

Висновок

З розглянутих 16 моделей найбільш прийнятною з точки зору поставленої задачі є модель P3DZU, оскільки один із її параметрів (Tr3) збільшується із збільшенням величини зношування робочих органів млина.

Для використання вказаного параметру як діагностичної ознаки ступеня зношування робочих органів млина необхідно провести додаткові експерименти по встановленню взаємозв'язку між зміною параметра Tr3 моделі P3DZU та величиною зношування робочих органів млина, який буде покладено в основу розробки методу контролю їх технічного стану.

Список літератури: 1. Заміховський Л.М. Розгінна характеристика вертикального валкового млина PFEIFFER AG - MPS 180BK як діагностична ознака технічного стану його робочих органів [Текст]/ Заміховський Л.М., Скрипюк Р.Б.// Нафтогазова енергетика.- 2010.- № 2(13).- С.38-46. 2. Дьяконов В., Круглов В. MatLab. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 448с. 3. Заміховський Л.М. Використання методу непараметричної ідентифікації для діагностування технічного стану робочих органів вертикального валкового млина AG MPS 180 BK [Текст]/ Заміховський Л.М., Скрипюк Р.Б.//Вісник нац. тех. ун-ту «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ» - 2009.- с.89-93. 4. Заміховський Л.М. Дослідження зношення робочих органів вертикального валкового млина MPS 180 BK [Текст]/ Заміховський Л.М., Скрипюк Р.Б.//Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. - 2008. - №72.- С. 34-39. 5. Заміховський Л.М. Параметрична ідентифікація технічного стану робочих органів вертикального валкового млина в середовищі Matlab [Текст]/ Заміховський Л.М., Скрипюк Р.Б.// Наукові вісті Галицької академії. – Івано-Франківськ. – 2010. – Вип. 2(18). – С.4-14. 6. Джон Г. Мэтьюз, Куртис Д. Финк. Численные методы. Использование MATLAB. 3-е издание. – М.: Вильямс, 2001. – 720с.

Поступила в редколлегию 01.12.2010

УДК 681.513.5

Я.І. ЗАЯЧУК, канд. техн. наук, доцент, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ETHERNET ТА ПРОМИСЛОВІ МЕРЕЖІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

У статті розглядається питання перспективності використання стандартів Real-Time Ethernet для передачі даних в мережах реального часу. Висвітлено переваги мереж Ethernet перед традиційними польовими шинами, даний огляд основних стандартів RealTime Ethernet, специфіки їх використання, можливостей

Ключові слова: промислова мережа, Etherne/IP .

В статье рассматривается вопрос перспективности использования стандартов Real-Time Ethernet для передачи данных в сетях реального времени. Освещены преимущества сетей Ethernet перед традиционными полевыми шинами, дан обзор основных стандартов RealTime Ethernet, специфика их использования, возможностей.

Ключевые слова: промышленная сеть, Etherne/IP.

The article discusses the prospects of using standard Real-Time Ethernet for data transmission in real-time networks. The advantages of Ethernet over traditional fieldbus, an overview of the basic standards of RealTime Ethernet, the specifics of their use, functionality.

Keywords: industrial network, Etherne/IP.

Вступ

Мережі Ethernet вже більше 30 років ефективно вирішують завдання високошвидкісної передачі даних. Ethernet як стандарт за цей час став найпоширенішим у світі й проник у багато сфер повсякденного життя, у тому числі в промисловість. На даний час в промисловій автоматизації розподілені системи управління постійно ускладнюються і об'єднуються в загальну технологічну мережу підприємства. Проте, якщо в адміністративній частині мережі Ethernet вже став стандартом де-факто, то в технологічній частині переважно панують різноманітні польові шини, що мають мало спільного з Ethernet. Причиною цього є один з основних недоліків мереж Ethernet, що проявляється при адаптації до автоматизації виробничих процесів - неможливість функціонування в режимі реального часу. І справа не в апаратному середовищі передачі: навіть при використанні Gigabit Ethernet, ретельно вивіреній топології, керованих комутаторах з налагодженими пріоритетами для трафіку, немає чіткого регламенту на час доставки конкретного пакету даних від відправника до одержувача.

Системи реального часу

Системи реального часу стали невід'ємною частиною промислової автоматизації. Робота системи в реальному часі - це, перш за все, виконання завдання в заданий проміжок часу.

Принцип роботи системи реального часу показаний на рис. 1.

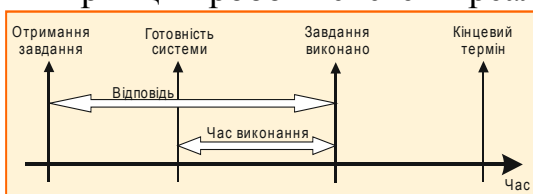


Рис. 1. Принцип роботи системи реального часу

Готовність системи - момент, з якого система реально починає виконувати отримане завдання. Завдання має бути закінчене до настання кінцевого терміну. Відповідно, час з моменту отримання завдання до виконання вважається часом відгуку системи.

Привабливість Ethernet для мереж реального часу пов'язана з його основними перевагами. У технічному плані це, передусім, швидкість: стандарти Fast і Gigabit Ethernet в кілька разів випереджають найбільш швидку польову шину PROFIBUS (12 Мбіт/с), що функціонує в реальному часі. Також цей протокол сертифікований за IEEE і ISO, використовує стек протоколів TCP/IP, що має широку апаратну і програмну підтримку.

Проте Ethernet, визначений в стандарті IEEE 802.3, не може забезпечити функціонування системи в реальному часі. На каналному рівні в ньому закладений механізм доступу CSMA/CD (множинний доступ з контролем несучої і визначенням колізій), що описує поведінку учасника мережі при відправці і прийомі даних. Почати передачу даних конкретна станція може тільки коли дочекається закінчення передачі даних іншими учасниками. Інтервал очікування залежить від багатьох причин і є величиною довільною. Відповідно, розрахувати гарантовану тривалість циклу передачі даних

практично не представляється можливим. Схематично цей процес показаний на рис. 2.

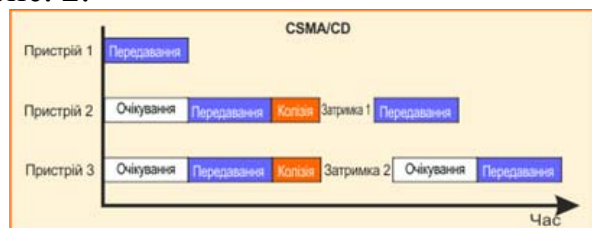


Рис. 2. Передача даних методом CSMA/CD

Отже, для того щоб Ethernet функціонував в реальному часі, необхідно ввести додатковий механізм, що дозволяє уникнути колізій. Такі механізми є в Ethernet-сумісних протоколах реального часу EtherNet/IP, PROFINET, EtherCAT, Powerlink.

EtherNet/IP (Ethernet Industrial Protocol) - це відкритий протокол рівня додатків, розроблений спільно міжнародними асоціаціями ControlNet International, Open DeviceNet Vendors Association, Industrial Ethernet Association. Якщо звертатися до 7-рівневої моделі OSI/ISO, на перших чотирьох рівнях (фізичному, каналному, мережевому й транспортному) змін в структурі немає. Використовується те ж фізичне середовище 802.3, MAC-адреси, протокол IP, протоколи TCP і UDP. На прикладному рівні (з 5-го по 7-й) використовується вже спеціальний об'єктно-орієнтований протокол CIP (Common Industrial Protocol), який використовується також в мережах ControlNet і DeviceNet. Функціонування в режимі реального часу забезпечується спеціальним розширенням протоколу CIP-CIPSync, основаному на протоколі тимчасової синхронізації IEEE 1588.

Для передачі трафіку EtherNet/IP використовує протоколи TCP/UDP/IP. Для встановлення з'єднання і передачі некритичного за часом трафіку використовується TCP, перевагою якого є гарантованість доставки даних. Для критичних до часу доставки даних потрібний UDP, що працює в режимі адресної або багатоадресної посилки даних від відправника до одержувача.

Використання в EtherNet/IP протоколу UDP для передачі критичного до часу доставки трафіку вносить певну похибку і непередбачуваність в режим передачі. Незважаючи на це EtherNet/IP умовно можна назвати протоколом реального часу для тих випадків, де максимальна похибка для часу доставки даних задовольняє умовам технологічного процесу. Наприклад, для сегменту мережі з топологією "зірка", де дані від 8 джерел збираються одним клієнтом, гарантований час доставки 7 мс.

Мережа EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) базується на архітектурі Master-Slave, може співіснувати з мережею Ethernet (EtherNet/IP). Протокол EtherCAT вимагає режиму Full-duplex, зате може бути некритичним по відношенню до топології (зірка, кільце, шина).

EtherCAT може працювати в режимі як реального, так і недетермінованого часу. Перший режим, який називається EtherType, працює тільки в EtherCAT-сегменті, не використовує IP-протокол і, отже, несумісний з Ethernet. Другий використовує для передачі трафіку протоколи UDP/IP, сумісний з Ethernet, але вже не в повній мірі задовольняє умовам реального часу.

Майстер мережі (ведучий пристрій) організовує обмін даними циклічно. Дані EtherCAT передаються у вигляді кадрів, заповнених в стандартні телеграми Ethernet, але з великим пріоритетом. Ведені пристрої в мережі тільки виконують команди ведучого. Формат даних в EtherCAT представлений на рис. 3.



Рис. 3. Формат даних в протоколі EtherCAT

Телеграми Ethernet від майстра мережі послідовно обходять усі ведені пристрої, кожен з яких знаходить свою адресу в кадрі, зчитує або вставляє дані

(від 2 біт до 64 кбайт) і відправляє телеграму далі. Процес читання/запису у ведених пристроях виконується з допомогою спеціального контролера EtherCAT апаратно, завдяки чому займає декілька наносекунд.

Швидкодія EtherCAT дозволяє опитувати 1000 ведених пристроїв вводу/виводу з циклом в 30 мкс.

Протокол Powerlink був розроблений австрійським виробником комунікаційного устаткування Vernecker&Rainer. Принцип організації мереж з використанням протоколу Powerlink заснований на розподілі мережі на сегменти недетермінованого і реального часу. Останній потрібний, як правило, на машинному рівні промислової мережі. На фізичному рівні моделі OSI в сегменті Real-Time використовуються стандартні IP-пакети даних, архітектура клієнт-сервер, кабелі згідно IEEE 802.3. Для забезпечення умов реального часу в межах протоколу Ethernet цикл передачі даних в мережі за методом, що називається Slot Communication Network Management (SCNM), здійснюється за строгим графіком в 2 заходи: перший - для критичних до часу доставки даних і другий для трафіку з низьким пріоритетом. Ведучий пристрій визначає графік цих фаз і передачі даних усім учасникам (веденим пристроям) сегменту Real-Time, що виключає утворення колізій в мережі.

Реалізація протоколу Powerlink в мережі не вимагає розмежування з іншою мережею Ethernet. Сам протокол також не потребує спеціального апаратного забезпечення. Проте використання активних пристроїв в сегменті Powerlink не рекомендовано. Навіть простий комутатор вноситиме неконтрольовані затримки і суперечитиме вимогам реального часу. Також для підвищення стабільності роботи мережі рекомендовано відділення сегменту мережі з Powerlink від основної мережі Ethernet маршрутизатором.

Таким чином, при лінійному з'єднанні ведучого і ведених пристроїв в окремому сегменті мережі Powerlink відноситься до протоколів жорсткого реального часу. За швидкістю він лише небагато поступається EtherCAT і гарантує час циклу передачі даних в межах 200 мкс з точністю 1 мкс.

PROFINET - найбільш відомий стандарт Ethernet реального часу, сумісний із стеком TCP/IP. Його називають Ethernet-версією протоколу PROFIBUS, оскільки у них багато спільного і вони легко з'єднуються через

шлюз. Протокол розроблений компанією Siemens, стандартизований за IEC 61158 і зараз використовується в пристроях багатьох виробників.

Існують дві концепції застосування протоколу PROFINET: PROFINET IO (розподілені системи вводу/виводу) і PROFINET CBA (модульні системи управління, об'єднання мереж PROFINET). Більш розповсюдженим випадком є PROFINET IO, що припускає безпосереднє підключення до мережі пристроїв польового рівня.

Організація обміну даними в жорсткому реальному часі схожа з Powerlink: обмін даними відбувається циклами, в яких є фаза ізохронної (критичної до часу доставки) передачі даних і фаза передачі даних у форматі TCP/IP.

Передача даних контролюється майстром мережі, час циклу - 1 мс і дотримується з точністю 1 мкс. Схема передачі даних зображена на рис. 4.



Рис. 4. Організація обміну даними в PROFINET IRT

Кожен з протоколів реального часу для коректної роботи вимагає якщо не спеціальної апаратної, то, як мінімум, програмної підтримки, тому потрібно використовувати мережеві адаптери - комунікаційні плати і модулі різних форм-факторів, що дозволяють

перетворити деякий пристрій (робочу станцію, контролер, робот) в майстр мережі, ведений пристрій або SCADA-сервер.

Крім спеціального апаратного забезпечення, для реалізації мережі реального часу вимагається програмне середовище, що дозволяє налаштувати комунікаційні параметри учасників мережі.

Не менш важливим завданням при впровадженні мереж Ethernet реального часу є їх з'єднання з наявними польовими шинами. Наприклад, якщо нижній рівень систем автоматизації працює на PROFIBUS, а мережа нових ПЛК - на PROFINET, то потрібний шлюз для з'єднання обох мереж.

Незважаючи на сумісність протоколів Real-Time Ethernet із стандартним IEEE 802.3 Ethernet, першу мережу рекомендується максимально відділяти від другої і, по можливості, взагалі не використовувати комутатори й активне обладнання. Зовнішня мережа може вносити багато паразитного трафіку, який негативно позначиться на часі доставки критичних до часу даних. Сегмент мережі реального часу добре відокремити маршрутизатором, що фільтрує ширококомовний трафік.

Висновок

Якщо порівнювати можливості протоколів EtherNet/IP, PROFINET, EtherCAT і Powerlink з типовими вимогами технологічних процесів, то є з чого вибрати. Більшість технологічних процесів можна реалізувати, використовуючи мережу Ethernet і один з протоколів реального часу. Незважаючи на усі плюси IEEE 802.3 Ethernet як бази, перехід на неї здійснюється повільно. Причин кілька: труднощі з освоєнням нових технологій,

затримки з їх впровадженням в серійні пристрої виробниками, інерційність проектувальників, що використовують потім ці серійні продукти.

В допомогу процесу переходу від традиційних мереж Fieldbus до Real-Time Ethernet - "спадкові ознаки" протоколів другої групи, тобто схожість в технічному плані і сумісність з протоколами Fieldbus. Так, в PROFINET можна знайти багато від PROFIBUS; Powerlink можна назвати Ethernet-спадкоємцем шини CAN, EtherNet/IP перейняв риси DeviceNet.

Апаратна і програмна бази для переходу готові: доступний цілий ряд засобів автоматизації нижнього і середнього польового рівня, у тому числі представлені плати-контролери і перетворювачі протоколів Hilscher і комутатори Real-Time Ethernet.

Список літератури: 1. Лопухов И. Сети Real-Time Ethernet: от теории к практической реализации / Лопухов И. // Современные технологии автоматизации – 2010. - №3. – С. 8 – 15. 2. "Real-Time Ethernet II," Module 402 [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.industrialethernetu.com>. 3. Industrial Real-Time Ethernet [Електронний ресурс] / Ulrik Hagström, Magnus Jonsson, and Anders Kallerdahl. - Режим доступу: http://www.snart.org/docs/exjobb2001/hagstrom_kallerdahl_ext_abs.pdf. 4. Sercos news. The Real-Time Ethernet Magazine [Електронний ресурс].-Режим доступу: http://www.sercos.com/literature/pdf/sercos_news_0109_en.pdf
Поступила в редколлегию 24.11.2010

УДК 65.001.1;625.72

Л.Л. КАРМАЗИНА, канд.техн.наук, доцент, НМетАУ,г.Днепропетровск

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕЗАУРУСА СООБЩЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕОДОЛЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ВИРТУАЛЬНОЙ КОМАНДЫ ПРОЕКТА

Запропоновано інструмент подолання семантичного бар'єру в віртуальних командах проекту – систему контролю тезауруса повідомлення, яка дозволяє створити єдиний інформаційний простір віртуальної команди проекту шляхом автоматизованого обчислення невідомих термінів для єдиного тезауруса проекту (ЄТП), яка також служить для розширення ЄТП.
Ключові слова: семантичний бар'єр, віртуальна команда проекту, єдиний тезаурус проекту.

Предложен инструмент преодоления семантического барьера в виртуальных командах проекта - систему контроля тезауруса сообщения, которая позволяет создать единое информационное пространство виртуальной команды проекта путем автоматизированного вычисления неизвестных терминов для единого тезауруса проекта (ЕТП), которая также служит для расширения ЕТП.

Ключевые слова: семантический барьер, виртуальная команда проекта, единый тезаурус проекта.

The instrument of semantic barrier overcoming in the virtual project teams - report thesaurus checking system, is offered, which allows creating a single informative space of the virtual project teams by the automated calculation of unknown terms for a single project thesaurus (SPT), which also serves for expansion of SPT.

Keywords: semantic barrier, virtual project team, single project thesaurus.