

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ АСУТП НА БАЗІ РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ З ПРОГРАМОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ

Запропоновано канали зв'язку АСУТП реалізувати на базі розподіленої обчислювальної системи з програмованою структурою для ефективного управління об'єктами. Дублювання отриманих та архівних даних здійснювати станціями-клієнтами.

Proposed communication channels DCS realized on the basis of a distributed computer system with programmable structure for effective management of objects. Duplication received and archived data to stations clients.

1. ВСТУП

Сучасний етап розвитку мереж передавання даних в автоматизованих системах управління технологічними процесами (АСУТП) характеризується наявністю жорсткої конкуренції серед організацій, що пропонують мережеві послуги [1]. Вони створюють промислові мережі, об'єднуючі різноманітні давачі, програмовані контролери і виконавчі пристрої з використанням складних спеціалізованих протоколів. Тим часом важливими вимогами в системах АСУТП стають функціональні можливості, простота інсталяції і обслуговування, відповідність загальноприйнятим стандартам, надійність процесів інформаційного обміну по каналах зв'язку.

2. ПОБУДОВА КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ АСУТП

Широке застосування в АСУТП знайшов промисловий Ethernet – це мережа з процедурою доступу CSMA/CD. Промисловий Ethernet зазвичай використовується для обміну даними між програмованими контролерами і системами людино-машинного інтерфейсу, рідше для обміну даних між програмованими контролерами і, частково, для підключення до контролерів віддаленого устаткування (давачів і виконавчих пристроїв) [2].

Розглядаємо підхід, щодо створення системи для ефективного управління об'єктами. Перспективнішим представляється підхід, при якому промислова мережа Ethernet є частиною розподіленої обчислювальної системи з програмованою структурою.

⁷ Національний університет «Львівська політехніка»

Для сучасних АСУТП з впровадженням великої кількості програмованих контролерів є актуальним питанням інтеграції їх в єдину мережу з метою збору інформації і управління. При цьому зв'язок між пристроями на фізичному рівні будується, як правило, на базі шинної архітектури. Існує тенденція переходу на повністю цифрові канали зв'язку, в цьому випадку через цифрову мережу зв'язку повинні в реальному часі передаватися як вимірювані величини, так і команди на виконавчі пристрої. Фактично промислова мережа є активним елементом контуру управління. Це обумовлює зростаючі вимоги по надійності до мережевого устаткування, які повинні бути такими ж, як вимоги по надійності пристроїв автоматики. Проте традиційні підходи забезпечення надійності каналів зв'язку промислової мережі мають ряд очевидних недоліків:

1. Наявність великого числа додаткового активного устаткування в контурі управління, використовуваного тільки для організації каналів зв'язку.

2. Значне ускладнення експлуатації системи за рахунок необхідності обслуговування мережевої інфраструктури.

3. Необхідність залучення ІТ-спеціалістів для обслуговування пристроїв, що працюють в контурі управління.

Перспективнішим є підхід, при якому канали зв'язку (і об'єднані нею програмовані контролери) є частиною розподіленої обчислювальної системи (ОС) з програмованою структурою. Даний підхід володіє, в порівнянні з традиційними, наступними перевагами:

1. Виключається або мінімізується, залежно від вибраної топології, використання додаткового активного мережевого устаткування.

2. Канали зв'язку прокладаються безпосередньо між пристроями згідно вибраної топології мережі.

3. Функцію комутації пакетів інформації виконує саме програмований контролер як одну з технологічних функцій. На фізичному рівні дана можливість забезпечується за рахунок оснащення пристрою необхідною кількістю мережевих адаптерів.

4. Для обслуговування мережі зв'язку не потрібний висококваліфікований ІТ-персонал, оскільки роботи по обслуговуванню зводяться до перевірки кабельних зв'язків між пристроями.

При побудові каналів зв'язку АСУТП на базі розподіленої обчислювальної системи з програмованою структурою з'являється можливість не просто забезпечити надійність обміну інформацією між програмованими контролерами, що управляють, але і значно підвищити надійність системи управління за рахунок перерозподілу завдань між ними.

3. ДУБЛЮВАННЯ СЕРЕДНЬОГО РІВНЯ АСУТП

При побудові сучасних АСУТП використовується ієрархічна інформаційна структура з застосуванням на різних рівнях обчислювальних засобів різної потужності.

Будь-яку автоматичну систему керування технологічним процесом (АСУТП) можна розділити на 3 основних рівні ієрархії:

Самим **нижнім рівнем** є рівень давачів, виконавчих пристроїв, та модулів розподіленого вводу/виводу які встановлюються безпосередньо на технологічних об'єктах.

Середній рівень – рівень програмованих логічних контролерів (ПЛК). Рекомендується використовувати контролери з операційними системами реального часу (СРЧ) для збору і обробки інформації з об'єктів нижнього рівня та вироблення сигналів, що керують. Інформація з ПЛК прямує в мережу диспетчерського пункту.

Верхній рівень в системі автоматизації займає рівень керування. На верхньому рівні АСУТП розміщені потужні комп'ютери, що виконують функції серверів баз даних і робочих станцій та забезпечують аналіз і зберігання всієї інформації, що поступила, за певний заданий інтервал часу. Також візуалізацію інформації, та організацію потоку даних і документації між відділом управління і виробничими одиницями.

При реалізації інформаційних АСУТП в основному використовується архітектура «клієнт-сервер» [4]. Так звана головна станція, що служить сервером, виконує функції зберігання архівних даних. Зазвичай ця станція - найпотужніша в контурі АСУТП, що реалізує основний обсяг роботи. Інші станції «клієнти» в контурі АСУТП здійснюють візуалізацію технологічного процесу, збір даних з контролерів, первинну обробку вхідних сигналів.

Централізоване зберігання отриманих даних, як правило, здійснюється в базах даних під управлінням «MS SQL Server», «Oracle» та інших СУБД. Крім того, на серверах зберігаються конфігураційні файли, що описують архітектуру АСУТП, встановлені програми, що забезпечують роботу по конфігурації АСУТП.

Вихід з ладу головної станції за відсутності її дублювання приводить як мінімум до деградації системи. Дублювання ж головної станції вимагає великих матеріальних витрат на додаткове обладнання і програмне забезпечення (ПЗ). Дублювання станцій-клієнтів вимагає значно менших витрат через обмеженість вимог до комп'ютерів і ПЗ. Для контролю технологічного процесу оперативний персонал реалізує функції візуалізації поточного стану технологічного обладнання, технологічної сигналізації та реєстрації аварійних подій, які можуть бути

реалізовані на станціях-клієнтах і працювати при відмові станції-сервера. Необхідно також забезпечити збереження архівних даних на період відмови головної станції.

Спрощена структурна схема інформаційної АСУТП на базі SCADA-системи TRACE MODE6 наведена на рисунку 1. Станції візуалізації в контурі типової конфігурації дубльовані. Для підвищення надійності системи в частині оперативного контролю пропонується дублювати станції збору даних.

Надійність верхнього рівня типової конфігурації АСУТП і конфігурації з дубльованими станціями збору даних і модифікованим програмним забезпеченням, що реалізує функціонування оперативних завдань АСУТП при відмові головної станції, розрахуємо за методикою, наведеною в [5]. Для цього зробимо розрахунок показників надійності для одного каналу типової конфігурації інформаційної АСУТП.

Для розрахунку застосуємо наступні співвідношення:

$$\text{середнє напрацювання на відмову (всієї системи): } T = \frac{1}{\sum \lambda_i};$$

$$\text{середній час відновлення системи: } T_{Bi} = \frac{\sum \lambda_i T_{Bi}}{\sum \lambda_i}.$$

Склад елементів, що входять в систему, приведений в таблиці 1. Тут МТBF – напрацювання на відмову за годину; λ – інтенсивність відмов в мільйонних долях 1/год; $T_{в}$ – час відновлення.



Рис. 1. Інформаційна АСУТП на базі SCADA системи TRACE MODE 6

Таблиця 1

Вузол	MTBF	λ	$T_{в}$
Станція збору даних	96000	10,4	2
Switch1	243595	4,1	2
Switch1	243595	4,1	2
Головна станція	50000	20,0	2
Станція візуалізації (дублювання)	0,05063	20,0	2

Досягнуті наступні показники надійності:

- а) середнє напрацювання на відмову – 25800 год,
- б) середнє відновлення системи – 2 год.

Проведений також розрахунок показників надійності для одного каналу конфігурації інформаційної АСУТП з дубльованою станцією знімання даних з контролерів і модифікованим програмним забезпеченням.

Формули для розрахунку використані ті ж, проте при визначенні з урахуванням дублюючого модуля отримуємо $\frac{1 + 2\lambda T_B}{2\lambda^2 T_B}$

Склад елементів, що входять в систему, представлений в таблиці 2.

Таблиця 2

Вузол	MTBF	λ	T_B
Станція збору даних (дублювання)	96000	0,098304	2
Switch1	243595	4,1	2
Switch1	243595	4,1	2
Головна станція	14000000	0,7	2
Станція візуалізації (дублювання)	0,05063	20,0	2

Для цієї системи досягнуті наступні параметри надійності:

- а) середнє напрацювання на відмову – 110210 год.,
- б) середнє відновлення системи – 2 год.

Таким чином, при мінімальних витратах отримуємо збільшення надійності системи в 4,3 рази із збереженням її функціональності.

Модифікація АСУТП зачіпає в основному використовувану в TRACE MODE6 програмну шину і механізм збереження архівних даних. Для передачі вхідних даних в модифікованій АСУТП використовується нецентралізована шина. Всі станції в мережі рівнозначні. Тому вихід з ладу сервера не впливає на передачу даних між станціями збору даних і станціями візуалізації.

Для збереження архівних даних на час відмови сервера в АСУТП, реалізована «тимчасова історія», тобто на час відмови головної станції накопичення отриманих даних проводиться в кільцевому буфері на станції збору даних. Кільцевий буфер забезпечує збереження отриманих даних на максимальний час для відновлення сервера. При відновленні працездатності головної станції дані з кільцевого буфера переносяться в базу даних історії. Цим забезпечується цілісність архівних даних.

5. ВИСНОВКИ

Запропоновано побудову трирівневої АСУТП під управлінням системи SCADA TRACE MODE6. При побудові каналів зв'язку АСУТП на базі розподіленої обчислювальної системи з програмованою структурою з'являється можливість забезпечити надійність обміну інформацією між програмованими контролерами, що управляють і значно підвищити надійність системи управління за рахунок перерозподілу завдань між ними. Впровадження дублювання даних станціями-клієнтами призводить до більш високої відмовостійкості і стабільної роботи в аварійних ситуаціях.

1. Пьявченко Т. А. Проектирование АСУТП в SCADA-системе. – Таганрог: 2007. 2. Денисенко В. Аппаратное резервирование в промышленной автоматизации. // Современные технологии автоматизации. – 2008. – № 2. 3. Оліфер В.Г. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи. / Оліфер В.Г., Оліфер Н.А.// Спб.: "Пітер", 2010. 4. Программное обеспечение отказоустойчивых распределенных вычислительных систем для управления электроэнергетическими системами // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2009. Спецвыпуск. № 1. 5. Обзор системы TRACE MODE. 6. Интернет-ресурс: www.adastra.ru.