

малій величині E_b/N_0 ТК виявляється дуже ефективним, проте із зростанням E_b/N_0 , коли головний вклад у ймовірність помилки починають вносити кодові блоки з малими відстанями від сусідніх кодових блоків, приріст ефективності сповільнюється. Другий ефект, на який слід звернути увагу, аналізуючи криві на рис. 6, – зменшення ефективності ітераційного декодування із збільшенням числа ітерацій Q із зростанням величини E_b/N_0 . Чим більше ця величина, тим менше потрібно ітерацій при декодуванні.

Висновки

ТК завдяки високій енергетичній ефективності застосовуються у системах зв'язку для збільшення дальності прийому. Поєднання ТК з різними недвійковими методами модуляції [8] дозволяє отримати підвищення пропускну здібності системи зв'язку.

Згорні коди пропонується використовувати як компонентні коди в системах передавання захищеної інформації для турбо-кодера. Це дозволить забезпечити високу достовірність і швидкість передавання захищеної інформації по каналам зв'язку з шумами.

Література

1. Berrou C., Glavieux A., Thitimajshima P., "Near Shannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes", Proceedings of ICC'93, Geneva, Switzerland, pp. 1064-1070, May, 1993.
2. Berrou C., Glavieux A., "Near Optimum Error Correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes", IEEE Trans. On Comm., Vol. 44, No. 10, October 1996.
3. Варгаузин В. Турбо-коды и интерактивное декодирование: принципы, свойства, применение / В. Варгаузин, Л. Протопопов // Телемультимедиа. – 2000. – № 4. – С. 33–38
4. Варгаузин В. Вблизи границы Шеннона / В. Варгаузин. Телемультимедиа. – 2005. – № 6. – С. 3–10.
5. Васильев В. И. Турбокод – основные характеристики, особенности применения и моделирования / В. И. Васильев, Хоанг Тху Ха // Вестник ВГУ. Серия: физика, математика. – 2004. – № 2. – С. 8–15.
6. Архипкин А. Турбокоды – мощные алгоритмы для современных систем связи / А. Архипкин // Беспроводные технологии. – 2006. – № 1. – С. 63–64.
7. Описание функции POLY2TRELLIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://matlab.exponenta.ru/communication/book2/11/poly2trellis.php>. – Назва з екрану.
8. Золотарев В. В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы : [справочник] / В. В. Золотарев, Г. В. Овечкин. – М. : Горячая Линия – Телеком, 2004. – 126 с.

Надійшла 7.8.2011 р.

УДК 621.39

О.С. САВЕНКО, А.Ф. КРИЩУК
Хмельницький національний університет

CAN-АРХІТЕКТУРА В ПРОМИСЛОВИХ МЕРЕЖАХ

У статті розглядаються особливості CAN-архітектури. Здійснено вибірку найбільш поширених протоколів промислових мереж та їх порівняння.

CAN-architecture features considered in the article. Comparison of industrial networking protocols.

Ключові слова: промислова мережа, CANopen, автоматична система управління технологічними процесами.

Вступ

Процес автоматизації промислових виробництв розвивається все більш прискорюваними темпами: збільшується кількість «інтелектуальних» кінцевих пристроїв, зростає кількість задіяних у процеси контролю і управління технологічним процесом обчислювальних систем на базі мікроконтролерів. Роль даних які передаються на всіх рівнях автоматизованих систем управління значно зростає. Посилюються вимоги споживачів щодо швидкості передачі та надійності отримання даних. У таких умовах питання забезпечення комунікацій, які задовольняють потреби промисловості, має високий пріоритет.

Протягом багатьох років системи обміну даними будувалися за традиційною централізованою схемою, в якій був один потужний обчислювальний пристрій і велика кількість кабелів, за допомогою яких здійснювалося підключення кінцевих пристроїв (датчиків і виконавчих механізмів). Така структура диктувалася високою ціною електронно-обчислювальної техніки і відносно низьким рівнем автоматизації виробництва. На даний час у цього підходу практично не залишилося прихильників. Такі недоліки централізованих автоматичних систем управління технологічними процесами (АСУ ТП), як великі витрати на кабельну мережу і допоміжне устаткування, складний монтаж, низька надійність і складна реконфігурація, зробили їх у багатьох випадках абсолютно неприйнятними як економічно, так і технологічно [1].

На сьогоднішній день на ринку представлено близько сотні різних типів цифрових промислових мереж (ЦПМ), що застосовуються в системах автоматизації. Технічні та вартісні відмінності цих систем

настільки великі, що вибір рішення, яке оптимально підходить для потреб конкретного виробництва, є складним завданням.

Постановка задачі

Розробка системи прийняття рішень, що дозволить прийняти вмотивоване рішення, здатне підвищити ефективність виробництва та забезпечити надійну роботу технологічного устаткування.

Поняття CAN-архітектури

Вперше ідея CAN (англ. Controller Area Network – мережа контролерів) була запропонована в середині 80-х німецькою компанією Robert Bosch, яка розглядала її як економічний засіб для об'єднання контролерів, розташованих усередині автомобіля. Традиційний спосіб зв'язку розподілених по об'єкту контролерів джгутами проводів по своїй технічній складності, за цінними і за ваговими параметрами для такого масового виробу, яким є автомобіль, виявився непридатний. Потрібно було альтернативне рішення, що скорочує кількість проводів, тому був запропонований протокол CAN, для якого достатньо пара провідників [2].

Ідея полягала в тому, щоб створити мережне рішення для розподілених систем, що працюють у реальному часі. Спочатку CAN застосовувався в автомобілях, але потім область його застосування розширилася і на проблеми автоматизації технологічних процесів.

Проста архітектура контролера мережі CAN містить апаратний фільтр прийому, який дозволяє на апаратному рівні вибирати відповідні групи фреймів і за рахунок цього зберігаються ресурси процесора. Також контролер містить буфери прийому і передачі (Рис. 1) [7].

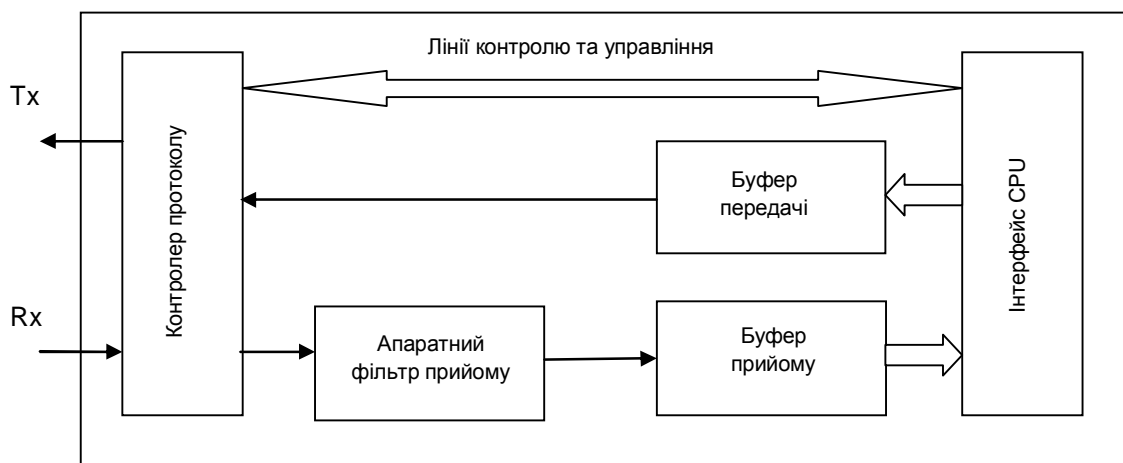


Рис. 1. Архітектура контролера мережі CAN [6].

Промислова мережа реального часу CAN представляє собою мережу з загальним середовищем передачі даних. Це означає, що всі вузли мережі одночасно приймають сигнали, що передаються по шині. Неможливо послати повідомлення до будь-якого конкретного вузла. Всі вузли мережі приймають весь трафік що передається по шині (рис. 2). Однак, CAN-контролери надають апаратну можливість фільтрації CAN-повідомлень.

Кожен вузол складається з двох складових. Це власне CAN контролер, який забезпечує взаємодію з мережею і реалізує протокол, і мікропроцесор (CPU) [8].

Серед фірм які виготовляють контролери, що підтримують CAN, є Bosch, Fujitsu, Intel, Mitsubishi, Toshiba, Philips, NEC, Motorola. Це свідчить про актуальність і перспективність даної архітектури.

Для того щоб порівняти протоколи промислових мереж зведемо їх основні характеристики та особливості в табл. 1.

На основі даних (табл. 1) побудуємо діаграми кількості вузлів мережі (рис. 3 1) та швидкості передачі даних (рис. 4).

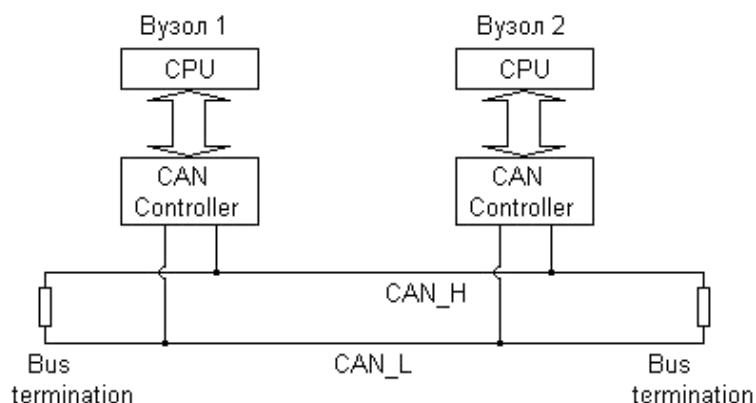


Рис. 2. Топологія мережі CAN [8]

Порівняння технічних характеристик протоколів

Назва протоколу	Розмір мережі	Довжина ліній зв'язку	Швидкість передачі даних	Топологія	Особливості
1	2	3	4	5	6
CANopen	До 127 вузлів	255000 м (залежно від швидкості)	Від 10 кбіт/с до 1 Мбіт/с	Лінійна (trunkline/dropline)	Видалення елементів мережі без розриву самої мережі. Оптимізація обміну даними за умовами "запит/відповідь". Передача даних, критичних до часу доставки; фрагментація даних для ефективного пересилання великих об'ємів інформації
ControlNet	до 48 вузлів (до 99 з повторювачами);	коаксіальний кабель: 2 мережевих вузла – до 1000 м; 48 мережевих вузла – до 250 м; 99 мережевих з повторювачами – до 5000 м; волоконнооптичний кабель: до 3000 м без повторювачів; до 30 км – з повторювачами	5 Мбіт/с	лінійна, дерево, зірка, змішана	"гаряча" заміна/добавлення пристроїв в робочій мережі; детермінованість, повторюваність; автовизначення дублювання мережевих адресів; можливість роботи у вибухонебезпечних зонах; фрагментація даних для ефективного пересилання великих об'ємів інформації
EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology)	До 65535 станцій	кабель типу "вита пара" для Ethernet 100 TX, роз'єм RJ45; дистанція між станціями до 100 м	100 Мбіт/с, full duplex	лінійна, зірка, комутатори не потрібні	Забезпечує можливість передачі даних в режимі реального часу
INTERBUS	до 512 мережевих вузлів	до 13 км при використанні RS485; до 50 км при використанні оптоволоконного кабеля;	від 500 кбіт/с до 2 Мбіт/с	Активне кільце	Можливість організації розподіленої по великій території мережі зі збереженням детермінованості передачі даних
CC-Link	до 354 мережевих вузлів	Від 100 до 1200 м	Від 156 кбіт/с до 10 Мбіт/с	Лінійна	Живлення пристроїв можливе по сигнальній лінії
PROFIBUS	до 126 мережевих вузлів	Від 100 до 1200 м	Від 187 кбіт/с до 12 Мбіт/с	Лінійна, сегментована	Широко розповсюджена відлагоджена технологія; при використанні фізичного інтерфейсу RS485 потрібно погодження лінії на її кінцях

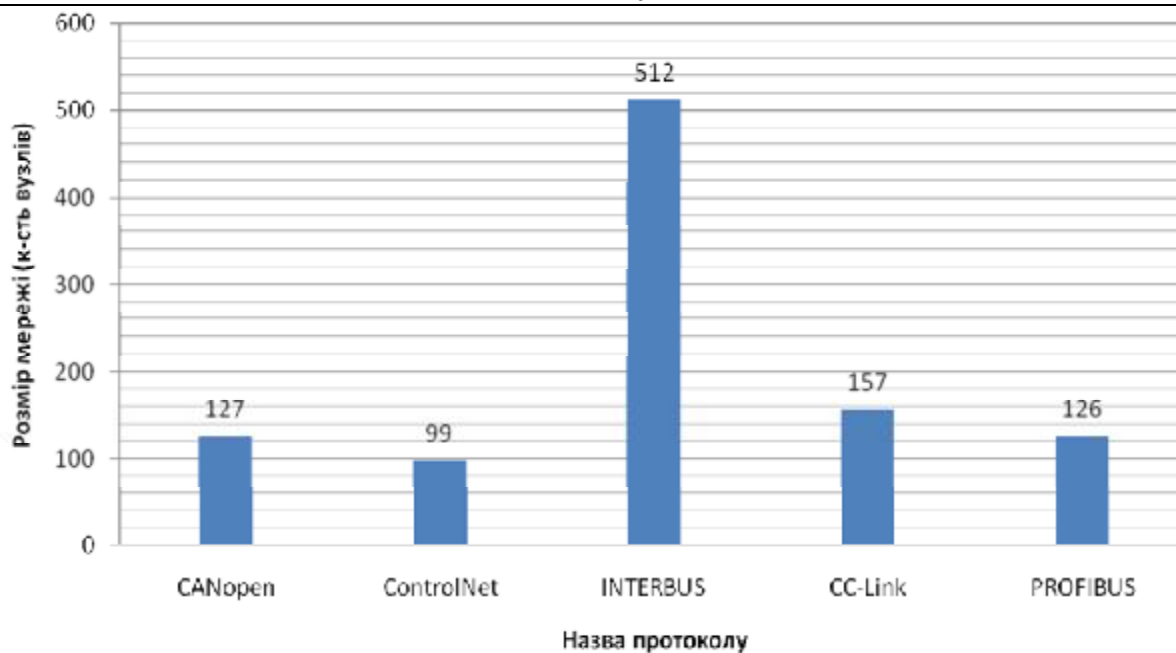


Рис. 3. Розмір мережі

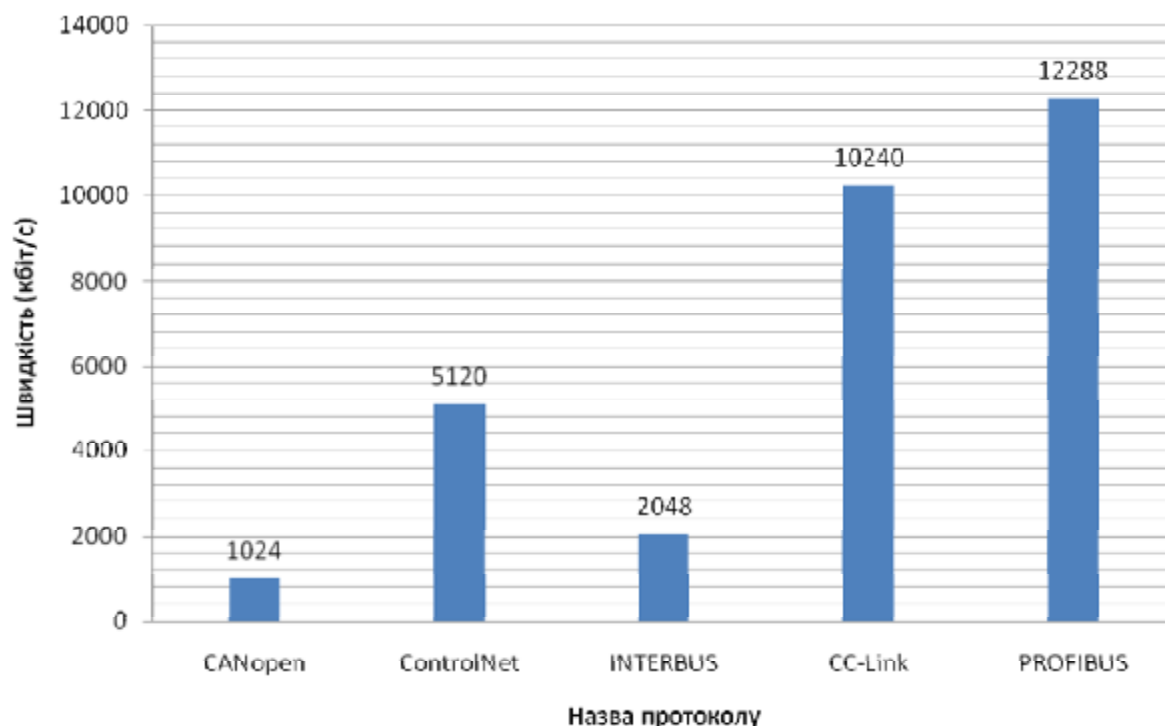


Рис. 4. Швидкість обміну даними

Як бачимо протокол CANopen поступається аналогам у швидкості передачі даних та кількості вузлів (рис. 3, 4). Його перевага це високий рівень захисту даних від пошкоджень навіть при роботі у складних умовах. Високий ступінь надійності досягається завдяки розвиненим механізмам виявлення та виправлення помилок, самоізоляції несправних вузлів, нечутливості до високого рівня електромагнітних завад. Також розробник сам може впливати на пріоритет повідомлень, щоб найважливіші з них не очікували в черзі на відправлення. Серед численних факторів, що забезпечили популярність CAN в останні роки, слід відзначити різноманітність елементної бази CAN і її дешевизну. Чималу роль відіграє і можливість підтримки різнотипних фізичних середовищ передачі даних, від дешевої крученої пари до оптоволокна і радіоканалу.

Висновки

Протокол CAN застосовується в системах реального часу для розв'язання різних завдань. На даний момент розвиваються кілька видів CAN протоколів високого рівня, таких як CAL, CANopen, DeviceNet, SDS, CAN-Kingdom, в основі яких лежить каналний протокол CAN2.0 (Bosch), і на основі цих протоколів можна вирішувати проблеми, що виникають у системах реального часу, які неможливо вирішити за допомогою інших відомих протоколів, скажімо, TCP / IP.

Література

1. Аблесимов А. К. Роль и перспективы развития современных цифровых промышленных сетей для автоматизированной системы управления технологическим процессом / А. К. Аблесимов, Е. А. Жилияков, А. М. Иванова // *Електроніка та системи управління*. – 2009. – № 4 (22). – С. 47.
2. Майская В. Протокол CANopen. Дальнейшее развитие CAN [Электронный ресурс]: *Электроника: Наука, Технология, Бизнес* – 2006 – № 3. – С. 18–22. – Режим доступа : <http://www.electronics.ru/issue/2006/3/2>.
3. CAN Specification 2.0B. Robert Bosch GmbH, Postfach 30 02 40, D-70442 Stuttgart, 1991. <http://www.semiconductors.bosch.de/pdf/can2spec.pdf>
4. ISO/IEC 7498-1: 1994. Information technology – Open Systems Interconnection – Basic reference model: The basic model. International Organization for Standardization, 1994.
5. Вознесенский А. Н. CAN-технологии для транспортных систем / А. Н. Вознесенский, А. С. Чепурнов, И. В. Грибов. *Электроника и электрооборудование транспорта*. – 2006. – № 5. – С. 1–5.
6. Третьяков С.А. CAN на пороге нового столетия // *Мир компьютерной автоматизации*. – 1999. – № 2. – С. 14–18.
7. CAN Implementation // CAN in Automation. Интернет: <http://www.can-cia.org>.
8. CAN марафон // Введение в протокол CAN. Интернет: <http://can.marathon.ru/can-protocols/canbus/canintro>.

Надійшла 20.8.2011 р.

УДК 681.3.06

Р.П. ГРАФОВ, К.П. ФЕДІВ, М.О. КОЛОСОВСЬКИЙ
Хмельницький національний університет

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ СКЛАДНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

У роботі наведені моделі та методи для визначення надійності складних програмних комплексів, що містять множини незалежних програмних модулів. Розглядається пряма і обернена задачі, що дозволяють враховувати обмеження на час налагодження та тестування програм і оцінювати якість програмного забезпечення залежно від кваліфікації розробника.

This study presents models and methods for determining the reliability of complex software systems that contain a set of independent software modules. The direct and inverse problems, allowing to take into account the time limit for debugging and testing programs and to assess the quality of software, depending on qualifications developer.

Ключові слова: програмне забезпечення, складні програмні комплекси, стохастична матриця, функція Лагранжа.

Вступ

Відповідно до міжнародних стандартів ISO 9126: 1991 виділено ряд основних характеристик, які дозволяють оцінювати програмні засоби (ПЗ) з позиції користувача, розробника і керівника проектом. Близьким до зазначеного стандарту за ідеологією, структурою і змістом є ГОСТ 28195-89, на верхньому рівні якого виділені показники якості ПЗ: надійність, коректність, зручність застосування, ефективність, універсальність і супроводжуваність.

Серед наведених показників надійність займає особливе місце, тому що надійна програма повинна забезпечувати мінімальну ймовірність відмови у процесі функціонування, швидке реагування на помилки даних або обчислювального процесу і відбудови працездатності, при якому не фіксується відмова. Як основний показник якості надійність є динамічним параметром, присутнім протягом всього часу функціонування системи.

Розвиток засобів обчислювальної техніки і ускладнення прикладних задач у різних галузях науки і техніки призводить до суттєвого зростання обсягу та складності алгоритмів програмного забезпечення, що пов'язаний з підвищенням вірогідності помилок у використовуваних програмних засобах. Це призводить до зниження продуктивності завдань, для яких розроблено ПЗ. Тому до надійності ПЗ, як основного показника якості програмних продуктів, пред'являються високі вимоги [1, 2].

Інформаційні системи функціонують в умовах дії зовнішніх і внутрішніх факторів, здатних порушити нормальну роботу системи. Гарантоздатність як властивість системи, повинна протистояти цим чинникам. Програмне забезпечення є однією з найголовніших складових системи, що забезпечує її гарантоздатність. Під надійністю ПЗ розуміють здатність виконувати всі поставлені функції при заданих умовах протягом заданого періоду функціонування системи [3].

Постановка задач

Вибір оптимальної моделі для оцінки надійності ПЗ для практичних цілей на всьому протязі життєвого циклу являється не до кінця вирішеним завданням. Отримання такої оцінки є необхідним і