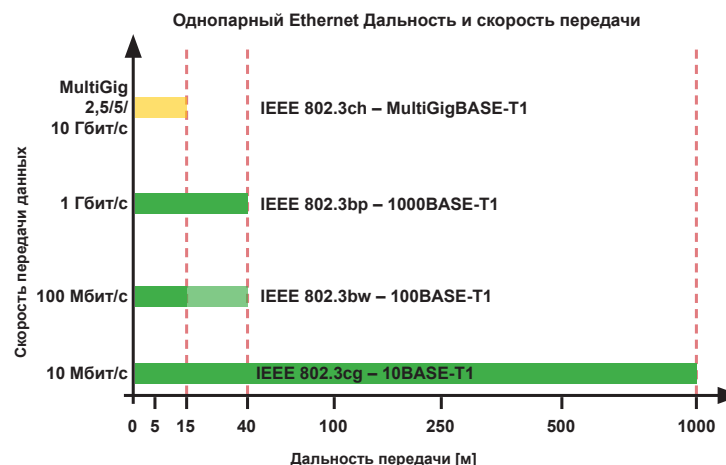
ведет работу над следующим стандартом для еще более высоких скоростей передачи данных, до 10 Гбит/с (IEEE 802.3ch), который необходим для датчиков и передачи видео в высоком разрешении. Опубликованный в феврале 2020 года стандарт (IEEE 802.3cg) предусматривает скорость 10 Мбит/с. Этот стандарт особенно востребован во многих отраслях промышленности, поскольку позволяет увеличить дальность передачи данных до 1000 м и, следовательно, может заменить собой практически все действующие промышленные сети. Еще одна рабочая группа, созданная в марте 2019 года, разрабатывает стандарты для увеличенной скорости передачи более 10 Гбит/с. Целевые показатели – 25 Гбит/с и 50 Гбит/с. Эти высокие скорости передачи данных представляют собой технологическую основу для создания беспилотных автомобилей и новой распределенной компьютерной архитектуры в транспортных средствах. SPE – идеальная технология для этого.

Промышленная автоматизация признала этот потенциал

В промышленности (в области производства и автоматизации) существует такая же проблема, как в автомобилестроении – потребность в интегрированной промышленности, то есть в интеграции полевого уровня (сетей датчиков/исполнительных элементов) вплоть до инструментов и изделий в автоматизированное производство. Это требует сетевой стратегии, которую можно применять везде и которая будет нацелена на будущее. Другими словами, необходимы ИТ-решения, которые не являются чьей-то собственностью и обеспечивают стандарты доступности и безопасности, которые распространены в отрасли. SPE – подходящая технология для этого.

SPE – на основе новой кабельной системы или имеющейся инфраструктуры? SPE имеет много преимуществ:

- сквозная передача данных по протоколу TCP/IP в качестве альтернативы шинам или интерфейсам питания собственной разработки;
- высокая надежность и 100-процентная доступность;
- огромный диапазон – от нескольких до тысячи и более метров;
- минимальное необходимое пространство для кабелей и распределителей;
- простота установки;
- одновременная подача электропитания конечным устройствам и датчикам с технологией Power over Data Line (PoDL);
- перезаряжаемые или неперезаряжаемые батареи не требуются, что особенно важно для защиты окружающей среды;
- снижение расходов и повышение эксплуатационной надежности.



Условные обозначения:

- Выпущен конечный стандарт
- Стандарт в работе
- Внутреннее испытание дальности передачи компаниями HARTING

Графическое представление дальности и скорости передачи данных для текущих стандартов SPE IEEE 802.3

Следовательно, технология SPE устраняет большинство ограничений проводной связи. Также она компенсирует недостатки кабелей по сравнению с другими технологиями, такими как беспроводная связь, в рассмотренных здесь типах применения. В итоге SPE эффективно использует преимущества меди над оптоволокном в качестве среды передачи. У беспроводной связи также появляются новые конкуренты.



Pushing Performance

Обзор преимуществ SPE



ОТКРЫТЫЙ ПРОТОКОЛ СВЯЗИ



ИНСТРУМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ



СВЯЗЬ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С TSN



ДО 10 ГБИТ/С ДЛЯ СЕТЕЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ



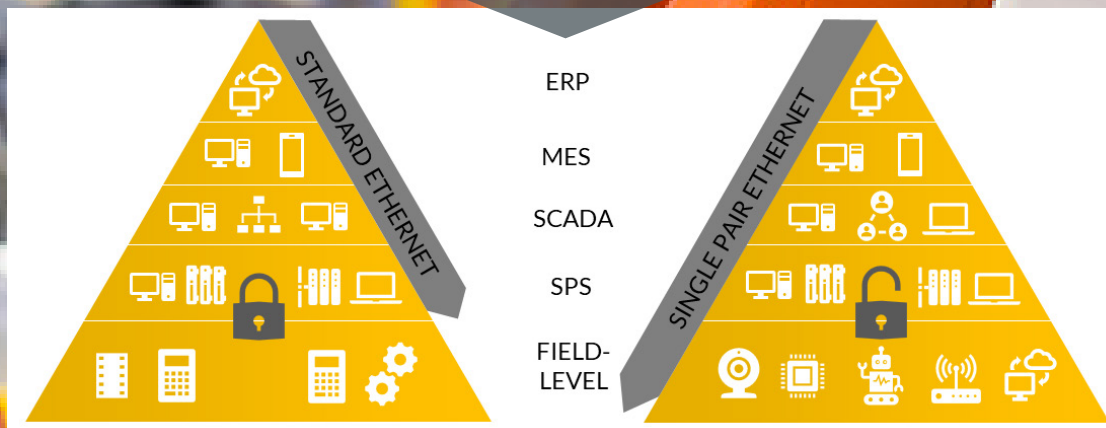
ДИСТАНЦИОННАЯ ПОДАЧА
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ PoDL
(POWER OVER DATA LINE)



СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЙ
ИНТЕРФЕЙС ГАРАНТИРУЕТ НАДЕЖНОЕ
ПЛАНИРОВАНИЕ

Области применения

Ethernet представлен во всех типах промышленного оборудования от головных офисов компаний до уровня управления. Именно здесь с помощью преобразователей и шлюзов сегодня устанавливают соединение с системами полевых шин. Однако по мере того как на полевом уровне появляются более сложные и мощные датчики и исполнительные элементы, на нем возникает явная потребность в Ethernet. С помощью SPE можно передавать данные по технологии Ethernet большому количеству полевых устройств с экономией пространства и средств. Преобразователи и шлюзы больше не нужны, так как можно обратиться к IP-адресу каждого датчика в детерминированном режиме (с TSN). Говоря простыми словами, многопарный Ethernet можно применять вплоть до полевого уровня, а затем реализовать однопарный Ethernet непосредственно на полевом уровне. С помощью SPE требование «от датчика до облака» становится реально выполнимым. Компоненты HARTING обеспечивают инфраструктуру для Четвертой промышленной революции и промышленного Интернета вещей.





Pushing Performance



**До 50 Вт для
конечного
устройства**



Подача электропитания через линию данных – PoDL

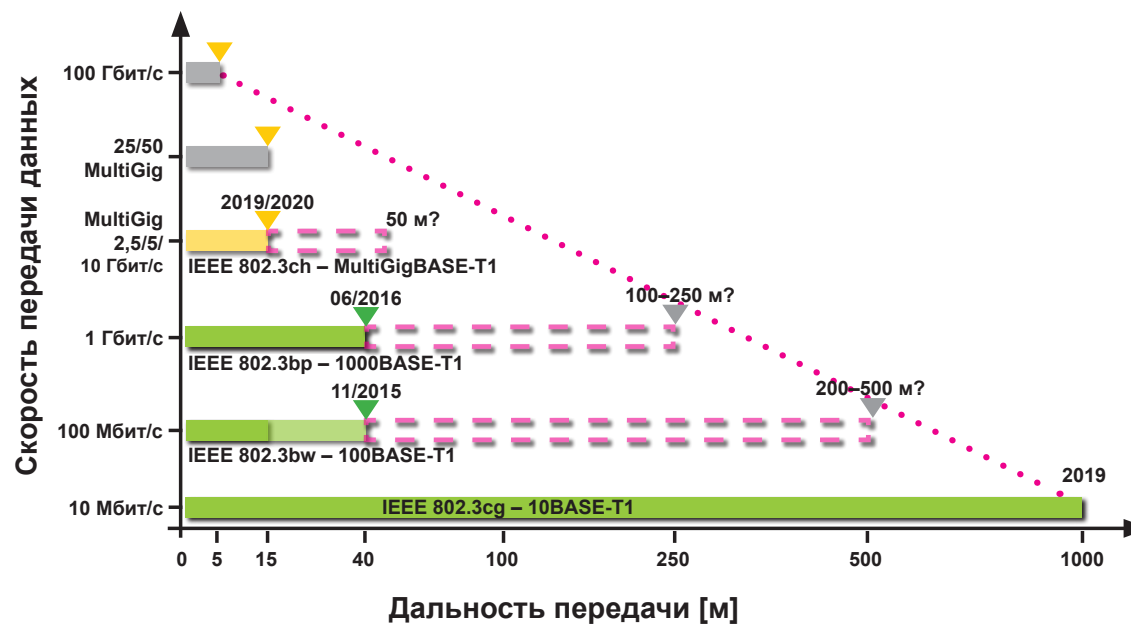
Как и в случае с многопарными кабелями, для SPE также есть новый стандарт подачи электропитания по линии данных, аналогичный Power over Ethernet (PoE); он называется PoDL – Power over Data Line (IEEE 802.3bu). Совместная передача данных и электроэнергии с помощью небольших соединителей и однопарных кабелей поддерживает тенденцию к миниатюризации, высоким скоростям передачи данных и модуляризации для более сложных систем. Это необходимые условия для быстрого распространения SPE не только в автомобильной отрасли, но и в промышленности, умных городах, зданиях и т. д.

Ethernet по медному проводу на 1000 и более метров? Да! С помощью SPE

За короткий промежуток времени технология SPE уже достигла такой же производительности, как у сегодняшнего лидера – многопарного Ethernet (MPE). В настоящее время единственным ограничением остается дальность передачи SPE 100 Мбит/с и 1 Гбит/с (15 и 40 м соответственно), которое следует из требований главной целевой группы в автомобилестроении.

Специалисты считают, что здесь также можно добиться большей дальности передачи. На графике справа показано технически возможное увеличение дальности передачи. Но чтобы эти расширения стандартов SPE охватывал стандарт IEEE 802.3 и, в частности, чтобы в полупроводниковой промышленности инвестировали в разработку новых наборов микросхем, необходимо определить новые целевые области применения и соответствующий потенциал рынка. Это требует открытого сотрудничества всех заинтересованных сторон в направлении увеличения дальности передачи SPE. Первые презентации рабочей группы IEEE 802.3 уже были опубликованы и тепло приняты общественностью. Мы приветствуем другие стороны, готовые поддержать эти ориентировочные стандарты.

Однопарный Ethernet Дальность и скорость передачи



3.

T1 Industrial: поддержка со стороны единых стандартов



Pushing Performance

Еще предстоит долгий путь до того, как инфраструктура SPE с ее потенциалом прочно закрепится на рынке. В настоящее время на рынке обсуждают некоторые решения и различные стандарты. Особое внимание уделяют интерфейсам для SPE. Пользователи с полным на то правом задают вопрос о том, разработают ли производители согласованное и совместимое решение на основе единого стандарта или будет несколько решений и не совместимых между собой контактных сторон. Поэтому следует обратить пристальное внимание на сотрудничество нескольких комитетов по стандартизации и на их работу, касающуюся связи по технологии Ethernet.

ISO/IEC SC25 WG3

Рабочая группа ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG 3 играет центральную роль в стандартизации. Именно в ней создают и поддерживают стандарты кабельных соединений согласно стандарту ISO/IEC 11801.

IEC SC46C

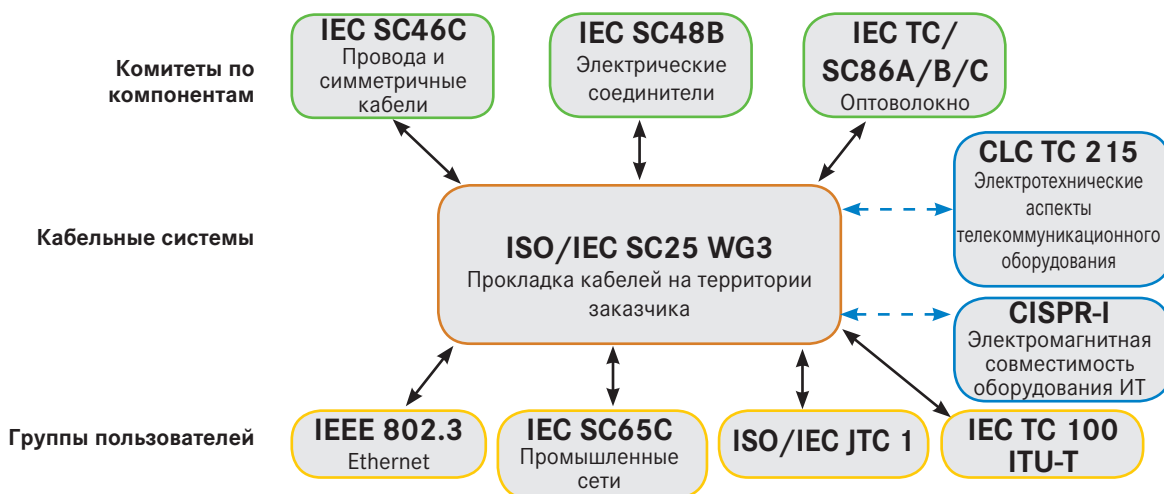
Комитет по кабельным компонентам: медные кабели для передачи данных

IEC SC48B

Комитет по кабельным компонентам: соединители

IEEE 802.3

Кабельные стандарты протокола Ethernet



IEC 61156-x – стандартизация кабелей для однопарного Ethernet

В рабочей группе IEC SC46C, занимающейся стандартизацией кабелей передачи данных в виде кабелей в бухтах, в настоящее время разрабатываются следующие стандарты:

- IEC 61156-11 – кабель передачи данных SPE с полосой пропускания до 600 МГц для статичной установки (опубликована конечная версия);
- IEC 61156-12 – кабель передачи данных SPE с полосой пропускания до 600 МГц для подвижной установки (доступен CD);
- IEC 61156-13 – кабель передачи данных SPE с полосой пропускания до 20 МГц для статичной установки (доступен CD);
- IEC 61156-14 – кабель передачи данных SPE с полосой пропускания до 20 МГц для подвижной установки (планируется).

Над другими проектами стандартов, например, с большей полосой пропускания для обеспечения скорости передачи данных более 1 Гбит/с, планируется работать в будущем.

IEC 63171-6 Стандартизация технологий соединения для однопарного Ethernet

Первый проект стандарта для соединителя SPE был подан в комитет SC48B компанией HARTING уже в 2016 году и опубликован в качестве стандарта IEC 61076-3-125 вплоть до документа CD. В 2017 году компания CommScore подала заявку на стандартизацию другой контактной стороны SPE и решила создать серию стандартов IEC 63171 для всех соединителей SPE. Соответственно, в комитете SC48B была создана проектная группа PT63171, которой была поручена задача подготовить эту новую серию стандартов. Стандарты, над которыми уже шла работа до этого момента, будут завершены в качестве независимых документов и затем включены в эту новую серию стандартов в качестве исправлений.

В настоящее время в работе находятся следующие стандарты:

- IEC 63171: основной стандарт со всеми необходимыми техническими характеристиками и последовательностями испытаний (доступен CDV);
- IEC 63171-1: соединители SPE от CommScore на основе фиксатора LC для применения в среде M111C1E1 (доступен FDIS);
- IEC 63171-2: соединители SPE от Reichle & De-Massari для применения в среде M111C1E1 (доступен CD);
- IEC 63171-3: соединители SPE от компании Siemon на основе пары распространенных соединителей Teга для применения в среде M111C1E1 (снят);
- IEC 63171-4: соединители SPE от компании BKS для применения в среде M111C1E1 (доступен NP);
- IEC 63171-5: соединители SPE от компании Phoenix Contact на основе контактной стороны IEC 63171-2 для применения в средах M212C2E2 и M313C3E3 (доступен CD);
- IEC 63171-6 (ранее IEC 61076-3-125): соединители SPE от компаний HARTING и TE Connectivity для применения в средах M212C2E2 и M313C3E3 (опубликован с 23.01.2020).

Примечание: IEC 63171-1 (тип LC) и IEC 63171-6 (промышленный тип) – документы, относящиеся к полным стандартам, со всеми необходимыми техническими характеристиками и последовательностями испытаний. Все стандарты, начатые после этого момента, относятся к основному стандарту IEC 63171 и описывают лишь различные механические версии.

Стандарты кабельных соединений для SPE

SPE и его стандартизированные соединители включены в текущие стандарты кабельных соединений. Во всем мире это относится в первую очередь к серии стандартов для структурированных кабельных систем согласно стандарту ISO/IEC 11801:2017 и аналогичным образом к европейской серии стандартов в комитете CENELEC согласно стандарту EN50173. Здесь SPE сначала будет включен в часть 3, посвященную промышленным кабельным соединениям, в приложение (дополнения). Центральный документ для этих приложений – ISO/IEC 11801 TR9906 «ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ: симметричные однопарные кабельные каналы с полосой пропускания до 600 МГц». Включение SPE в документы ISO/IEC 11801 очень важно, так как это единственный стандарт, описывающий кабельные каналы со всеми необходимыми параметрами (дальность, количество соединений, полоса пропускания и полный набор



Pushing Performance

**T1 становится
законодателем
Промышленного Стиля
благодаря стандарту
IEC 63171-6 - применение
SPE без рисков
для производства!**





HARTING T1 Industrial



Pushing Performance

параметров передачи данных, включая NEXT, FEXT, свойства экранирования и т. д.) относительно среды с определением MICE, чтобы это можно было испытать с проведением измерений после установки. Параллельно этому будут адаптированы стандарты промышленной установки в качестве основы для кабельных соединений решений автоматизации согласно стандарту IEC 61918 (IEC SC65C). Время покажет, в какой степени это повлияет на сами профили автоматизации. Но можно сказать точно, что организации PI (с PROFINET согласно стандарту IEC 61784-5-3) и ODVA (с EtherNet/IP согласно стандарту IEC 61784-5-2) активно вовлечены в дальнейшую разработку и реализацию стандартов для SPE.

Вместе со стандартами компонентов для соединителей и кабелей все пользователи SPE получат понятные инструкции о сборке и испытании соответствующих линий передачи. Для SPE со скоростью передачи данных 1 Гбит/с дальность кабельной системы изначально ограничена 40 метрами. Для варианта со скоростью 10 Мбит/с возможна дальность передачи 1000 и более метров.

Дополнительная документация о кабельных системах SPE, касающаяся США, Канады и Мексики, готовится в стандартах ANSI/TIA-568.5 и TIA TR42.7. Это обновлено в документах TIA42 в качестве приложения: TIA-1005-A-3. Содержание всех этих дополнений в большей степени одинаково.

Эти стандарты кабельных соединений предоставляют пользователю информацию о структуре кабельной системы, компонентах кабельной системы, которые следует применять для достижения технических характеристик, и предельных значениях для испытания кабельных систем. Следовательно, они являются самым важным инструментом для монтажа и ввода кабельных систем SPE в эксплуатацию. Также они обеспечивают совместимость между устройствами и кабельными системами, предоставляя ссылки на стандарты компонентов (например, соединителей согласно стандарту IEC 63171-6). Эта совместимость – основное предварительное условие для правильной работы сетей и соединений на основе SPE и, таким образом, основа для промышленного Интернета вещей.

Применение компонентов кабельных систем, отличных от указанных в стандарте ISO/IEC 11801-3, приложение 1, теоретически возможно. Однако такие компоненты уже не будут соответствовать стандарту и могут привести к несовместимостям и потере функциональности.

По этой причине в начале 2018 года рабочие группы ISO/IEC JTC 1/SC 25/WG 3 и TIA42 запустили процессы международного отбора для определения единых интерфейсов. Эти два процесса отбора

были в том числе инициированы рабочей группой IEEE 802.3, которая запросила рекомендацию для SPE MDI (интерфейс устройств SPE) у организаций ISO/IEC и TIA.

В этом процессе отбора приняло участие более 20 национальных экспертных групп. В рамках этого процесса отбора предпочтение было отдано двум интерфейсам контактных частей:

- Интерфейс для электропроводки в зданиях в соответствии со стандартом IEC 63171-1. Этот интерфейс контактной части основан на предложении от компании CommScope.
- Интерфейс для промышленного и связанного с промышленностью применения (M2I2C2E2 и M3I3C3E3) в соответствии со стандартом IEC 63171-6 (ранее IEC 61076-3-125). Этот интерфейс основан на предложении от компании HARTING T1 Industrial.

Процесс отбора в рабочей группе TIA42 подтвердил результаты ISO/IEC, достигнуто всемирное соглашение о применимости интерфейсов SPE. Эти интерфейсы контактных частей теперь включаются в соответствующие международные стандарты кабельных соединений. Рабочая группа IEEE802.3 также указала эти интерфейсы в стандарте IEEE 802.3cg в качестве рекомендуемого зависящего от среды интерфейса (MDI).

Это требуется для серийного промышленного применения. Это также необходимо для успешного вывода технологии SPE на рынок вместе с полной совместимостью устройств, кабелей и соединителей для различных типов применения. Это обеспечивает надёжное планирование для всех участников рынка.

Глоссарий – концепция MICE описывает условия окружающей среды для установки. Также она предоставляет проектировщикам и пользователям ценную информацию для задания технических характеристик оборудования и кабельных систем. Для этого описываются требования к механической прочности (M), степени защиты IPxx (I), химической и климатической стойкости (C) и электромагнитной безопасности (E). В самом широком смысле M1I1C1E1 описывает среду внутри офисного здания. M3I3C3E3 описывает экстремальную среду на промышленном предприятии или на открытом воздухе.

4.

Технология в деталях



Pushing Performance

Для SPE, также как и для четырехпарного кабеля для передачи данных, требуется витая пара, но требования к кабельной системе и технологии соединения достаточно сильно различаются. Это в особенности касается дальности передачи у доступных в настоящий момент стандартов передачи SPE, а также радиочастотных требований, которые особенно очевидны для требуемой пропускной способности.

Скорость передачи данных	Четырехпарный кабель Ethernet (MPE)		Однопарный Ethernet (SPE)	
	Полоса пропускания (кат.)	Дальность передачи	Полоса пропускания (кат.)	Дальность передачи
10 Мбит/с	16 МГц (кат. 3)	100 м	20 МГц	1000 м
100 Мбит/с	100 МГц (кат. 5)	100 м	166 МГц	40 м
1000 Мбит/с	100 МГц (кат. 5)	100 м	600 МГц	40 м
10 Гбит/с	500 МГц (кат. 6A)	100 м	4-5 ГГц (подл. уточн.)	15 м

Переход с многопарных кабелей на SPE с помощью разделения кабелей

Данные можно передавать с высокой скоростью всего по одной паре проводов, поэтому почему бы не совместить в четыре линии SPE в уже имеющейся у вас инфраструктуре? Эта мысль о применении четырехпарного кабеля для SPE с помощью разделения кабелей достаточно проста. Это возможно в некоторых случаях, но на самом деле это не имеет смысла как с технической, так и с экономической точки зрения. С одной стороны, кабельная система SPE требует более высокой полосы пропускания по сравнению с MPE. Также в сравнении с MPE с дальностью передачи 100 метров SPE пока что обладает меньшей дальностью в 40 метров по стандарту 1000BASE-T1 для экранированных кабелей. Для этого сценария перехода пользователь должен проверить каждую линию установленной кабельной системы на

пригодность для SPE. Таким образом, действительная экономическая целесообразность такой стратегии применения находится под вопросом. Например, чтобы установленная кабельная система категории 6A соответствовала требованиям стандарта 1000BASE-T1, дальность передачи не должна превышать 40 метров, а соответствующие радиочастотные параметры должны обеспечивать полосу пропускания до 600 МГц. Таким образом можно передавать данные по четырем линиям SPE со скоростью 1 Гбит/с, при этом многопарные кабельные линии категории 6A поддерживают скорость 10 Гбит/с.

Технология соединения для однопарного Ethernet

Отдельные типы соединителей неразрывно связаны с конкретным применением и, конечно, прошли международную стандартизацию. Широко известные примеры – соединители RJ45 для Ethernet и компактные соединители HDMI или DVI для передачи видеоданных. Поэтому требуются стандартизированные интерфейсные соединители, чтобы успешно вывести на рынок новые сетевые технологии, такие как SPE. Это объясняется тем, что самые разные устройства можно объединить в единую сеть данных только с помощью стандартизированных интерфейсов. Конструкция соединителей SPE (согласно стандарту IEC 36171-6) основана на технических характеристиках, которые указаны в связанных стандартах IEEE 802.3, и других требованиях рынка.

Обзор электрических характеристик

Номинальное напряжение

Для передачи только данных по протоколу Ethernet обычно применяют сигнал дифференциального напряжения +/-1 В. Однако при определении номинального напряжения соединителя SPE следует учитывать параллельную дистанционную передачу электроэнергии по двум проводам. Применяемая для этого в SPE технология называется Power over Data Line (PoDL); она закреплена в стандарте IEEE 802.3bu. Как и для PoE, максимальное номинальное напряжение составляет 40 В постоянного тока, из чего следует максимальное питающее напряжение 60 В постоянного тока для питающего оборудования. В отличие от PoE, PoDL задает дополнительные типичные напряжения на платах 12 и 24 В постоянного тока, которые применяются в транспортных средствах.

Растут объемы данных? Решение есть - SPE!



Напряжение на пробой изоляции:

Хотя стандарты SPE IEEE 802.3 однозначно не определяют требования к изоляции, касающиеся самой большой группы пользователей в автомобильной отрасли, для обычного применения кабельных систем в зданиях и на производстве действуют такие же требования, как и для четырехпарного Ethernet: 1,5 кВ (rms) между контактом и экранированием и 1,0 кВ (rms) между контактами (см. раздел 126.5.1 стандарта IEEE 802.3сг).

Номинальный ток:

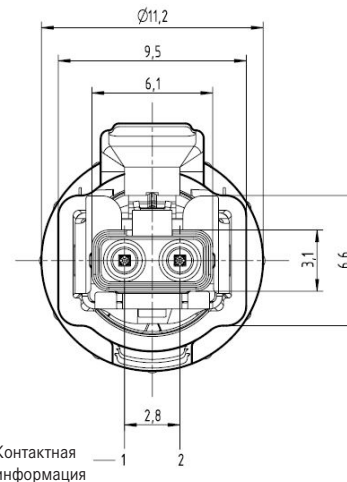
Требования PoDL также имеют решающее значение при определении номинального тока. В текущем стандарте IEEE 802.3bu таблица 104-1 устанавливает максимальное подаваемое на кабель питание 63,3 Вт, что соответствует максимальному подаваемому к устройству питанию 50 Вт. Из этого следует ток силой 1,36 А при минимально допустимом питающем напряжении 48 В. Однако номинальный ток 4 А постоянного тока выбран для поддержания постоянного уровня помехоустойчивости в будущем. Дополнительная информация: согласно Национальному электрическому кодексу для рынка Северной Америки, максимальное питание для устройств класса 2 ограничена 100 Вт; также это максимальное дистанционно подаваемое питание для стандарта PoE IEEE 802.3bt. Это значит, что и в будущем передаваемое через PoDL питание не превысит 100 Вт, а из питающего напряжения 24 В в промышленной автоматизации следует округленный максимальный номинальный ток 4 А.



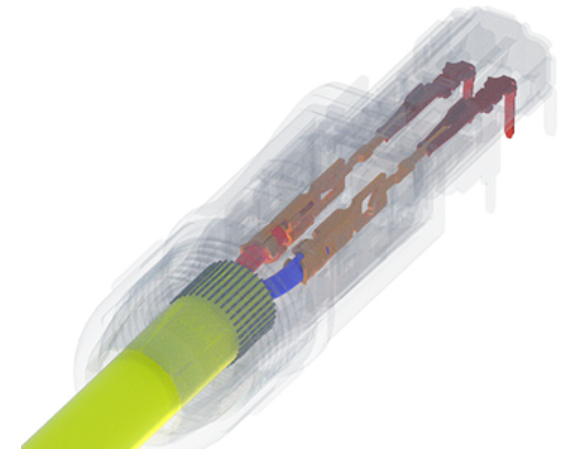
Pushing Performance

Параметры радиочастотной передачи

Для передачи данных в SPE реализовано полнодуплексное соединение по дифференциальной паре проводов с сопротивлением 100 Ом. Для достижения низкой чувствительности к помехам (особенно для применения в электромобилях) для SPE было выбрано более низкое кодирование с PAM3 вплоть до стандарта 1000BASE-T1 и PAM4 для стандарта 2.5/5/10GBASE-T1. Это существенно повышает требования к полосе пропускания по сравнению со стандартами многопарного Ethernet. Например, в настоящее время обсуждается стандарт IEEE 802.3ch для многогигабитного SPE с полосой пропускания до 4 ГГц по стандарту 10GBASE-T1 (сравните с 10GBASE-T с полосой пропускания лишь 500 МГц). Поэтому радиочастотные требования для кабелей и соединителей повышаются, и требуется симметричная конструкция соединителя, чтобы уверенно соответствовать таким строгим требованиям. По этой причине контакты соединителя T1 Industrial расположены симметрично в цельнозамкнутом экранированном корпусе. Емкость и индукция обоих проводников к экранированию или печатной плате идентичны, и нет никаких помех в отношении дифференциальной передачи данных. Это значит, что путь прохождения сигнала идентичен в обеих линиях проводников, а разница во времени прохождения сигнала отсутствует.



Контактная информация



Симметричная конструкция контактной стороны согласно стандарту IEC 63171-6

Технический проект соединительной технологии SPE согласно стандарту IEC 63171-6

Цель проекта интерфейса SPE заключалась в учетывании всех электрических параметров, описанных выше, с достаточным резервом для большей полосы пропускания в будущем, требований к дистанционной подаче электропитания (PoDL) и различных конструкций корпусов, уже принятых и широко применяемых на рынке. Здесь были важны следующие факторы: баланс между потребностью рынка в миниатюрных и высокопрочных интерфейсах, а также удобной в обращении и оптимально спроектированной контактной стороной, соответствующей диаметру применяемых проводов и кабелей. С учетом этих задач проектирования для контактной системы были выбраны контакты толщиной 0,5 мм с зазором между контактами 2,8 мм. Зазор между контактами соответствует поперечному сечению подключаемых кабелей. Для коротких расстояний передачи с вариантами 100BASE-T1 и 1000BASE-T1 возможно применение провода AWG 26 или AWG 22 с диаметром проводника около 1 - 1,6 мм. Для варианта 10BASE-T1L с дальностью до 1000 м требуются провода AWG 16/18 с типичным диаметром проводника около 2 мм; таким образом, расстояние между контактами 2,8 мм является оптимальным.

Согласно стандартам IEEE 802.3, большая дальность передачи достижима лишь с экранированными линиями. По этой причине и для обеспечения надежной передачи в суровых промышленных условиях



Варианты исполнения соединителя SPE согласно стандарту IEC 63171-6: версии со степенью защиты IP65/67 и IP20 (верхний ряд, слева направо: M12 PushPull, M8 PushPull, M8 SnapIn (с защёлкой) и IP20 /нижний ряд, слева направо: M12 с винтовым фиксатором и PushPull, M8 с фиксаторами SnapIn и PushPull, угловая розетка IP20 на печатную плату)

реализована полностью экранированная конструкция. В то же время эти экранирующие пластины обеспечивают также прочную механическую фиксацию для версии со степенью защиты IP20. Металлическая защёлка устраняет проблему поломки запорного механизма, которая характерна для соединителя RJ45. Круглые соединители M8 и M12 уже нашли широкое применение в промышленности.

Поэтому для вставки

SPE добавили варианты исполнения с резьбовой фиксацией, на защёлке, а также PushPull, что сделало их едиными "контейнерами данных". Варианты исполнения винтовой M12 и PushPull также стандартизированы, чтобы использовать кабели с большим поперечным сечением для каналов 10BASE-T1L длиной до 1000 м. Таким образом, один и тот же интерфейс применяется во всех вариантах исполнения, а соединители IP20 также можно подключить к интерфейсам IP65/67 для задания параметров или проведения испытаний. Применение широко распространенных типов M8/M12 обеспечивает хорошее восприятие рынком, а также уменьшает необходимые инвестиционные расходы, так как у многих поставщиков уже есть соответствующие типы корпусов. Применение одинаковых

разъемов и контактных вставок соединителей (контейнеров данных) во всех конструктивных типах обеспечивает единые технические характеристики во всех сериях компонентов. Это упрощает экономическую оптимизацию производства за счет массовости. Таким образом, соединители SPE согласно стандарту IEC 63171-6 обеспечивают всемирно стандартизированный интерфейс, который оптимально поддерживает дальнейшее применение SPE в промышленности. С помощью стандартизированного контейнера данных SPE легко интегрировать интерфейс IEC 63171-6 в другие конструктивные типы, такие как система соединителей с внутренним фиксатором M12 PushPull, которые в настоящее время разрабатываются в качестве нового проекта стандартов.



Pushing Performance

75 лет HARTING символизирует качество и ИННОВАЦИИ



5.

Экосистема сильных партнеров



Pushing Performance

Промышленный Ethernet все шире распространяется в области автоматизации и четвертой промышленной революции. Все больше устройств и решений из различных секторов становятся интеллектуальными, для чего требуется подходящая инфраструктура Ethernet. Экосистема SPE демонстрирует нам, как технология, стандарты, компоненты инфраструктуры, устройства и испытательное оборудование логично строятся друг на друге и поддерживают друг друга. В конечном счете они создают прочную основу для цифровизации множества различных рынков. Вот почему компания HARTING активно работала в области стандартизации и создала инфраструктуру, подходящую для промышленного применения. Теперь HARTING активно поддерживает производителей устройств в реализации SPE.

Все партнеры стремятся предоставить компоненты экосистемы SPE. Они видят себя партнерами групп пользователей промышленного Ethernet, так как SPE может создать новую инфраструктуру для этих протоколов (например, PROFINET), которая обеспечит связь на основе протокола IP вплоть до полевого уровня. Именно так, как говорит слоган: «SPE – инфраструктура для промышленного Интернета вещей».

Это значит, что SPE не только позволяет действовать с большей эффективностью и улучшить защиту окружающей среды во многих областях применения, но и открывает множество новых сфер. В дополнение к актуальному сегодня обсуждению технической стороны цифровизации, социальные вызовы и эффекты цифровизации на наше демократическое общество, которые только формировались в начале первой промышленной революции, тоже должны обсуждаться в обществе. В своей книге «Сеть цифровизации: потрясение человечества на пути к новой картине мира», опубликованной в 2018 году, Ульрих Зендлер приводит подробный обзор развития промышленности, технологий и общества. Эта книга точно заслуживает прочтения и содержит множество советов о том, как обеспечить успех цифровизации в обществе и направить ее на благо человечества.





INDUSTRIAL
PARTNER
NETWORK



Pushing Performance



stay connected



СТАНДАРТ IEC 63 17 1-6

6.

Направление развития Заключение и перспективы



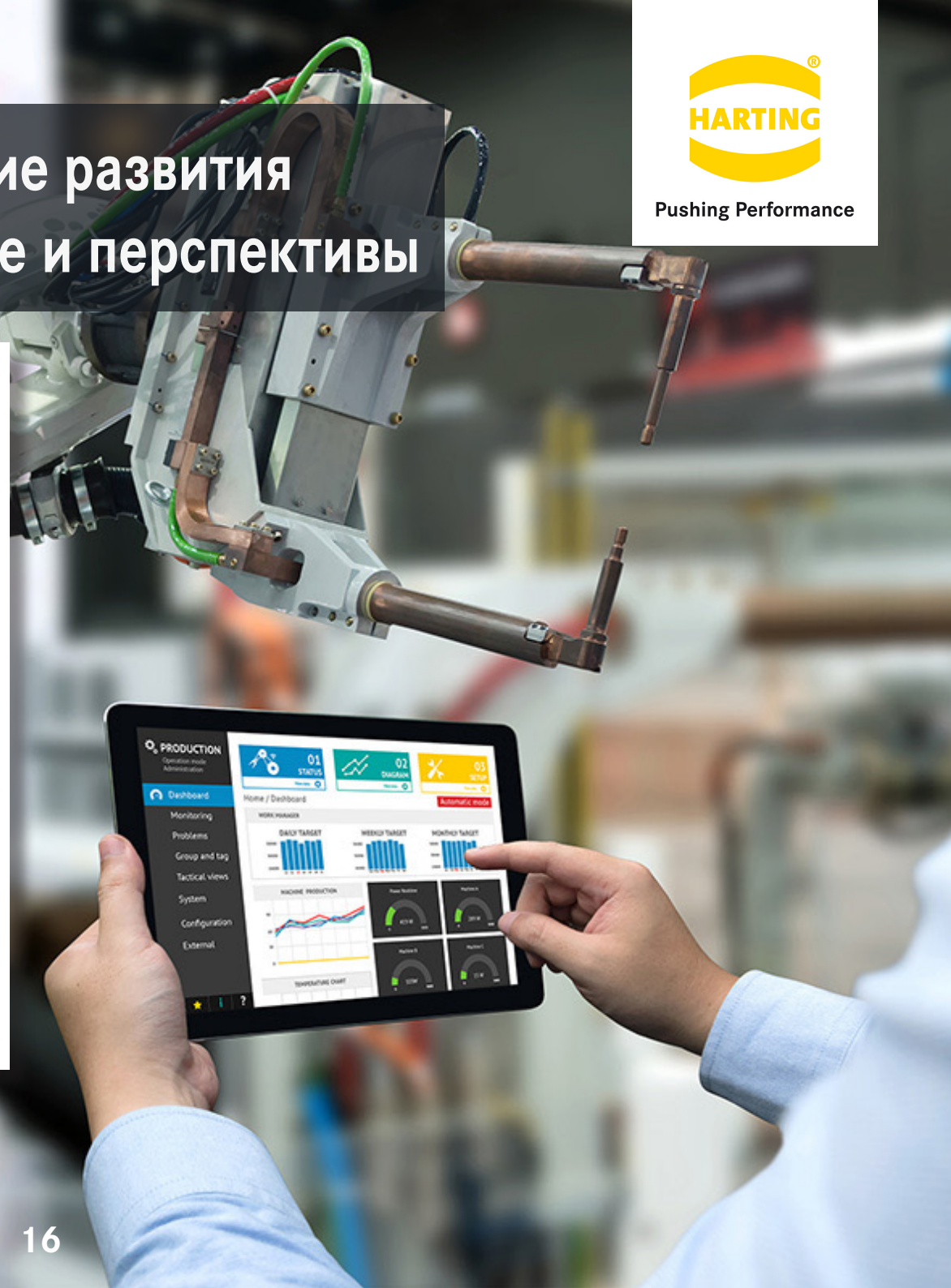
Pushing Performance

Новым областям применения, таким как автономное управление транспортными средствами, Интернет вещей и промышленный Интернет вещей, требуются новые и более мощные сетевые технологии. SPE – одна из таких технологий. Способность одновременно подавать устройствам электропитание и данные через одно соединение – огромное преимущество над беспроводными решениями. Дистанционная подача электропитания с помощью PoDL делает батареи и аккумуляторы излишними – важный шаг для экологической безопасности и устойчивости. Кабельные способы передачи имеют дополнительное преимущество в том, что нет никаких нормативных ограничений в отношении занимаемых частотных диапазонов. Таким образом, для нужных частотных полос не нужно платить никаких лицензионных отчислений. Так как частоты для передачи данных распределены по-разному во всем мире, оборудование с радиосвязью всегда приходится адаптировать к требованиям различных рынков. Это не требуется для проводной передачи данных. Значит, можно проектировать одинаковые устройства для применения во всем мире.

Вместе со стандартами синхронизирующихся по времени сетей (TSN), разработанными в рабочей группе IEEE 802.1, технология Ethernet распространяется вместе со всеми необходимыми механизмами для реализации детерминированной передачи данных – это предварительное условие для всех приложений реального времени.

Поэтому SPE становится идеальной инфраструктурой и стимулом для реализации Интернета вещей и промышленного Интернета вещей, важным компонентом интегрированной промышленности.

Для полного развития потенциала SPE в этой экосистеме партнеры из различных секторов промышленности должны интенсивно сотрудничать друг с другом. Все начинается с совместной международной стандартизации в организациях IEEE 802, ISO/IEC и TIA. Затем следуют разработка и производство необходимых компонентов, начиная с полупроводников, магнитных компонентов, компонентов соединителей/кабелей и измерительной техники. Только когда будут доступны стандарты и компоненты (хотя бы в объемах исходных образцов), пользователи смогут оснастить множество своих потенциальных устройств технологией передачи данных SPE и открыть широкий спектр новых областей применения.





Pushing Performance

Single Pair Ethernet

Решение для промышленного
Интернета вещей

Авторы:



Pushing Performance



Маттиас Фритше – руководитель производственного направления и специалист по соединениям Ethernet в компании HARTING. Он следит за последними тенденциями и разработками в области промышленного Ethernet для HARTING. Также он входит в различные комитеты по стандартизации и активно способствует развитию стандартов и норм для пользователей. Маттиас уже несколько лет занимается темой однопарного Ethernet и считает его будущей инфраструктурой для промышленных сетей.



Йонас Дикманн – технический редактор в HARTING Technology Group. Он отвечает за рекламу, взаимодействие с прессой, маркетинг и цифровые материалы в подразделении электроники. Также он несколько лет работает над темой SPE и посвящает клиентов и читателей в эту тему с помощью технических статей о будущем Gigabit Ethernet.



Райнер Шмидт – специалист по развитию коммерческой деятельности в области промышленных кабельных систем в HARTING Technology Group в Германии. Райнер принимает участие в международной стандартизации, например, в рабочей группе IEC SC65C (серии IEC61918, IEC61784-5), Cenelec TC215 (серии EN50173 и 50174) и TIA TR-42. Он председатель комитета ISO/IEC JTC 1/SC25 и член рабочей группы SC 25/WG 3 (серия ISO/IEC 11801).