

УДК 004.324

DOI 10.24412/2413-7383-2024-4-222-232

С. А. Рылов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "МИРЭА - российский технологический университет"
119454, город Москва, пр-кт Вернадского, д.78

ОДНОПАРНЫЙ ETHERNET T1S КАК ОСНОВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

S. A. Rylov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA - Russian Technological University"
78 Vernadsky Ave., Moscow, 119454

SINGLE-PAIR ETHERNET T1S AS THE BASIS FOR INTELLIGENT SENSORS OF THE INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS

В настоящее время цифровизация данных занимает основную нишу в развитии промышленных систем автоматизации. С развитием тенденции внедрения подходов и технологий промышленного интернета вещей передача информации с полевого уровня в цифровом виде становится все более актуальной. В рамках данной статьи рассматривается возможность использования современной технологии передачи данных 10Base-T1S в качестве шины, позволяющей реализовать интеллектуальную сенсорную сеть в рамках локальных промышленных установок и сложных агрегатов.

Помимо этого - автор предлагает архитектурную концепцию интеллектуального IIoT датчика температуры с возможностью передачи данных по протоколам OPC UA, MQTT, DDS посредством физической шины 10Base-T1S.

Ключевые слова: 10Base-T1S, промышленный интернет вещей, IIoT, умные сенсоры

Currently, data digitalization occupies a major niche in the development of industrial automation systems. With the development of the trend of introducing approaches and technologies of the industrial Internet of Things, the transfer of information from the field level in digital form is becoming more and more relevant. This article discusses the possibility of using modern 10Base-T1S data transmission technology as a bus that allows you to implement an intelligent sensor network within local industrial installations and complex units.

In addition, the author proposes an architectural concept of an intelligent IIoT temperature sensor with the ability to transmit data via the OPC UA, MQTT, DDS protocols via the 10Base-T1S physical bus.

Keywords: 10Base-T1S, Industrial Internet of Things, IIoT, Smart sensors

Введение

В настоящее время широко развиваются промышленные киберфизические системы, в которых используются датчики и исполнительные механизмы для соединения цифрового и физического миров.

Эти системы обеспечивают более глубокое понимание и анализ данных и решают сложные задачи управления в сочетании с решениями для обработки "больших данных", что обеспечивает более детальное и всеобъемлющее понимание технологического процесса и всей информационной системы предприятия.

Последние разработки, такие как Промышленный Интернет вещей (IIoT) [1] и Industry 4.0 [2], нацелены на цифровую трансформацию, которая связывает мир автоматизации процессов с сетью полевых устройств.

Этот технологический сдвиг позволит промышленным предприятиям перейти от планового технического обслуживания к профилактическому, что позволит им повысить эксплуатационные показатели и снизить затраты.

Инновационные технологии, такие как промышленный интернет вещей (IIoT) и концепция «Индустрия 4.0», нацелены на цифровизацию сети периферийных устройств. Это позволит предприятиям перейти от оперативного обслуживания к прогнозированию и оптимизировать стратегии управления активами для повышения эффективности работы и сокращения расходов.

Задача заключается в том, чтобы применять цифровые данные, получаемые от уже установленных на местах устройств, для улучшения безопасности, оптимизации процессов и обеспечения стабильности работы. Получение актуальной информации в режиме реального времени от производственных цехов до кабинетов руководителей – это залог успешной работы предприятия.

Ключевые сведения поступают от интеллектуальных устройств, размещённых на промышленных объектах. Эти устройства предоставляют базовую информацию о процессе, а также дополнительные данные, включая параметры настройки и диагностики, через цифровые каналы связи.

Эти сведения приобретают значимость, когда конечные пользователи рассматривают их в контексте определённой процедуры. Это даёт им возможность осуществлять предупредительное техническое обслуживание, уменьшать время простоя и реализовывать иные улучшения в работе.

В рамках концепции «Индустрия 4.0» предполагается, что все интеллектуальные устройства будут подключены к цифровой сети. Однако на практике во многих случаях данные, хранящиеся в этих устройствах, не могут быть получены из-за ограничений, связанных с используемым протоколом связи.

В связи с тем, что датчики регистрируют дополнительные показатели и должны коммуницировать с контроллером/ПЛК [3], необходимость в доступных, стабильных и открытых протоколах обмена данными становится всё более насущной.

В условиях растущей цифровизации всё более актуальными становятся требования к коммуникационным и кабельным технологиям. Среди них:

- доступность в любой момент;
- оперативное подключение;
- эффективная передача данных;
- надёжная защита при передаче больших объёмов информации в различных областях применения.

В то же время необходимо улучшить характеристики устройств, кабелей и технологий подключения. Они должны стать более производительными, компактными и надёжными, а также обладать высокой степенью модульности и совместимости.

С появлением технологии Single Pair Ethernet (SPE) [4] на рынке появляется инновационное решение, которое отвечает современным требованиям. Эта технология позволяет передавать данные через Ethernet по одной паре проводов со скоростью от 10 Мбит/с до 1 Гбит/с.

Принцип работы технологии SPE основан на использовании одной пары проводов. Ранее для передачи данных на скорости Fast Ethernet (100 МБ) требовалось две пары проводов, а для Gigabit Ethernet — четыре пары.

Постановка задачи

В настоящее время существует довольно много различных стандартов для промышленных шин передачи данных на полевом уровне систем автоматизации с Магистральной (шинной) топологией (табл. 1).

Таблица 1 – Основные промышленные шины данных с топологией “Магистраль”

Тип Шины	Название	Макс. Длина	Макс. Скорость	Топология	Питание	Кол-во жил	Искробезопасный
IEC 61158	AS-interface	300 м	31,25 кбит/с	Магистраль, звезда, дерево до 62 устр., Master-Slave	да	2	нет
RS-485	RS-485	1200 м	10 Мбит/с.	Магистраль, до 256 устр., Master-Slave	Нет	2; 4	Нет
RS-485, RS-485-IS	Profibus (DP, FMS)	1200 м	12 Мбит/с	Магистраль, до 256 устр., Master-Slave	Нет	2; 4	Нет, Да
IEC 1158-2	Profibus (PA)	1900 м	31,25 кбит/с	Магистраль, до 32 устр., Master-Slave	Да	2; 4	Да
RS-485	DH485	1200 м	19 кбит/с	Магистраль, до 32 устр., Master-Slave	Нет	2	Нет
Twin axle cable	DH+	3000 м	230 кбит/с	Магистраль, до 64 устр., одноранговая	Нет	2	Нет
Twin cable	HART	3000 м	1200 кбит/с	Точка-Точка, Магистраль, до 16 устр., Master-Slave	Да	2	Да

У многих из этих шин данных существенным недостатком является низкая скорость передачи данных. Что серьезно уменьшает пропускную способность промышленных сетей передачи информации между датчиками и другими компонентами системы управления технологическим процессом.

Тенденции перехода к цифровизации каналов передачи информации с полевого уровня в рамках идеологии промышленного интернета вещей приводят к необходимости увеличения скорости передачи данных.

На рис. 1 показан стандартный кабель Ethernet с четырьмя парами витых проводов и SPE с одной парой проводов.

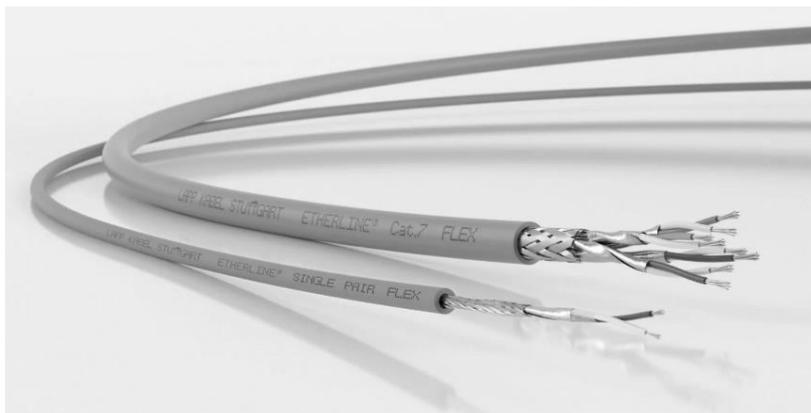


Рисунок 1 – Отличие кабеля SPE от стандартного Ethernet

Уменьшение использования кабельной продукции серьезно сократит затраты на закупку и прокладку кабельных трасс.

Помимо этого – SPE может использовать старые кабельные трассы для обычных аналоговых сигналов, что уменьшает стоимость модернизации старых систем автоматизации.

В настоящее время актуальной задачей является разработка концепций интеллектуальных датчиков с применением технологии Single-pair Ethernet в вариации T1S в качестве основной шины передачи данных. Использование шинной топологии позволит обвязать датчиками отдельно стоящие установки и сложные агрегаты.

В рамках данной статьи предлагается рассмотреть возможность реализации интеллектуального датчика температуры с использованием технологий промышленного интернета вещей с передачей информации по шине 10Base-T1S.

10Base-T1S - как перспективная шина передачи данных

10BaseT1S (с добавлением буквы S) [5] — это вариант Ethernet с одной парой проводов, который работает на небольшом расстоянии и соответствует стандарту IEEE 802.3cg.

Устройство 10BASE-T1S функционирует в режиме полудуплекса и может применяться как для соединения двух точек, так и для организации многоточечной связи (рис. 2).

Максимальная длина шины составляет 25 м., при этом длина ответвлений равна 10 см. В этой топологии не требуется использование коммутатора, поскольку применяется технология (*Physical Layer Collision Avoidance*) [6], которая PLCA исключает возможность возникновения конфликтов данных.

Стандарт предусматривает наличие как минимум восьми ответвлений, но их может быть гораздо больше.

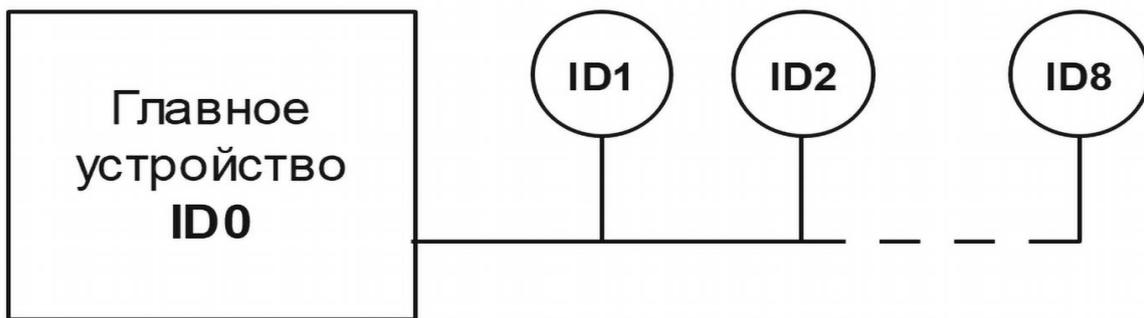


Рисунок 2 – 10BaseT1S работает в полудуплексном режиме по технологии multi-drop

Преимущества технологии 10BASE-T1S:

- Возможность передачи данных на расстояние до 25 метров в режиме мультипоинт (до 8 точек доступа).

- Технология PLCA RS (*PHY-Level Collision Avoidance Reconciliation Sublayer*) позволяет избежать конфликтов на физическом уровне, что значительно снижает количество необходимых проводов в управляющих системах, таких как шкафы, станки, роботы и автомобили.

Уже существуют предложения использовать эту технологию вместо I2C [7] в серверах, коммутаторах и других электронных устройствах.

Однако у технологии мультипоинт есть определённые минусы.

Один из них – это общая среда передачи данных. Конечно, конфликты решаются с помощью CSMA/CD [8]. Но сложно предсказать, насколько это повлияет на задержку. А для некоторых случаев это может быть критично. Поэтому в новой версии стандарта добавили специальный режим PLCA RS.

Ещё один минус – в устройстве мультипоинта отсутствует возможность использования PoDL [9]. Это значит, что для питания необходимо использовать отдельный кабель или искать источник питания на месте. Однако в режиме точка-точка PoDL функционирует и на T1S.

10BASE-T1S иногда называют стандартом «золотой середины» для сетей 100/1000 BASE-T1 и устаревших автомобильных сетей (IVNS) [10]. Он поддерживает архитектуру «мультидроп», которая обеспечивает более высокую скорость передачи данных, чем в старых версиях устаревших сетей, при этом сохраняя низкие затраты.

Однако стоит отметить, что CAN-FD [11] и CAN XL также достигли скоростей 8 Мбит и 20 Мбит соответственно, но при этом у них отсутствует поддержка стека TCP/IP – что существенно ограничивает использование различных протоколов передачи данных.

Концептуальная архитектура датчика температуры с Single-pair Ethernet

Основой для архитектуры датчиков с использованием шины данных SPE T1S можно принять модуль LAN8650/1 с поддержкой SPI шины данных.

Интерфейс LAN8650/1, основанный на стандарте SPI, обеспечивает универсальную связь с различными микроконтроллерами. Это позволяет передавать пакеты Ethernet и команды управления/состояния через единый последовательный интерфейс.

Для работы SPI также необходимо всего четыре контакта, что делает его более удобным в использовании и позволяет сократить количество контактов по сравнению с шинами MII или RMI.

Пакеты Ethernet делятся на сегменты и передаются через последовательный интерфейс в соответствии с требованиями спецификации OPEN Alliance 10BASE T1x MAC PHY Serial Interface.

Протокол последовательного интерфейса обеспечивает одновременную передачу как отправляемых, так и получаемых пакетов между контроллером станции и LAN8650/1. Обычно пакеты сохраняются в LAN8650/1 перед тем, как быть отправленными либо на микроконтроллер станции, либо в сеть.

В качестве альтернативы, для приложений, которым требуется снизить задержку, можно использовать передачу данных в сжатом виде.

Целевые сферы применения:

- системы датчиков и исполнительных устройств с высокой пропускной способностью;
- промышленные шкафы управления и системы автоматизации;
- системы автоматизации зданий;
- аудиосистемы с множеством каналов, включая микрофоны для громкой связи и динамики.

Структурная схема LAN8650/1

Устройство 10BASE T1S PHY создано в соответствии с требованиями стандарта IEEE Std 802.3cgTM-2019 и обеспечивает передачу и приём данных на скорости 10 Мбит/с по одной сбалансированной паре проводов, например, неэкранированной витой паре (UTP) [12]. Это позволяет создавать как многоточечные сети с полудуплексной передачей данных, так и сети типа «точка-точка».

Обеспечивается возможность подключения устройств по схеме «точка-точка» на расстоянии не менее 15 метров. В режиме мультидропа можно подключить как минимум 8 устройств к одному сегменту микшера длиной не менее 25 метров.

Благодаря возможности подключения нескольких устройств к одному микшерному сегменту, можно снизить затраты на внедрение и уменьшить количество необходимых кабелей, разъёмов и портов. Доступ к физическому носителю осуществляется с помощью протокола CSMA/CD и, при необходимости, может быть дополнен функцией предотвращения столкновений на физическом уровне (PLCA).

В состав LAN8650/1 входит Ethernet MAC, который позволяет недорогим микроконтроллерам взаимодействовать через 10BASE T1S через стандартный интерфейс SPI (рис. 3). При этом нет необходимости в наличии встроенного MAC или MII с большим количеством контактов.

MAC поддерживает стандарт 802.3 [13] и включает функцию фильтрации кадров для ограничения входящих пакетов.

Центральный микроконтроллер осуществляет коммуникацию с MAC посредством интерфейса SPI, следуя спецификации OPEN Alliance TC6 10BASE T1x MAC PHY Serial Interface. Этот стандарт не только описывает процесс передачи данных по Ethernet, но и предоставляет возможность настройки и управления регистрами управления и состояния.

LAN8650/1 способен работать на частоте SPI до 25 МГц. Хост-контроллер может получать сигналы прерывания от LAN8650/1 или инициировать сброс с помощью вывода reset.

Технология EtherGREEN от Microchip LAN8650/1 – это энергоэффективное решение для работы с 10BASE T1S PHY. Она позволяет устройству потреблять минимум энергии в режиме ожидания и пробуждаться по запросу.

Устройство LAN8650/1 обеспечивает синхронизацию по времени при обмене данными через сеть. Это достигается за счёт использования временных меток при передаче и приёме информации, как это предусмотрено в спецификации последовательного интерфейса OPEN Alliance 10BASE T1x MAC PHY.

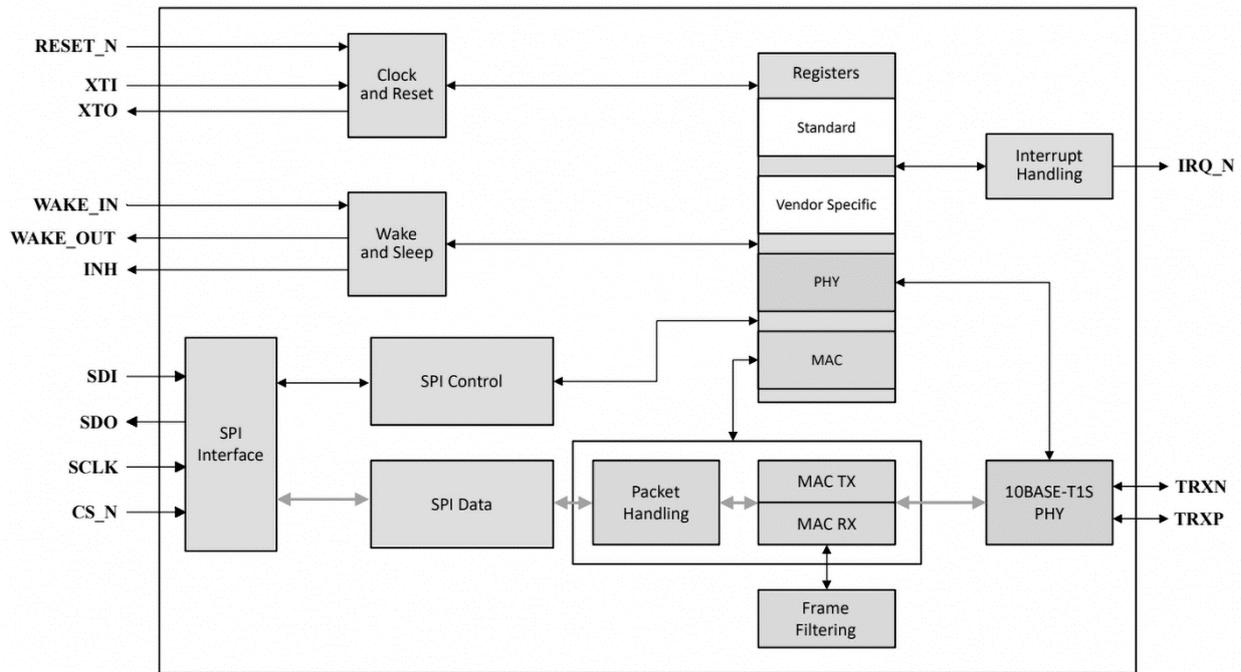


Рисунок 3 – Архитектура LAN8650/1

Принципиальная схема IoT датчика температуры

Данный чип может стать основой для реализации интеллектуальных датчиков и сенсоров - например датчика температуры (см рис. 4).

Схема работает следующим образом.

Устройство, которое преобразует напряжение, снижает его с 0 до 48 В, подаваемое по специальному кабелю, до 5 В постоянного тока. Это позволяет обеспечить питание необходимых компонентов системы.

Датчик температуры 7 генерирует электрический ток, величина которого пропорциональна температуре окружающей среды. Устройство 6 преобразует этот ток в напряжение в диапазоне от 0 до 5 вольт. Затем полученный сигнал поступает на аналоговый вход микропроцессорной системы.

Процессор №2 осуществляет начальную обработку и преобразование сигнала в цифровой формат. Затем данные архивируются на microSD-карту через слот №8.

На SD-карте также может храниться информация об устройстве в формате AutomationML (AMLX) [14], необходимая для беспрепятственного подключения устройства к системам IoT в рамках концепции Industry 4.0.

Информация о температуре в цифровом виде передаётся в другие системы промышленного интернета вещей через порт 10Base-t1s PHY ETHERNET под номером 9.

Часы реального времени 3 предоставляют возможность привязки текущего местного времени устройства к значению температуры термопары. Также они могут синхронизироваться с глобальным временем внешней системы через порт ETHERNET 9.

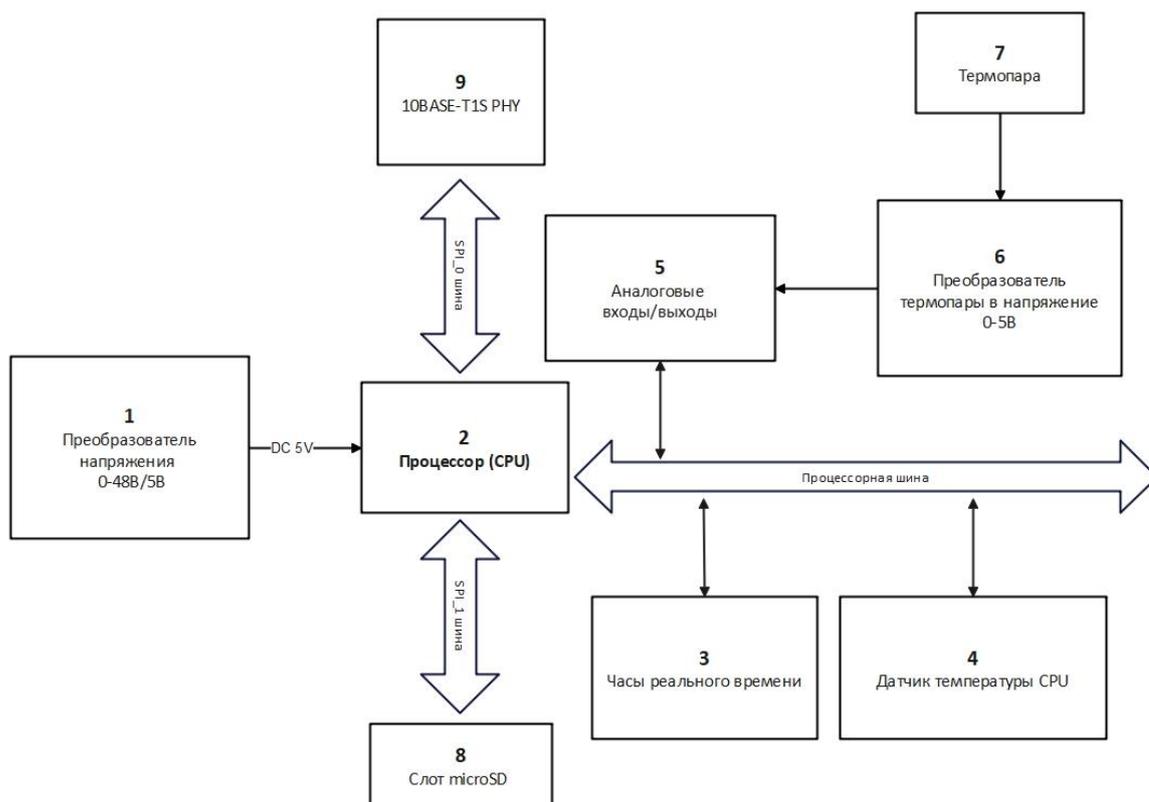


Рисунок 4 – Принципиальная схема интеллектуального датчика температуры с использованием 10Base-t1s

Сенсор 4 осуществляет мониторинг температуры процессора и устройства в целом, что позволяет проводить диагностику состояния устройства и оценивать его работоспособность.

С помощью этого прибора можно предварительно обработать информацию о температуре прямо в нём. Затем данные будут переданы в цифровом формате по двухпроводной шине Ethernet, соответствующей промышленным стандартам Интернета вещей, таким как OPC UA [15], MQTT [16] и DDS [17].

Этот прибор может применяться для контроля, предварительной обработки и передачи данных о температуре в технологических процессах различных отраслей промышленности, а также для интеграции в системы промышленного интернета вещей.

В рамках производственного комплекса можно разместить до восьми датчиков температуры на одной двухпроводной шине (см. рис. 5). Это позволит значительно сократить расход кабеля и упростить процесс ввода системы в эксплуатацию.

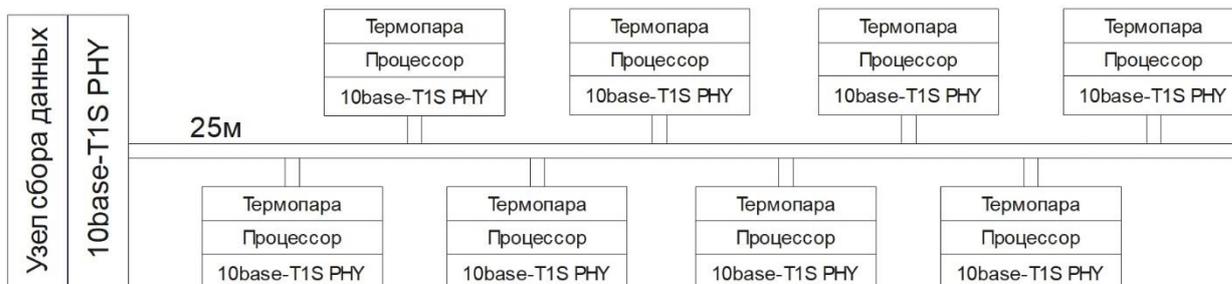


Рисунок 5 – Шинная топология сенсорной сети 10Base-t1s

Заключение

Современные тенденции цифровизации каналов передачи данных с полевого уровня систем автоматизации и увеличение объемов передаваемой информации с сенсоров – влечет за собой переход от общепризнанных шин передачи данных к современным и более скоростным решениям.

Технология передачи данных IOBase-T1S на базе стандарта ETHERNET с использованием стека TCP/IP является перспективной технологией, которая позволит объединять различные сенсоры и исполнительные устройства в интеллектуальные сенсорные сети с возможностью общения по протоколам промышленного интернета вещей OPC UA, MQTT, DDS и др.

Это в свою очередь позволит реализовать один из важнейших архитектурных паттернов промышленного интернета вещей в виде возможности передачи информации на всех уровнях информационной системы в рамках одного протокола данных.

Список литературы

1. Рылов С. А. PoT аппаратная архитектура распределенных систем управления непрерывными промышленными производствами и агрокомплексами. *Электротехнологии и электрооборудование в АПК*. 2023. Т. 70, № 1(50). С. 105-113. DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-105-113.
2. Рылов С. А. *Промышленный интернет. Современный подход и концепции*. М.: РТУ МИРЭА. 2023. 124 с.
3. Силаев А. А. Отечественные промышленные логические контроллеры. *Инновационные научные исследования*. 2023. № 2-2(26). С. 92-98.
4. Шмидт Р. Развитие однопарного Ethernet. *Control Engineering Россия*. 2020. № 3(87). С. 32-34.
5. Майков, В. Стандарты однопарного Ethernet. *Электронные компоненты*. 2022. № 7. С. 21-23.
6. Nascimento D. A. Modeling and Analysis of Time-Aware Shaper on Half-Duplex Ethernet PLCA Multidrop. *IEEE Transactions on Communications*. 2023. Vol. 71, No. 4. P. 2216-2229.
7. Heo G., Kim T., Han S. Module-based I2C type kit with improved connection stability. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*. 2024. Vol. 28, No. 1. P. 74-80.
8. Зайцев В. А. Модернизация протокола доступа CSMA/CD для адаптации к условиям функционирования одноранговой радиосети с мобильной топологией. *DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов*. 2018. Т. 8, № 2. С. 113-117.
9. Семенов А. Технология PoDL - система дистанционного питания для Интернета вещей. *Первая мила*. 2022. № 8(108). С. 58-63.
10. Hoang D. N. M. Comparative Analysis of Traffic-Reduction Techniques for Seamless CAN-Based In-Vehicle Network Systems. *Electronics*. 2023. Vol. 12, No. 4. P. 998.
11. Ma W. Optimality-Guaranteed Design Space Pruning for CAN-FD Frame Packing // *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*. 2024. Vol. 43, No. 1. P. 44-56.
12. Морозов, Д. А. Сетевой протокол UTP и его практическое Применение / Д. А. Морозов. *Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова : Сборник докладов, Белгород, 16–17 мая 2023 года. Том Часть 20*. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. С. 229-233. EDN АКСМТР.
13. Bhering F., Passos D., Obraczka K., Albuquerque C. Network performance estimator with applications to route selection for IoT multimedia applications. *Simulation*. 2024. Vol. 100, No. 1. P. 23-37.
14. Vogel-Heuser B., Lahrsen B., Wilch Ja. Methods to Enable Evolvable Digital Twins for Flexible Automated Production Systems. *Asia - Pacific Journal of Operational Research*. 2024.
15. Галиуллин Л. А., Зубков Е. В., Тазмеев А. Х. Автоматизация доступа к промышленным устройствам с применением OPC UA технологии. *Научно-технический вестник Поволжья*. 2020. № 5. С. 47-49.
16. Pawar Sh. Evaluation of quality of service parameters for MQTT communication in IoT application by using deep neural network. *International Journal of Information Technology (Singapore)*. 2024. Vol. 16, No. 2. P. 1123-1136
17. Селезнев С. П. Архитектура промышленных приложений IoT и протоколы AMQP, MQTT, JMS, REST, CoAP, XMPP, DDS. *International Journal of Open Information Technologies*. 2019. Т. 7, № 5. С. 17-28.

References

1. Rylov S. A. IIoT hardware architecture of distributed control systems for continuous industrial production and agricultural complexes // *Electrical technologies and electrical equipment in agriculture*. – 2023. – Vol. 70, No. 1(50). – pp. 105-113. – DOI 10.22314/2658-4859-2023-70-1-105-113.
2. Rylov S. A. Industrial Internet. Modern approach and concepts // *Moscow: RTU MIREA*. - 2023. — 124 p.
3. Silaev A. A. Domestic industrial logic controllers // *Innovative scientific research*. – 2023. – № 2-2(26). – Pp. 92-98.
4. Schmidt R. Development of single-pair Ethernet // *Management engineering in Russia*. – 2020. – № 3(87). – Pp. 32-34.
5. Maikov, V. Single-pair Ethernet Stations // *Electronic networks*. - 2022. – No. 7. – pp. 21-23.
6. Nascimento D. A. Modeling and analysis of a time-sensitive data generator on a half-duplex Ethernet network PLCA Multidrop // *IEEE Transactions on Communications*. – 2023. – Volume 71, No. 4. – pp. 2216-2229.
7. Ho G., Kim T., Han S. Modular I2C type kit with improved connection stability // *Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*. - 2024. – Volume 28, No. 1. – pp. 74-80. –
8. In Zaitsev, A. Modernization of the access protocol called CSMA\CD-ROM for adaptation to the operating conditions of a mobile peer-to-peer radio network with topology // *DSPA: Issues of digital application signal processing*. – 2018. – vol. 8, No. 2. – pp. 113-117.
9. Semenov A. Technology of a business communication sub-system for the Internet of Things // *The first mile*. – 2022. – № 8(108). – Pp. 58-63.
10. Hoang D. N. M. Comparative analysis of traffic reduction methods for seamless CAN-based automotive network systems // *Electronics*. – 2023. – Volume 12, No. 4. – p. 998.
11. Ma U. Optimality-guaranteed reduction of the design space for packaging CAN-FD frames // *IEEE Proceedings on Computer-aided design of integrated circuits and Systems*. - 2024. – Volume 43, No. 1. – pp. 44-56.
12. Morozov, D. A. The UTP network protocol and its practical application / D. A. Morozov // *scientific and technical International Conference of young Scientists of V.G. Shukhov BSTU, dedicated to the 170th anniversary of the birth of V.G. Shukhov : Collection of reports, Belgorod, May 16-17, 2023. Volume Part 20*. – Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2023. – pp. 229-233. – EDN AKCMTP.
13. Behring F., Passos D., Obrachka K., Albuquerque S. A network performance assessment tool with route selection applications for Internet of Things multimedia applications // *Modeling*. - 2024. – Volume 100, No. 1. – pp. 23-37. – DOI 10.1177/00375497231156618.
14. Vogel-Heuser B., Larsen B., Wilch Ya. Methods of creating evolving digital twins for flexible automated production systems // *Asia-Pacific Journal of Operational Research*. – 2024.
15. Galiullin L. A., Zubkov E. V., Taz-Meev A. H. Automation of access to mobile devices using OPC UA technology // *Scientific and Technical Bulletin of the Volga region*. - 2020. – No. 5. – pp. 47-49.
16. Pavar Sh. Assessment of the quality of service parameters of MQTT communication in an IoT application using a deep neural network // *International Journal of Information Technology (Singapore)*. – 2024. – Volume 16, No. 2. – pp. 1123-1136
17. Seleznev S. P. Architecture of intelligent applications of the Internet of Things and protocols AMQP, MQTT, JMS, REST, CoAP, XMPP, DDS // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2019. – Vol. 7, No. 5. – pp. 17-28.

РЕЗЮМЕ

С. А. Рылов

Однопарный Ethernet t1s как основа интеллектуальных датчиков промышленного интернета вещей

В статье рассматриваются возможности использования технологии 10Base-T1S в качестве перспективной шины передачи данных на полевом уровне систем автоматизации технологических процессов. Автор приводит основные сведения об этой технологии и ее особенности.

В статье отмечается, что данная технология позволит реализовать современные сенсоры в различных отраслях промышленности с возможностью передачи данных в

цифровом виде в рамках стека TCP/IP по протоколам промышленного интернета вещей. В частности - станет возможным использование современных протоколов передачи данных таких как OPC UA, MQTT, DDS, HART IP и другие протоколы, позволяющие реализовывать интеллектуальные сенсорные сети на существенно новом уровне. Это позволит производить легкую бесшовную интеграцию сенсорных сетей полевого уровня систем автоматизации и отдельных сложных промышленных установок с другими уровнями информационной системы предприятия в рамках единого протокола передачи информации вплоть до облачного уровня.

В статье автором предлагается архитектурная схема интеллектуального датчика температуры с использованием шины передачи информации на базе модуля 10Base-T1S. Данная концепция позволит реализовывать сенсорные сети из подобных сенсоров или исполнительных устройств. Это в свою очередь облегчит проектирование, пусконаладку и обслуживание систем промышленного интернета вещей и позволит в большем объеме получать информацию от интеллектуальных сенсоров полевого уровня.

RESUME

S. A. Rylov

Single-pair ethernet T1S - as the basis for intelligent sensors of the industrial Internet of Things

The article discusses the possibilities of using 10Base-T1S technology as a promising data transmission bus at the field level of process automation systems. The author provides basic information about this technology and its features.

The article notes that this technology will allow the implementation of modern sensors in various industries with the ability to transfer data digitally within the TCP/IP stack using industrial Internet of Things protocols. In particular, it will be possible to use modern data transfer protocols such as OPC UA, MQTT, DDS, HART IP and other protocols that allow the implementation of intelligent sensor networks at a significantly new level. This will allow for easy seamless integration of field-level sensor networks of automation systems and individual complex industrial installations with other levels of the enterprise information system within a single information transfer protocol up to the cloud level.

In the article, the author proposes an architectural scheme of an intelligent temperature sensor using an information transfer bus based on the 10Base-T1S module. This concept will allow the implementation of sensor networks from similar sensors or actuators. This, in turn, will facilitate the design, commissioning and maintenance of industrial Internet of Things systems and will allow more information to be received from intelligent field-level sensors.

Рылов Сергей Андреевич – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО "МИРЭА - Российский технологический университет", кафедра промышленной информатики, 119454, город Москва, пр-кт Вернадского, д.78, тел. +7 (926) 133-93-69, sergrlager@mail.ru
Область научных интересов: моделирование систем автоматизации, промышленный интернет вещей, системы автоматизации.