

І.Г. Цмоць, М.Р. Подольський

ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ОБМІНУ ДАНИМИ ДЛЯ АСУ ТП З ПРОМИСЛОВОЮ МЕРЕЖЕЮ

Анотація. Вибрано підходи та принципи побудови пристроїв обміну, вдосконалено метод безконфліктного паралельного обміну, розроблено багатоканальний швидкісний пристрій обміну у реальному часі для АСУ ТП з промисловою мережею.

Ключові слова. Автоматизовані системи управління технологічними процесами, багатоканальний пристрій обміну даними промислової мережі.

Постановка проблеми

Для ефективної взаємодії в реальному часі між компонентами (давачами, виконавчими механізмами, промисловими контролерами) сучасних АСУ ТП широко застосовуються промислові мережі, які використовують технологію польових шин, перевагою якої є: збільшення віддалей, спрощення управління давачами і виконавчими механізмами; спрощення процедури розширення та нарощення можливостей системи; забезпечення дистанційного налаштування давачів і проведення їх діагностики [1,2].

В АСУ ТП управління та збір даних здійснюється в реальному часі, що накладає обмеження на час розв'язання задачі управління T_p , який не повинен перевищувати час обміну повідомленнями $T_{обм}$, тобто:

$$T_p \leq T_{обм}. \quad (1)$$

При виконанні даної умови забезпечується розв'язання задачі без накопичення затримок. Час обміну залежить як від обсягу N і розрядності n вхідних даних, так і від розрядності n_k та частоти F_d надходження даних у каналах. Даний час визначається за формулою:

$$T_{обм} = \frac{Nn}{F_d n_k}. \quad (2)$$

Для забезпечення обробки даних в реальному часі за алгоритмами з складністю R продуктивність обчислювальних засобів Π повинна бути:

$$\Pi \geq \frac{\beta R F_d n_k}{N n}, \quad (3)$$

де β – коефіцієнт врахування особливостей засобів реалізації алгоритму; R – кількість операцій, необхідних для реалізації алгоритму управління.

Використання в АСУ ТП промислової мережі, побудованої на технології польових шин, має такі недоліки: низьку надійність, яка пов'язана з тим, що при обриві кабелю втрачається можливість отримувати дані і керувати пристроями приєднаними до обірваної частини кабелю; невисока швидкодія, яка пов'язана з послідовним у часі доступі до компонентів системи [1,2].

Тому актуальною задачею в АСУ ТП з промисловою мережею, побудованою за технологією польових шин є підвищення швидкодії та надійності та збільшення множини ведучих пристроїв, що реалізують режим звертання багатьох до багатьох.

Формулювання мети дослідження

Основною задачею АСУ ТП з промисловою мережею є збільшення множини ведучих пристроїв в мережі, що реалізують режим звертання багато до багатьох, підвищення швидкодії та надійності управління та збору даних [1]. Розв'язати таку задачу можна шляхом розробки на базі буферної пам'яті багатоканального пристрою обміну з промисловою мережею. Такий пристрій повинен забезпечувати розпаралелювання процесу управління та збору даних у мережі, збільшувати множину ведучих пристроїв, що реалізують режим звертання багато до багатьох і зводити до мінімуму проблеми, пов'язані синхронізацією роботи компонентів у АСУ ТП.

Поява на ринку мікросхем пам'яті з великим об'ємом та малим часом циклу запису і читання, спонукала до розробки на їх основі багатопортової пам'яті (БПП), яку будемо використовувати як буферну пам'ять [3-7]. Організація обміну на основі БПП ґрунтується на принципі часового розподілу ресурсів пам'яті між вузлами, що під'єднуються до неї. Безконфліктний паралелізм обміну між вузлами висуває свої вимоги до багатоканальних пристроїв обміну з буферизацією даних, які насамперед пов'язані з необхідністю забезпечення швидкісного паралельного доступу до множини даних і високою ефективністю використання обладнання. Для забезпечення таких вимог архітектура багатоканальних пристроїв обміну з буферизацією

даних повинна адаптуватися до інтенсивності надходження даних. При розробці багатоканальних пристроїв обміну з використанням технології польової шини з високою ефективністю використання обладнання необхідно узгодити інтенсивність надходження даних з інтенсивністю доступу до БПП.

Мета роботи полягає у вдосконаленні методу безконфліктного паралельного обміну, розробці основних вузлів і синтезі на їх основі багатоканального пристрою обміну в реальному часі з буферизацією даних для АСУ ТП з промисловою мережею.

Виклад основного матеріалу

Вибір підходів і принципів реалізації багатоканального пристрою обміну. Пропонується розробку багатоканального пристрою обміну з буферизацією даних для АСУ ТП з промисловою мережею здійснювати на базі інтегрованого підходу, який охоплює: безконфліктні паралельні методи обміну, методи синтезу, структури БПП та сучасну елементну базу [3].

Для забезпечення високої ефективності використання обладнання та розпаралелювання процесу управління і збору даних, багатоканальний пристрій обміну з буферизацією даних пропонується реалізовувати за такими принципами:

- узгодженість інтенсивності надходження даних від вузлів АСУ ТП з інтенсивністю доступу до БПП;

- змінний склад обладнання, що передбачає наявність ядра пристрою та змінних модулів, за допомогою яких ядро адаптується до вимог конкретного застосування;

- модульність, що передбачає розробку компонентів багатоканального пристрою обміну з буферизацією даних у вигляді функціонально завершених модулів.

У багатоканальному пристрої обміну з буферизацією даних забезпечення високої ефективності використання обладнання досягається шляхом узгодження інтенсивності надходження даних

$$P_d = \sum_{i=1}^m n_{di} F_{di}, \quad (4)$$

з інтенсивністю доступу до БПП

$$P_{БПП} = \sum_{i=1}^m n_i F_i, \quad (5)$$

де P_d , - інтенсивність надходження даних; p_{di} – розрядність каналів надходження даних від i -го пристрою; F_{di} – частота надходження даних від i -о пристрою; m – кількість пристроїв, що під'єднуються до пристрою обміну, РБПП, - інтенсивність доступу до БПП; p_i – розрядність i -го каналу надходження даних до БПП; F_i – частота надходження даних в i -у каналі до БПП. Для реалізації такого узгодження використовуються методи і засоби послідовно-паралельного та паралельно-послідовного перетворень [8]. При реалізації перетворень необхідним є виконання наступної умови:

$$P_d \leq P_{БПП} . \quad (6)$$

Значення РБПП залежить як від швидкодії, так і від розрядності запам'ятовуючого середовища. Основною метою синтезу багатоканального пристрою обміну з буферизацією даних є отримання орієнтованої на НВІС-реалізації структури, яка забезпечує узгодження інтенсивності надходження даних з інтенсивністю доступу до БПП та має високу ефективність використання обладнання [6,9]. Вихідною інформацією для синтезу багатоканального пристрою обміну з буферизацією даних є:

- кількість вузлів АСУ ТП, що підключаються до пристрою обміну;
- швидкодія обміну в промисловій мережі;
- кількість і розрядність даних при обміні.

Для розробки багатоканального пристрою обміну з буферизацією даних використаємо метод часового розподілу ресурсів одновимірного запам'ятовуючого середовища. Даний метод вимагає для своєї реалізації менших апаратних затрат у порівнянні з іншими. Реалізацію методу часового розподілу ресурсів одновимірного запам'ятовуючого середовища доцільно використовувати у випадку виконання наступної умови:

$$T_{min} \geq m \cdot t_{ц} , \quad (7)$$

де T_{min} - найменший з періодів звертання пристроїв до БПП; $t_{ц}$ - цикл доступу до одновимірного запам'ятовуючого середовища; m – кількість пристроїв, що мають доступ до БПП. Виконання умови (7) дозволяє синтезувати пристрій обміну з інтенсивністю доступу, яка забезпечує роботу у реальному часі. Період T_{min} залежить від розрядності даних n , якими здійснюється обмін, і від швидкості їх передачі F_d в промисловій мережі (послідовному інтерфейсі). Значення періоду T_{min} обчислюється так:

$$T_{min} = \frac{n}{F_d} \quad (8)$$

Знаючи T_{min} можна визначити тц запам'ятовуючого середовища, яке повинно забезпечувати обмін даними в реальному часі. Дане значення визначається так:

$$t_{ц} = \frac{n}{mF_d} \quad (9)$$

Ємність БПП залежить як від кількості входів m , так від розмірів N_i і розрядності n_i масивів даних, якими обмінюються пристрої. Крім того, в БПП необхідно передбачити певний обсяг пам'яті V для зберігання даних, які використовуються при організації обміну. Виходячи з наведених міркувань ємність БПП можна визначити так:

$$Q = V + \sum_i^m N_i n_i \quad (10)$$

Сьогодні найперспективнішою елементною базою для реалізації одновимірного запам'ятовуючого середовища є мікросхеми оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗП) з малим часом циклу доступу $t_{ц}$ та великою ємністю Q .

Структура багатоканального пристрою обміну з буферизацією даних. Для реалізації промислової мережі використаємо інтерфейс 485, який має такі параметри [1]:

- двохпровідний, напівдуплексний, багатоточковий з диференційною передачею сигналів;
- підтримує до 32 вузлів, що під'єднуються до спільної шини; на коротких відстанях підтримується швидкість передачі даних до 10 Мбіт/с, а при максимальній довжині кабеля 1200 м підтримуються швидкості передачі до 100 Кбіт/с;
- одне джерело живлення +5В;
- діапазон напруг спільного режиму (-7В)-(+12В).

Структура багатоканального пристрою обміну з підключенням компонентів АСУ ТП через інтерфейс 485 наведена на рис.1, де ВК – вузол керування.

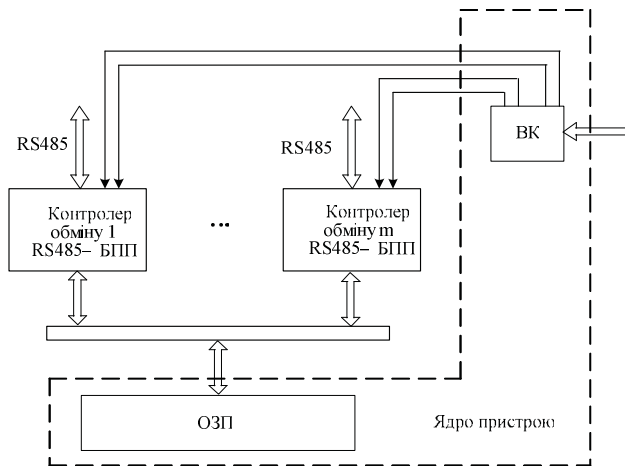


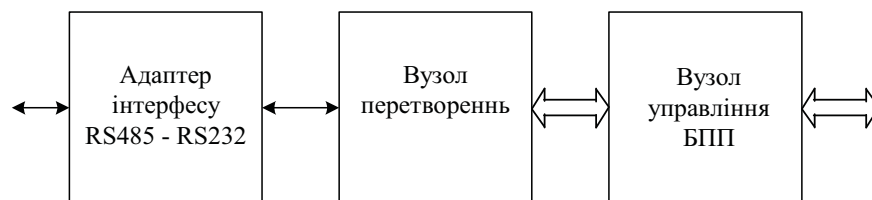
Рисунок 1 – Структура багатоканального пристрою обміну з буферизацією даних

Багатоканальний пристрій обміну з буферизацією даних складається з ядра пристрою, який є незмінним для всіх застосувань і контролерів обміну RS485-БПП, кількість яких визначається вимогами конкретного застосування. Ядро багатоканального пристрою обміну складається із ОЗП і вузла керування ВК, який забезпечує формування неперервної послідовності тактових імпульсів $TI1j$, $TI2j$, де $j=1, \dots, m$, тривалість яких рівна часу циклу звертання і часу запису (читання) в ОЗП відповідно [7].

Структура вузла керування ВК, який формує послідовності імпульсів для контролерів обміну, наведена на рис.2, де TI – тактові імпульси, $Tг$ – тригер, $РгУ$ – регістр управління; $Км$ – комутатор, $ПУ$ – вхід початкового установаження, $УпрКм$ – вхід управління комутатором. Однією із основних задач вузла ВК є синхронізація доступу до магістралі ОЗП асинхронно працюючих зовнішніх вузлів АСУ ТП та формування необхідної неперервної послідовності тактових імпульсів $TI1j$, $TI2j$. Перед початком роботи вузла ВК імпульсом на вході ПУ на входах всіх тригерів встановлюється значення лог.0. Налаштування вузла ВК на кількість каналів здійснюється програмно шляхом запису даних в регістр $РгУ$. В вузлі ВК формування тактових імпульсів $TI1j$, $TI2j$ здійснюється на основі методу фіксованих часових інтервалів [3,7]. Згідно з цим методом кожному j -у контролеру обміну циклічно надається фіксований часовий інтервал доступу до ОЗП. Даний часовий інтервал визначається за формулою (8).

Під'єднання до інтерфейсу RS485 і управління доступом до ОЗП здійснюється контролерами обміну RS485-БПП, які є однотипними та забезпечують такі можливості:

- Структура контролера обміну RS485-БПП наведена на рис.3.



Основними компонентами контролера обміну RS485-БПП є: адаптер інтерфейсу RS485-RS232, вузол перетворень і вузол управління БПП. Для реалізації адаптера інтерфейсу RS485- RS232 використовуємо готовий двонаправлений перетворювач інтерфесів MAX3162.

137

зла перетворень наведена на рис. 4, де ФСУ – формувач сигналів управління, Рг – регістр, ШД – шина.

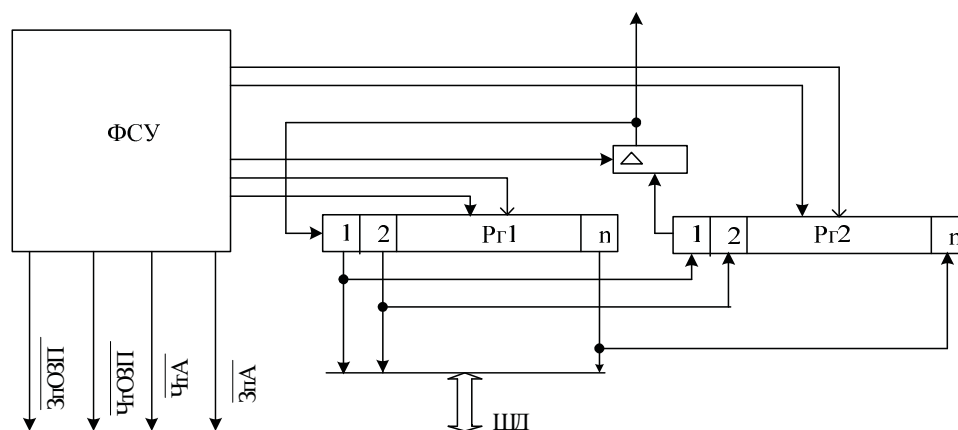


Рисунок 4 – Структура вузла перетворень

Реалізація перетворень ґрунтується на виконанні наступної рівності:

$$n_{Bx} F_{Bx} = n_{Bix} F_{Bix}, \quad (11)$$

де n_{Bx} – розрядність даних на вході перетворювача, F_{Bx} – частота надходження даних на вхід перетворювача, n_{Bix} – розрядність даних на виході перетворювача, F_{Bix} – частота даних на виході перетворювача. Кожне перетворення характеризується коефіцієнтом, який визначається наступним чином:

$$\beta = \frac{n_{Bx}}{n_{Bix}}. \quad (12)$$

Коефіцієнт перетворення може змінюватися у наступних межах:

$$\frac{1}{n_{Bix}} \leq \beta \leq n_{Bx}. \quad (13)$$

З виразу (13) видно, що коефіцієнт перетворення β дозволяє змінювати в широкому діапазоні параметри доступу до БПП. Значення коефіцієнту β визначає вид перетворення: $\beta < 1$ (паралельно-послідовне), $\beta > 1$ (послідовно-паралельне).

Для формування сигналів управління, адреси і даних при звертанні до ОЗП використовується вузол управління БПП [7]. Основними елементами вузла управління БПП є: схеми формування сигналів управління Ф1, Ф2 і Ф3; лічильник адреси ЛічАд; буферні регістри Рг1 і Рг2; шинні формувачі. Буферні регістри Рг1 і Рг2 дозволяють організувати конвеєрний режим доступу до ОЗП, при якому час звертання розбивається на два інтервали: перший – підготовчий, другий

– безпосереднього звертання до ОЗП. Схеми формування сигналів управління $\Phi 1, \Phi 2, \Phi 3$ є однотипними та призначені для фіксації сигналів $\overline{3nOЗП}$, $\overline{ЧmOЗП}$, $\overline{3nA\delta}$ і формування сигналів управління ОЗП: $\overline{BK}$ і $\overline{Чm/3n}$.

Висновки

Пристрої обміну для АСУ ТП з промисловою мережею доцільно реалізовувати багатоканальними з буферизацією даних з використанням інтегрованого підходу та принципів узгодженості, змінного складу обладнання і модульності.

Вдосконалено метод часового розподілу ресурсів одновимірного запам'ятовуючого середовища шляхом узгодження інтенсивності доступу до нього з інтенсивністю надходження даних, що забезпечує вибір необхідної швидкодії запам'ятовуючого середовища.

Розроблено для АСУ ТП з промисловою мережею багатоканальний пристрій обміну з буферизацією даних, в якому завдяки розпаралелюванню та програмному налаштуванню на кількість вузлів, що підключаються, забезпечено безконфліктний обмін даними у реальному часі та збільшено множину ведучих вузлів, що реалізують режим звертання багато до багатьох.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка. *Инфра-Инженерия*, 2008.- 927с.
2. Лапин А.А. Интерфейсы. Выбор и реализация.- Изд-во: Техносфера, 2005.- 168с.
3. Цмоць І.Г., Бондарук А.Б. Методи синтезу паралельної пам'яті спеціалізованих комп'ютерних систем реального часу. Науково-технічний журнал "Інформаційні технології і системи". Том 7, №2, Львів 2004, с. 113-118.
4. Цмоць І.Г., Демида Б.А. Синтез паралельної пам'яті для систем керування та цифрової обробки сигналів // Вісник ДУ "Львівська політехніка": "Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології", №370. - Львів, 1999. – С.9-18.
5. Цмоць І.Г., Батюк А.Є., Демида Б.А., Рашкевич Ю.М., Пасека М.С. // Особливості організації та базові структури пам'яті систем

- цифрової обробки сигналів // Збірник наук. праць "Комп'ютерні технології друкарства". - Львів, 1998. – С.90-92.
6. Цмоць І.Г., Рашкевич Ю.М., Демида Б.А., Ревич М.Р., Кашем А.М. Паралельна пам'ять систем управління та цифрової обробки і оцінка її основних характеристик // Вестник Харьковского государственного политехнического университета "Системный анализ, управление и информационные технологии", Вып.97. Харьков, 2000. – С.79-84.
7. Цмоць І.Г., Демида Б.А. Структурна організація багатопортової пам'яті на базі ВІС пам'яті з довільним доступом для мультипроцесорних систем цифрової обробки сигналів // Вісник ДУ "Львівська політехніка": "Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології", № 322. - Львів, 1997. – С.160-166.
8. Цмоць І.Г., Ваврук Є.А., Демида Б.А. Аналіз методів управління доступом до паралельної пам'яті // Вісник ДУ "Львівська політехніка": "Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології", №392. - Львів, 2000. - С.27-31.
9. Грушицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608с.