

УДК 531.7 (045)

В.Ю. Ларін, канд. техн. наук

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ, ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ТА КЕРУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИМИ ОБ'ЄКТАМИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ

НАУ, кафедра інформаційних технологій, e-mail: kvp@nau.edu.ua

Запропоновано систему, яка включає комплект окремих універсальних мікропроцесорних пристроїв, здатних вимірювати різні величини, відображати результати вимірювання на вмонтованих цифрових табло, керувати пристроями вимірювання, передавати результати вимірювань на ПЕОМ для обробки, візуалізації і документування, відслідковувати часові інтервали, робити логічний аналіз у реальному часі, приймати рішення у формі виконання конкретних операцій, пов'язаних з керуванням об'єктами технологічного устаткування.

Вступ

Побудова системи, призначеної для розподілених на території підприємства об'єктів технологічного устаткування, де необхідно вирішувати питання виміру маси, контролю за рухом сировини та обліку в процесі виробництва, наприклад, у системах дозування компонентів, у системах допускового контролю і настроювання різних вузлів і блоків, локальних і автоматизованих системах регулювання і керування технологічними процесами, може бути організована за принципом формування структурних локальних мікромереж (ММ).

Аналіз структур систем

Приклади відомих структур систем на базі локальних ММ з використанням блоків телемеханіки показано на рис. 1 [1; 2].

Побудова та керування локальних ММ здійснюється за двома основними структурними схемами. На практиці можливі побудови і за допомогою інших структурних схем, які є симбіозом поданих перших двох. До таких схем можна віднести ММ, побудовані за змішаною структурою (загальна шина плюс зірка).

Схема «загальна шина» застосовується для вилучених об'єктів керування (ОК), розташованих на передбачуваний прямій як на великих, так і на малих відстанях.

У разі, коли об'єкти знаходяться на великій відстані один від одного на передбачуваний прямій, для вирішення питань надійності та вірогідності переданої інформації застосовуються телемеханічні пристрої, що дозволяють піднімати амплітуду переданого сигналу.

Прикладом для використання такої схеми можуть бути такі об'єкти:

- як конвеєрна лінія;
- автоматична лінія виготовлення обладнання;
- система діагностики об'єкта на вилученій технологічній ділянці.

Схема «зірка» застосовна для керування об'єктами, розташованими в різних напрямках від передбачуваного центра збору інформації і пульта керування всім комплексом, охопленим локальною ММ.

Монтаж такої мережі обумовлюється не тільки економічними особливостями, коли монтаж системи за схемою «загальна шина» спричиняє невиправдану витрату матеріальних ресурсів, але і питаннями надійності. При пошкодженні каналу утрачається контроль над керуванням всіма об'єктами локальної мережі одночасно.

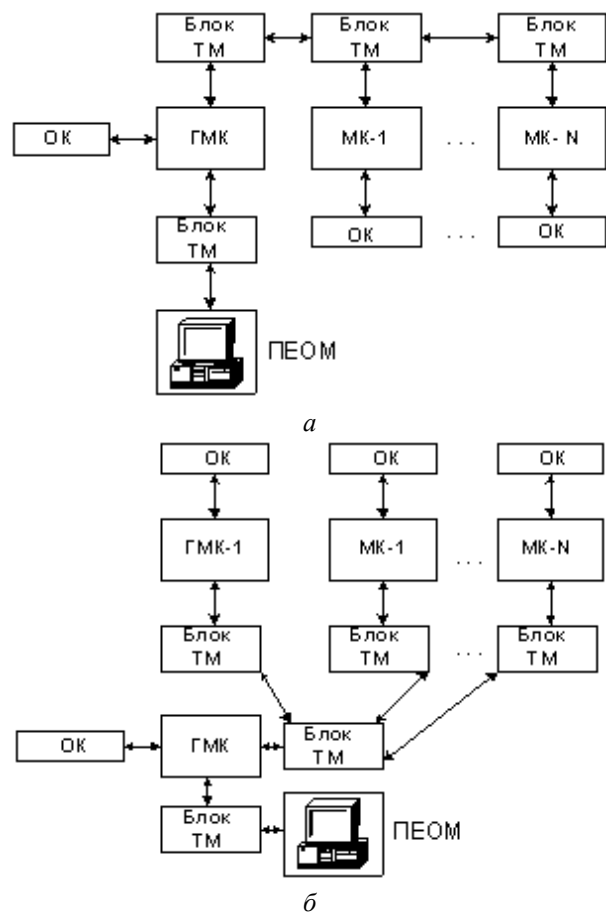


Рис. 1. Структура систем:
 а – схема «загальна шина»; б – схема «зірка»;
 ТМ – телемеханіка

Змішана схема «зірка плюс загальна шина» застосовується для контролю і керування дуже складними промисловими об'єктами, в яких не можливо використати окремо ці дві схеми.

Функціонально в кожній зі своїх ланок локальної мережі при змішаному з'єднанні контроль над об'єктами керування здійснюється за принципом побудови тієї чи іншої ланки цієї локальної мережі. Прикладом для побудови такої локальної мережі може бути розгалужена конвеєрна лінія, автоматизований комплекс складського господарства і т.д.

Кільцева схема локальної керуючої ММ побудована за принципом замкнутої схеми «загальна шина» застосовується для об'єктів, згідно з технологією, розташованою за уявленим кільцем. Побудова ММ за цим принципом можлива ще за цілою низкою технічних причин.

Об'єднуючим фактором усіх типів схем локальних керуючих мереж є те, що вони побудовані за принципом моноканальності (BITBUS). Ця структура є більш зручною для передбачуваних керуючих ММ, тому що допускає просту можливість нарощування і модифікацію системи незалежно від того, за якою схемою вона побудована. Крім того, у моноканальній ММ час доставки повідомлення не залежить від загальної кількості МК і вони мають велику живучість і надійність. У моноканальній керуючій мережі МК залежно від схеми побудови пов'язані між собою однією загальною лінією зв'язку. Як лінії зв'язку звичайно використовують коаксіальний кабель чи кручену пару з резисторами на кінцях.

Постановка завдань досліджень

На підставі проведеного аналізу можна зробити перелік завдань наукових досліджень і висновок, що для технологічних територіально розподілених об'єктів контролю й управління ефективна взаємодія залежить від наявності необхідної та достовірної інформації в процесі функціонування. Важливим фактором як в технічному, так і в економічному аспектах є організація лінії зв'язку між об'єктами.

Довжина ліній зв'язку залежить від того, наскільки далеко об'єкти розташовані один від одного і від головного універсального вимірювального пристрою керування.

У кращому випадку довжина ліній зв'язку не перевищує десятки метрів, у найгіршому разі – до декількох кілометрів, причому, як у першому, так і у другому випадках якість і швидкість обміну інформацією повинна залишатися величиною достовірною і постійною.

Оскільки коаксіальний кабель і кручена пара належать до розряду дорогих матеріалів, запропонована локальна ММ повинна бути змонтована за допомогою звичайного телефонного кабелю, вартість якого на кілька порядків нижче, ніж коаксіальний кабель і кручена пара.

В організованій за принципом багатоканальності локальній мережі потрібно використовувати велику кількість усіляких протоколів і методів доступу, що дозволять здійснювати обмін даними між абонентами ММ та зв'язок між багатьма підсистемами.

Розмір повідомлень між об'єктами може бути від двох байтів до декількох десятків байтів. При цьому час доставки повідомлень може бути в межах від 0,01 до 1,0 с залежно від обсягу переданої інформації.

Проектована локальна система керування повинна мати два режими інформаційного обміну – ширококомовний і адресний (індивідуальний).

Широкомовним способом передаються різні інформаційні параметри, використовувані різними підсистемами для всіх об'єктів керування локальної ММ, якими можуть бути мікроконтролери (МК). Це дозволяє зменшити завантаження мережі за рахунок виключення множинних передач того самого повідомлення різними абонентами локальної мережі. Це повідомлення може бути у вигляді команди загальної зупинки, пуску, збору інформації, підготовки і передачі на головний пристрій і т.п. Адресним способом, коли повідомлення призначене тільки одному МК, що має свою абонентську адресу в локальній ММ звичайно передаються команди керування від головного пристрою і виконавчого МК, повідомлення екстреного характеру для конкретного абонента, чи передача інформації від абонента до головного МК.

Основний матеріал досліджень

Для виконання указаних завдань розроблена така структурна схема контролю, збору інформації та керування розосередженими технологічними об'єктами (рис. 2). У наведеній структурі побудови мікромереж пропонується використовувати універсальний абонентський метод, що дозволяє усунути конфлікти в каналах і найповніше використовувати пропускну здатність каналу.

Універсальний абонентський метод (протокол) обміну інформацією в локальній ММ має особливості. При початковому завантаженні ММ у каналах зв'язку періодично з'являється повідомлення, що несе в собі інформацію про абонентський номер МК і початкову команду генерування одним із МК, що виконує роль головного, або зв'язувального ланцюжку.

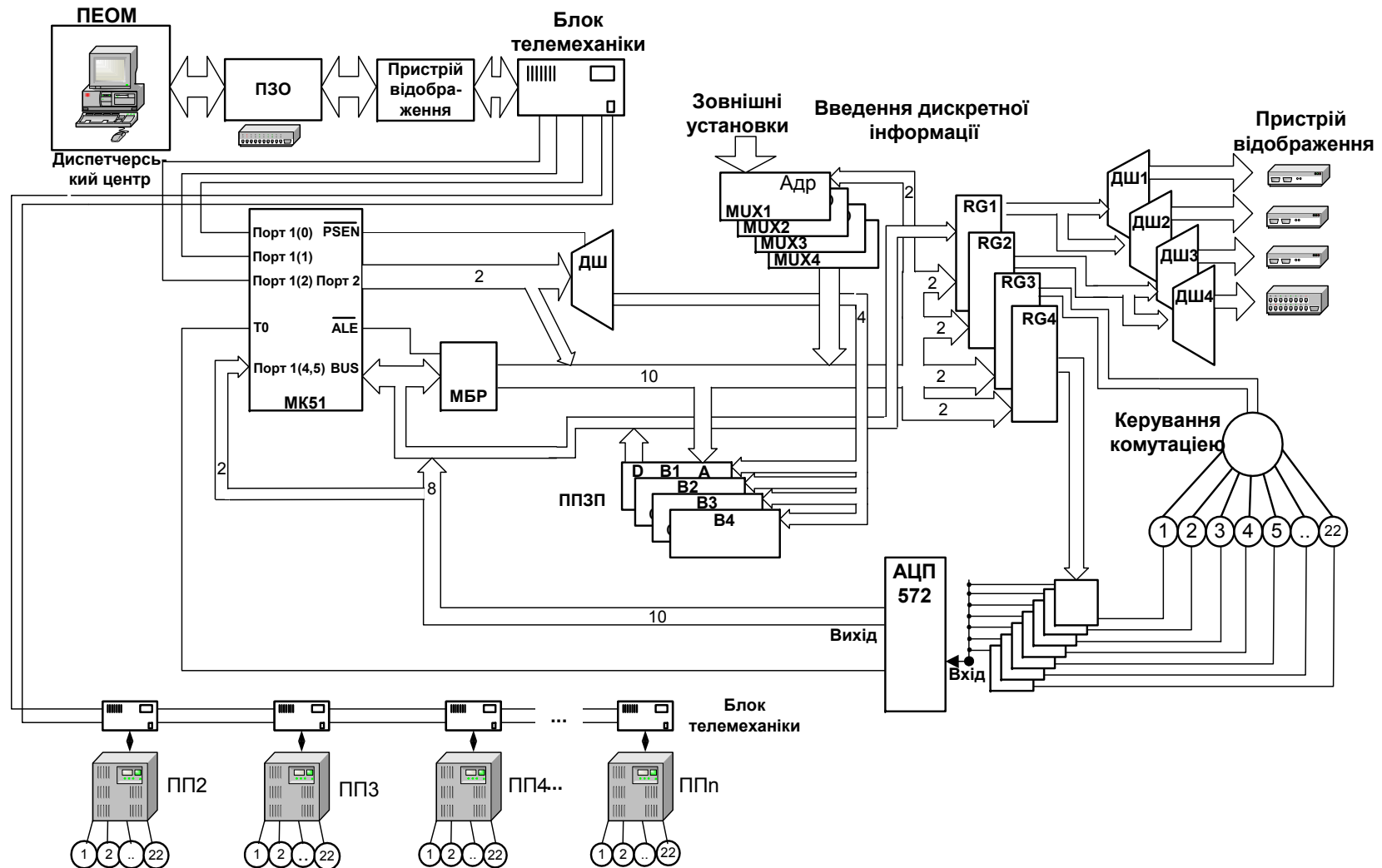


Рис. 2. Структурна схема системи контролю, збору інформації і керування розподіленими об'єктами:

ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом; PSEN – сигнал “Program Store Enable” (дозвіл запису в зовнішню пам'ять); T0 – керуючий вихід; ALE – сигнал “Address Latch Enable” (дозвіл фіксації адреси); BUS – шина даних; МК51 – мікроконтролер КР1816ВЕ51; МБР – регістр молодших байтів; ДШ, ДШ1...ДШ4 – дешифратори; MUX1...MUX4 – мультиплектори; RG1...RG4 – регістри; ППЗП – перепрограмований запам'ятовуючий пристрій; В1...В4 – байти адрес-регістрів; ПП – пусковий пристрій

Основне завдання головного абонента – підтримувати синхронізацію в мережі шляхом періодичної видачі номера абонента плюс команди за необхідності канал, що активізує відповідного абонента мережі.

Період генерації номера абонента складається з визначеного числа вікон, що дорівнює кількості МК у мережі. Кожне вікно має свій додатковий номер і належить одній з підсистем.

У процесі захоплення каналу МК, що був активований головним МК (ГМК), за допомогою адресного звертання, може видати свій інформаційний пакет (повідомлення) залежності від команди, що надійшла. При цьому всі інші МК знаходяться в режимі, що чекає, контролюючи (прослухуючи) лінію зв'язку, одночасно виконуючи операції по контролю за технологічним процесом підключених ОК, чи тих, що обслуговуються МК. У цьому разі система може не побоюватися конфліктів при початку передачі даних від обраного абонентського МК (АМК) на ГМК. Після видачі повідомлення обраний МК знову включається в режим прослуховування і зіставлення своєї адреси з адресою, генерованою ГМК, для нового обміну інформацією.

Період звертання від одного АМК до іншого чи його циклічний період може задаватися ГМК залежно від керуючого технологічного процесу. Тут можуть застосовуватися всілякі маркери пріоритету або ознаки екстреності чи спільності команд [3]. У разі керування МС за одноранговим пріоритетом час циклічності звертань прямо залежить від кількості підключених і зареєстрованих абонентів мережі. Якщо взяти цей спрощений випадок, то цикл (період) звертання ГМК до кожного АМК визначається як:

$$T_{\text{під}} = \sum_{i=1}^n [(t_{\text{св.АіЕ}} + V_i + W_{\text{АіЕ}} + S)P], \quad (1)$$

де $t_{\text{св.АіЕ}}$ – час передачі повідомлення головним МК:

$t_{\text{св.АіЕ}} = 2B / F$; B – кількість байтів повідомлення; F – частота, на якій працює телемеханічний канал (2 кГц); V_i – час аналізу і формування відповіді абонентським МК:

$$V_i = \hat{E}_{\text{АіЕ}} (\tilde{N} / F_{\text{іо.іЕ}}),$$

де $\hat{E}_{\text{АіЕ}}$ – кількість мікрокоманд АМК, виконуваних у процесі формування повідомлення для його передачі в мережу; C – кількість циклів необхідних процесору для виконання тієї чи іншої команди (усереднено $C = 2$); $F_{\text{іо.іЕ}}$ – частота процесора МК: ($F_{\text{іо.іЕ}} = 2$ МГц); $W_{\text{АіЕ}}$ – час аналізу і формування відповіді ГМК:

$$W_{\text{АіЕ}} = (\hat{E}_{\text{АіЕ}} \times \tilde{N}) / F_{\text{іо.іЕ}},$$

$\hat{E}_{\text{АіЕ}}$ – кількість мікрокоманд, виконуваних АМК у процесі формування повідомлення для його передачі в мережу; P – кількість циклів повторного зв'язку між ГМК і АМК (у разі порушення синхронізації, $P = 5$).

Час синхронізації телемеханічних каналів у локальній мережі дорівнює $S = 1,5$ с.

Час передачі повідомлення АМК визначають за формулою:

$$t_{\text{св.і}} = 8B / F.$$

Розраховуючи цикл звертання ГМК до кожного АМК за формулою (1) у режимі загального контролю (без використання передачі екстрених команд) у просту локальну ММ типу «загальна шина» на десять абонентів, одержуємо, що цикл звертання дорівнює 19 с.

Після видачі адресного повідомлення для конкретного абонента ГМК запускає таймер на певний час.

Якщо за цей час абонент не відповість, ГМК запам'ятовує і фіксує це як помилку, з обов'язковим підрахунком не відповідей.

Якщо переповнення лічильника не відповідей ще не наступило, цикл звертання повторюється. При переповненні лічильника ГМК фіксує і повідомляє користувача, що передбачається відключення абонента від мережі і втрата над ним контролю. Вчасно отримана відповідь від абонента скидає лічильник кількості не відповідей.

Кожен МК приймає всі байти, передані по каналу. Контроль над передачею будь-якої інформації здійснюється централізовано ГМК, саме він є ініціатором обміну інформації в ММ.

При централізованому інтервально-абонентському методі обміну інформацією вдається уникнути будь-яких конфліктів у каналі з таких причин:

- контроль за передачею і прийомом повідомлень здійснюється постійно і цілком тільки ГМК;
- ГМК здійснює повну синхронізацію в каналі зв'язку;

- кожен МК, що працює в складі розподіленої системи керування на основі локальної ММ, має у своєму складі крім прикладної програми, що здійснює роботу з ОУ, програму засобу доступу до телемеханічного моноканалу.

У цьому разі МК повинен працювати в двопрограмному режимі з поділом усіх ресурсів між цими двома співпрограмами.

У запропонованій системі реалізований механізм впливу між мережною і прикладною програмами, заснований на формуванні відповідних переривань і тимчасових затримок.

Для надійності і додаткових заходів безпеки телемеханічний мережний канал виконаний апаратно, що виключає можливість виходу з ладу елементів телемеханічного мережного каналу і МК, у випадку порушення в ньому синхронізації. До основних переваг пропонованої заводо захищеної системи контролю порівняно з відомими належать:

- можливість вимірювання імпульсних параметрів вхідного сигналу в довільні, заздалегідь задані моменти часу з умовною дискретністю відліку;
- можливість вимірювання тимчасових характеристик вхідних сигналів (частоти, тривалості імпульсів, тимчасових затримок);
- можливість вимірювання 22 аналогових сигналів з використанням мультиплексної системи комутації каналів;
- убудована схема індикації результатів вимірювання, як на семисегментних індикаторах, так і на шкальному світлодіодному індикаторі з виділенням зони припустимих значень;
- наявність програмних засобів, що дозволяє оператору вимірювати як параметри, так і визначати допуски на них у процесі контролю;
- убудована заводо захищена система телемеханічного мережного каналу, організованого за моноканальним принципом побудови ліній зв'язку з можливістю передачі інформації до 7 км.;
- можливість виходу через головний МК на ПЕВМ із метою подальшого перетворення, систематизації і статистичної обробки отриманих даних;
- мала вартість системи.

Предложена система, представляющая собой комплект отдельных универсальных микропроцессорных устройств, способных измерять разные величины, отображать результаты измерений на встроенных цифровых табло, управлять устройствами измерения, передавать результаты измерений на ПЭВМ для обработки, визуализации и документирования, отслеживать временные интервалы, делать логический анализ в реальном времени, принимать решение в форме выполнения конкретных операций, связанных с управлением объектами технологического оборудования.

The proposed system includes a complex of separate universal microchip devices, which measure various values, present the measuring results on digital displays, control measuring devices within the framework of a given program, transmit measuring results to a personal computer for processing, visualization and registering. Further, the described devices can control periodic intervals, conduct a real-time logical analysis, make decisions in the form of executing specific operations, related to managing various technological equipment.

Висновки

1. Обґрунтовано, що ефективна взаємодія контролю і керування територіально розподіленими об'єктами в технічному та в економічному аспектах залежить від організації лінії зв'язку.
2. Якість і швидкість обміну інформацією незалежно від відстані повинна залишатися величиною достовірною і постійною, що забезпечить надійність і достовірність інформації в процесі функціонування.
3. Запропонована локальна ММ, яка повинна бути змонтована за допомогою звичайного телефонного кабелю, вартість якого значно нижче, ніж коаксіальний кабель і кручена пара.
4. Обґрунтовано розмір повідомлень між об'єктами від двох байтів до декількох десятків байтів, час доставки повідомлень в межах від 0,01 до 1,0 с та два режими інформаційного обміну – ширококомовний і адресний.
5. Запропонована структура заводо захищеної локальної системи контролю, збору інформації та керування розосередженими технологічними об'єктами, що відрізняється від відомих гнучкістю керування процесами вимірювання, мінімізованою структурою засобів обробки, аналізу та відображення інформації завдяки поєднаному використанню спеціального ПЗ та моноканального принципу побудови ліній зв'язку з використанням телемеханічного мережного каналу.

Література

1. *Верзилов А.Н., Словенко С.И., Тернов С.А.* Компьютерные сети и технологии. – Донецк: ДонГАУ, 2002. – 131 с.
2. *Матросов А., Сергеев А., Чаунин М.* HTML.4.0 в подлиннике. – С.Пб.: ВHV, 2000. – 672 с.
3. *Описание компьютерных технологий, аналитическая информация.* – <http://www/citforum.ru>.

Стаття надійшла до редакції 02.11.05.