

УДК 681.5

ШВИДКІСНІ ІНТЕРФЕЙСИ ДЛЯ ЗВ'ЯЗКУ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ІЗ ПЕРИФЕРІЙНИМИ ПРИСТРОЯМИ

Лісовець С. М., Дідович І. О.

Київський національний університет технологій та дизайну

Розглянуті основні промислові інтерфейси, такі як RS-485, «струмова петля», Ethernet і CAN, із застосуванням програмуємих логічних контролерів ОВЕН ПЛК150 і ОВЕН ПЛ323. Визначені їх основні переваги та недоліки, а також отримано рекомендації по їх застосуванню.

Ключові слова: лінія зв'язку, мікроконтролер, програмуємий логічний контролер, промисловий інтерфейс, протокол передачі даних, система автоматичного керування, узгоджуючі елементи

Як відомо, сучасні системи автоматизованого керування будуються із застосуванням засобів обчислювальної техніки, в основі яких в переважній кількості випадків лежить мікроконтролер [1]. Основне призначення мікроконтролера – отримання інформативних сигналів в аналоговому або цифровому вигляді, їх обробка згідно із заданими алгоритмами і формування необхідних керуючих сигналів. Для того, щоб обмінюватися інформацією між різними пристроями, які входять до складу системи автоматизованого керування (в тому числі і мікроконтролерами), застосовуються різні промислові інтерфейси [2, 3].

Промислові інтерфейси відрізняються один від одного за багатьма параметрами, серед яких швидкодія, надійність, протоколи обміну інформацією, тип лінії зв'язку, можливість побудови мережі і так далі [4]. Аналогові і дискретні сигнали можуть підключатися або безпосередньо на входи мікроконтролера (наприклад, вхідні аналогові сигнали), або за допомогою зовнішніх узгоджуючих елементів (наприклад, вхідні аналогові сигнали із застосування зовнішнього аналого-цифрового перетворювача). Мікроконтролер може мати або вбудовані інтерфейси (наприклад, інтерфейс SPI), або здійснювати обмін інформацією за допомогою зовнішніх узгоджуючих елементів (наприклад, із застосуванням зовнішнього Ethernet-перетворювача, до якого він підключається через інтерфейс SPI).

Так як елементи систем автоматизованого керування в переважній більшості випадків розташовуються на великій відстані, яка вимірюється десятками і навіть сотнями метрів, то з точки зору об'єднання різних елементів систем автоматизації в

єдину систему автоматизації інтерес представляють інтерфейси, які крім високої швидкодії мають наступні якості: максимальна довжина до кількох сотень метрів, висока надійність, обов'язкова можливість побудови мережі, ефективні протоколи обміну інформацією. Наприклад, інтерфейс RS-232 не дозволяє передавати інформацію на великі відстані і будувати промислові мережі. А інтерфейс USB також має суттєві обмеження по передачі інформації на великі відстані, незважаючи на свою велику швидкодію. Тому для дослідження швидкісних інтерфейсів зв'язку мікроконтролерів із периферійними пристроями були обрані наступні інтерфейси: інтерфейс RS-485, інтерфейс «струмова петля», інтерфейс Ethernet і інтерфейс CAN.

Отримання рекомендацій відносно застосування того або іншого інтерфейсу для обміну інформацією при проектуванні систем автоматизованого керування дозволить підвищити надійність роботи відповідних систем автоматизованого керування і зменшити витрати на проектування, створення і підтримку роботи відповідної промислової мережі [5, 6].

Постановка завдання

Як відомо, промислові мережі повинні: мати спеціальне конструктивне виконання, яке забезпечує захист від пилу, вологи, вібрації, ударів; мати широкий температурний діапазон (звичайно від -40 до $+70$ °C); мати підвищену міцність кабелю, ізоляції, рознімачів, елементів кріплення; мати підвищену стійкість до впливів електромагнітних завад; мати можливість резервування для підвищення надійності; мати підвищену надійність передачі даних; мати можливість самовідновлення після збоїв; забезпечувати детермінованість (визначеність) часу доставки повідомлень; забезпечувати можливість роботи в реальному часі (з малим, постійним і відомим часом затримки); забезпечувати роботу з довгими лініями зв'язку (від сотень метрів до декількох кілометрів).

Враховуючи ці вимоги до промислових мереж, основні дослідження проводилися із програмуємими логічними контролерами виробництва ОВЕН, які побудовані на основі швидкісних 32-розрядних мікроконтролерів RISC архітектури ARM9 виробництва компанії Atmel. Ставилася задача оцінити переваги і недоліки кожного із інтерфейсів та сформулювати рекомендації відносно того, за допомогою якого з інтерфейсів будувати ту або іншу систему автоматичного керування. Для дослідження інтересів RS-485 і «струмова петля» застосовувалися програмуємі логічні контролери ОВЕН ПЛ150, призначені для створення систем автоматизованого

керування малими і середніми об'єктами. А дослідження інтерфейсів Ethernet і CAN здійснювалося за допомогою програмуємих логічних контролерів ОВЕН ПЛ323, які призначені для побудови розподілених систем автоматизованого керування і диспетчеризації. Всі інтерфейси, які досліджувалися, були вбудованими у відповідні контролери, тому потреба у додатковому обладнанні (окрім комутатора для інтерфейсу Ethernet і, звичайно, ліній зв'язку) була відсутня.

Дослідження полягало у зв'язку програмуємих логічних контролерів один з одним через відповідний інтерфейс за допомогою лінії зв'язку відносно великої довжини, не менше кількох десятків метрів, і обміну даними певного об'єму. При цьому аналізувалися такі параметри (в залежності від типу інтерфейсу), як час відгуку, швидкість передачі, кількість помилок при передачі, похибка аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворення та деякі інші.

Результати досліджень

Інтерфейс RS-485 є найбільш розповсюдженим в промисловій автоматичі. Основними його перевагами є: двосторонній обмін даними всього по одній крученій парі проводів; робота з кількома трансіверами, підключеними до однієї і тієї ж лінії, тобто можливість організації мережі; велика довжина лінії зв'язку; достатньо велика швидкість передачі даних. В програмуємих логічних контролерах ОВЕН ПЛ150 для обміну по інтерфейсу RS-485 застосовувався протокол передачі даних Modbus. При цьому застосовувалася двопровідна версія інтерфейсу RS-485, коли інформація може передаватися в обох напрямках, але в різний час.

Дослідження показали, що інтерфейс RS-485 цілком придатний для обміну даними із такими периферійними пристроями, як первинні вимірювальні перетворювачі (термоелектричні перетворювачі, термометри опору і так далі) та виконавчі механізми (електромагнітні клапани, електричні серводвигуни і так далі) – тобто із усіма периферійними пристроями, для яких швидкість обміну даними не суттєва. Але для швидкісного обміну даними, які до того ж можуть мати досить великий об'єм, цей інтерфейс є непридатним.

В інтерфейсі «струмова петля» використовується не джерело напруги, як в інтерфейсі RS-485, а джерело струму. За визначенням, струм, який витікає із джерела струму, не залежить від параметрів навантаження. Тому в «струмовій петлі» протікає струм, який не залежить від опору кабелю, опору навантаження і Е.Р.С. індуктивної завади, а також від напруги живлення джерела струму. Струм в петлі може змінитися

тільки внаслідок витоків кабелю, які дуже малі. Ця властивість струмової петлі є основною і визначає всі варіанти її застосування.

Ємнісне наведення, Е.Р.С. якого прикладена не послідовно із джерелом струму, а паралельно йому, не може бути послаблено в «струмовій петлі», і для його придушення використовувалося екранування. В якості ліній зв'язку застосовувалася екранована кручена пара, яка сумісно із диференціальним приймачем дозволяла послабити індуктивну і синфазну завади.

Дослідження показали, що, незважаючи на можливість передавати сигнал на велику відстань з високою точністю (похибка «струмової петлі» може бути знижена до $\pm 0,05\%$), основним недоліком «струмової петлі» є її принципово низька швидкодія, яка обмежується швидкістю заряду ємності кабелю від джерела струму. Внаслідок низької швидкості передачі інформації по «струмовій петлі» узгодження довгої лінії з передавачем і приймачем не було потрібним.

Впровадженню Ethernet в промисловість сприяли наступні його якості: висока швидкість передачі (до 10 Гбіт/с) і відповідність вимогам жорсткого реального часу при високій швидкодії (наприклад, при керуванні рухом); простота інтеграції з Internet і Intranet, в тому числі по протоколам прикладного рівня SNMP, FTP, MIME, HTTP; простота інтеграції з офісними мережами; наявність великої кількості спеціалістів з обслуговування Ethernet; справді відкриті проекти побудови мереж; можливість організації багатомасштабних мереж; необмежені можливості по організації мереж самих різноманітних топологій. При використанні стандартного Ethernet час реакції мережі часто перевищував 100 мс. В локальних сегментах мережі з малою кількістю пристроїв він знижувався до 20 мс при використанні протоколу TCP і 10 мс при використанні протоколу UDP. Основною відмінністю промислового Ethernet від офісного Ethernet була наявність комутаторів, які перетворювали Ethernet в мережу з детермінованою поведінкою.

Відмітними признаками промислового Ethernet при застосуванні програмуємих логічних контролерів ОВЕН ПЛ323 були: відсутність колізій і детермінованість поведінки завдяки застосуванню комутатора; промислові кліматичні умови; стійкість до вібрацій; відсутність вентиляторів в обладнанні; підвищені вимоги до електромагнітної сумісності; компактність кріплення на DIN-рейку; зручне підключення кабелів; діагностична індикація на панелі приладу; можливість

резервування; рознімачі і обладнання зі ступенем захисту IP67; захист від електростатичних розрядів, від електромагнітних імпульсів, від перевищення напруги живлення; повнодуплексна передача.

Дослідження показали, що основним недоліком Ethernet є значний рівень «накладних витрат» в протоколах TCP/IP, які розраховані на пересилання даних, що мають великі об'єми. Наприклад, якщо пристрій пересилає всього 8 байт, що є типовим для АСУТП, то корисна інформація в протоколі складає всього лише 11%, оскільки кожний пакет TCP/IP утримує 68 байт службової інформації. Однак це зазвичай можна компенсувати великою пропускнуною спроможністю мережі.

Інтерфейс CAN (Controller Area Network – область, яка охоплена мережею контролерів) представляє собою комплекс стандартів для побудови розподілених промислових мереж, який застосовує послідовну передачу даних в реальному часі з дуже високим ступенем надійності і захищеності. Центральне місце в CAN займає протокол канального рівня моделі OSI. Спочатку CAN був розроблений для автомобільної промисловості, але в теперішній час він дуже швидко впроваджується в область промислової автоматизації. Це добре продуманий, сучасний і багатообіцяючий інтерфейс. Інтерфейс CAN характеризується наступними основними властивостями: кожному повідомленню (а не пристрою) встановлюється свій пріоритет; гарантоване значення паузи між двома актами обмін уданими; гнучкість конфігурування і можливість модернізації системи; ширококомовний прийом повідомлень із синхронізацію часу; непротиворічливість даних на рівні всієї системи; допустимість кількох ведучих пристроїв в мережі (багатомастерна мережа); спроможність до виявлення помилок і сигналізації про їх наявність; автоматичне повторення передачі повідомлень, які доставлені з помилкою, зразу, як тільки мережа стане вільною; автоматичне розрізнення перебоїв і відмов з можливістю автоматичного відключення модулів, що відмовили. Інтерфейс CAN охоплює два рівня моделі OSI – фізичний і канальний. Стандарт не передбачає ніякого протоколу прикладного (7-го) рівня моделі OSI. Тому для його втілення в життя різні фірми розробили декілька таких протоколів: CANopen (організації CiA); SDS (фірми Honeywell Micro Switch Division); CAN Kingdom (фірми Kvaser); DeviceNet (фірми Allen-Bradley) та інші.

Дослідження показали, що основним недоліком інтерфейсу CAN є невелика кількість даних, які можна передати в одному пакеті (до 8 байт), а також відносно

великий розмір службових даних в пакеті по відношенню до корисних даних в тому ж самому пакеті.

Висновки

В результаті дослідження інтерфейсів RS-485, «струмова петля», Ethernet і CAN було визначено їх основні переваги та недоліки, а також сформульовано основні рекомендації по їх застосуванню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием [Текст] / В. В. Денисенко. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.
2. Изерман Р. Цифровые системы управления [Текст] / Р. Изерман. – М.: Мир, 1984. – 541 с.
3. Клир Жд. Системология. Автоматизация решения системных задач [Текст] / Жд. Клир. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Основы сетей передачи данных [Текст] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2003. – 248 с.
5. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов [Текст] / А. Б. Сергиенко. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.
6. Эрглис К. Э. Интерфейсы открытых систем [Текст] / К. Э. Эрглис. – М.: Горячая линия-Телеком, 2000. – 256 с.

Скоростные интерфейсы для связи микроконтроллеров с периферийными устройствами

Лисовец С. Н., Дидович И. А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Рассмотрены основные промышленные интерфейсы, такие как RS-485, «токовая петля», Ethernet и CAN, с применением программируемых логических контроллеров ОВЕН ПЛК150 и ОВЕН ПЛ323. Определены их основные преимущества и недостатки, а также получены рекомендации по их применению.

Ключевые слова: *линия связи, микроконтроллер, программируемый логический контроллер, промышленный интерфейс, протокол передачи данных, система автоматического управления, согласующие элементы*

High-speed interfaces for communication with the microcontroller peripherals

Lisovets S. N., Didovych I. A.

Kyiv national university of technologies and design

Considered the main industrial interfaces such as RS-485, «current loop», Ethernet and CAN, with the use of programmable logic controllers ОВЕН ПЛК150 and ОВЕН ПЛ323. Identifies their main advantages and disadvantages, and recommendations for their application.

Keywords: *communication line, microcontroller, programmable logic controller, industrial interface, data communication protocol, automatic control system, matching elements*