

Як видно з табл. 3, точність звичайного цифро-аналогового перетворення залежить тільки від кількості кодів миттєвих значень N , на основі яких формується вихідний сигнал. При використанні оптимізованого цифро-аналогового перетворення сигналів із збільшенням розрядності змінної часу v зменшується похибка формування миттєвих значень вихідного сигналу i , відповідно, похибки відтворення його форми та діючого значення. Очевидно, що при формуванні на основі кодів миттєвих значень сигналу, який складається із суми гармонічних складових, можна отримати аналогічні результати. Отже, проведені дослідження та моделювання особливостей формування синусоподібного сигналу на основі кодів його миттєвих значень показали ефективність запропонованого алгоритму оптимізації цифро-аналогового перетворення згідно з виразами (6), (7) та (8).

Отримані результати підтверджують загальновідому тезу про високу ефективність алгоритмічних методів зменшення складності апаратної реалізації пристроїв [2, 5]. Тобто при заданих вимогах до точності відтворення параметрів сигналу, що генерується, за рахунок використання цифро-аналогового перетворення із змінним кроком дискретизації, можна зменшити кількість кодів його миттєвих значень та їх розрядність i , відповідно, розрядність ЦАП, що використовується для формування вихідного сигналу.

1. Обозовський С.С. *Інформаційно-вимірвальна техніка / Методологічні питання теорії вимірювань*. – К., 1993. 2. Орнатский П.П. *Теоретические основы информационно-измерительной техники*. – К., 1976. 3. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. *Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтролерах*. – М., 1990. 4. *Справочник по устройствам цифровой обработки сигналов / Под ред. В.Н. Яковлева*. – К., 1988. 5. Цветков Э.И. *Процесорные измерительные средства*. – Л., 1982.

УДК 681.3

Парамуд Я.С., Гусар В.М.

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Електронні обчислювальні машини”

РОЗПОДІЛЕНА БАГАТОМАШИННА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ ЗАСОБАМИ

© Парамуд Я.С., Гусар В.М., 2002

Запропоновано структуру та узагальнений алгоритм роботи розподіленої багатомашинної комп'ютерної системи керування, яка може використовуватися в галузі телекомунікації. Порівняно із централізованою архітектурою спрощується реконфігурування, зростає надійність та зменшуються початкові інвестиції при інсталяції нової системи.

Structure and general algorithm of the distributed multicomputer control system which could be used in the telecom systems are proposed in the article. Comparing to the centralised architecture, better system reliability, reconfiguration capabilities and economic figures for new installations were achieved.

В останні два десятиріччя у всьому світі спостерігається інтенсивний розвиток систем мобільного зв'язку, який є не тільки вельми зручним, але в багатьох випадках просто

незамінним. Досить широке використання отримали стільникові системи радіозв'язку, створення яких стало великим науково-технічним досягненням 80-90-х років. На кожний тип системи розробляється стандарт, наявність якого сприяє ефективному впровадженню. Одним із найбільш поширених вважається стандарт GSM 900 [1].

Для побудови систем мобільного зв'язку стандарту GSM 900 (Global System for Mobile communication) використовують платформи (сукупність апаратних засобів, на базі яких можлива побудова різноманітних вузлів системи) різних виробників [2]. Переважна більшість із них існує на ринку протягом десятків років (наприклад, платформа AXE 10 фірми Ericsson відома на ринку телекомунікацій протягом 25 років). Оскільки виробники завжди дбають про збереження інвестицій своїх покупців, вони змушені забезпечувати сумісність обладнання "згори донизу" протягом певного часу, що гальмує впровадження нових технологій та новітніх архітектурних рішень у виробництво.

Більшість виробників (наприклад Ericsson, Siemens, Nokia) телекомунікаційного обладнання вимушено підтримують централізовані архітектури, що негативно відбивається на характеристиках продукуваних систем [3].

На сьогодні стало актуальним питання про перехід операторів мобільного зв'язку на системи третього покоління 3G (Generation 3), який знову ж таки гальмується необхідністю збереження вже вкладених в обладнання другого покоління коштів. Цей факт змушує виробників і операторів здійснювати повільний і розтягнутий на декілька років перехід із використанням проміжного покоління 2,5G.

До недоліків централізованої архітектури, які дозволяє усунути розподілена багатомашинна архітектура, можна віднести:

- зменшення надійності через відмову всієї системи при відмові центрального процесора;
- великі початкові інвестиції при встановленні нової системи, котрі використовуються неефективно, оскільки новий, високопродуктивний процесор може бути недовантажений при незначній кількості абонентів нової мережі;
- складність масштабування, оскільки максимальна продуктивність системи залежить від продуктивності процесора.

Необхідність заміни обладнання створює умови для появи на ринку нових сучасних архітектур, котрі не будуть обтяжені підтримкою попередніх версій, що одразу ж дає їм переваги в конкурентній боротьбі. Створення таких архітектур "з нуля" дає можливість використати сучасні досягнення в розробці комп'ютерних систем. Пріоритетним напрямком є створення багатопроцесорних систем з використанням розподілених обчислень та розподіленого керування [4].

Зменшити вагу недоліків централізованої архітектури дозволяє розподілена багатомашинна система, в якій кожен складовий елемент – це окрема повноцінна ЕОМ із власною локальною пам'яттю, процесором, кеш-пам'яттю, портами для доступу до високошвидкісної мережі, що об'єднує ЕОМ системи, та до ліній зв'язку з іншими вузлами мережі, найчастіше стандарту Е1 (метод передачі даних з швидкістю 2.048 Мбіт/с) [5].

Така побудова дозволяє відносно легко виконувати масштабування системи. При використанні відповідних конструктивних технологій зміна конфігурації можлива без зупинки всієї системи, що є дуже важливим показником для систем телекомунікацій, час простою яких є дуже дорогим, а тому й дуже важливим параметром.

Для підтримки можливості масштабування доступ до пам'яті віддалених ЕОМ в такій системі виконується шляхом обміну повідомленнями, що дозволяє вводити в працюючу систему додаткові ЕОМ без переконфігурації механізму звертання до пам'яті інших ЕОМ [6].

Хоча специфіка завдань, що виконуються системами телекомунікації, вимагає наявності декількох різних типів блоків в системі, доцільною видається реалізація різних функцій, наскільки це можливо, програмними засобами, аби зменшити кількість різних типів ЕОМ в системі та уніфікувати їх. Це можливо здійснити, якщо розділити всі ЕОМ на декілька категорій:

- ЕОМ, що мають інтерфейс до зовнішніх ліній зв'язку (термінальні елементи);
- ЕОМ, що працюють з голосовим трактом (наприклад, пристрій організації конференц-зв'язку, лунозаглушувач, генератор тонових сигналів та ін.);
- ЕОМ, що працюють із керуючими сигналами в різних системах сигналізації (наприклад, пристрій для сигналізації SS №7 (Singalling System No 7 – система сигналізації, що використовується в мережах ISDN – Integrated Services Digital Network, стандарт ССІТТ Q.700) [5], транскодери мовного сигналу, термінали керування базовими станціями).

ЕОМ кожної із цих категорій можуть мати однакову апаратну будову і відрізнятися тільки завантаженим програмним забезпеченням. Навіть якщо в систему доводиться вводити новий тип блоку, необхідно зберегти незмінним його інтерфейс із іншими ЕОМ в системі. Кількість ЕОМ кожної із цих категорій в системі може бути досить велика (до десятків і сотень), але крім них є ЕОМ, наведені в одиничному екземплярі, наприклад, підсистема вводу/виводу, будова якої кардинально відрізняється від будови всіх інших типів ЕОМ.

До структури розподіленої багатомашинної комп'ютерної системи керування відповідно до покладених на неї функцій доцільно включити такі складові:

- комутаційне поле;
- система керування комутаційного поля;
- термінальні модулі, для під'єднання зовнішніх ліній зв'язку до комутаційного поля із логікою керування процесом встановлення з'єднання;
- сигнальні модулі для передавання керуючої інформації системи сигналізації SS №7 та інших;
- модулі голосових повідомлень (автоінформатори);
- підсистема вводу/виводу та зберігання інформації;
- мережа, що об'єднує всі складові системи.

Використовуючи наведені принципи, запропоновано структурну схему системи, яка наведена на рис. 1.

Структура та функції елементів системи описані нижче.

Комутаційне поле та його систему керування доцільно виконати за класичними та добре описаними в літературі схемами [3, 7].

Одним із ключових є термінальний елемент. Функції термінальних елементів можна поділити на дві групи:

- функції безпосереднього впливу на трафік користувача;
- функції керування.

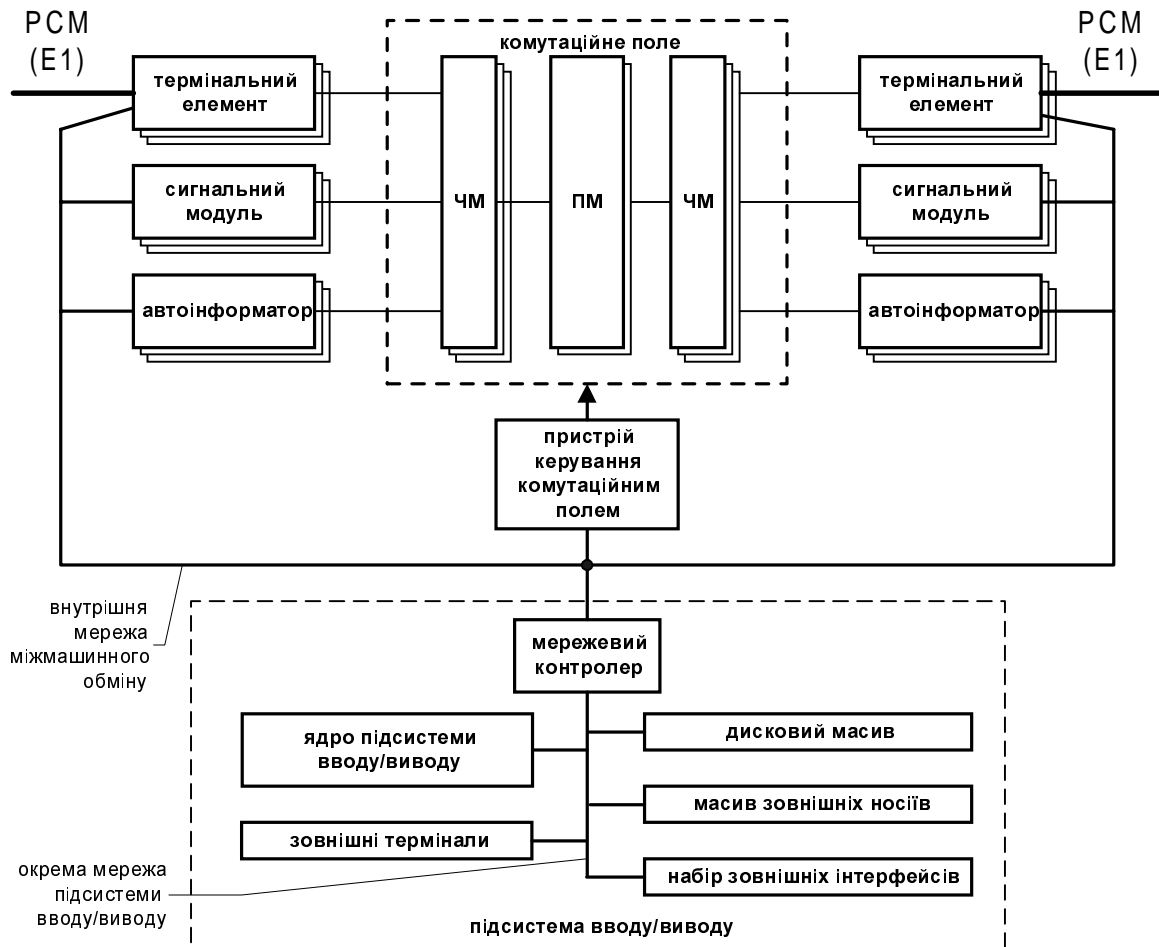


Рис. 1. Структурна схема розподіленої багатомашинної системи керування

До першого типу належать:

- перетворення інтерфейсів (E1 до внутрішнього інтерфейсу комутаційного поля та навпаки),
- контроль за станом абонентських і з'єднувальних ліній – постійне сканування лінії і передавання отриманої інформації (абонентська лінія в стані спокою, абонент зняв трубку) в керуючий пристрій, який вирішує питання про подальші дії;
- розпізнавання керуючих сигналів від користувача (тональні сигнали), генерація необхідних керуючих сигналів та інформаційних тонів;
- спостереження за процесом з'єднання, в тому числі за прийманням і передаванням сигналів телефонного апарата абонента (здійснюється без участі керуючого пристрою);
- роз'єднання – виявивши, що розмову закінчено, керуючий пристрій надсилає команду на розмикання з'єднувальних елементів відповідно до запису про з'єднання;
- дистанційна сигналізація про несправності – операція, що повторюється постійно, технічна реалізація якої зазвичай не дуже складна, але вимагає передачі значного обсягу інформації. Прикладом використання цієї функції є обробка даних про стан абонентських ліній (дані про зміну стану лінії є цікавими лише в тому випадку, якщо вони надходять постійно).

Функції керування полягають в:

- аналізі керуючої інформації від користувача (наприклад, номери, що викликається);
- визначенні термінального елемента, до якого необхідно здійснити комутацію;

- встановленні зв'язку між вхідним та вихідним термінальними елементами шляхом взаємодії із вихідним термінальним елементом та керуючим пристроєм комутаційного поля;
 - моніторингові процесу проходження сеансу зв'язку;
 - роз'єднанні абонентів та звільненні зв'язку в комутаційному полі.
- Структурна схема термінального елемента наведена на рис. 2.

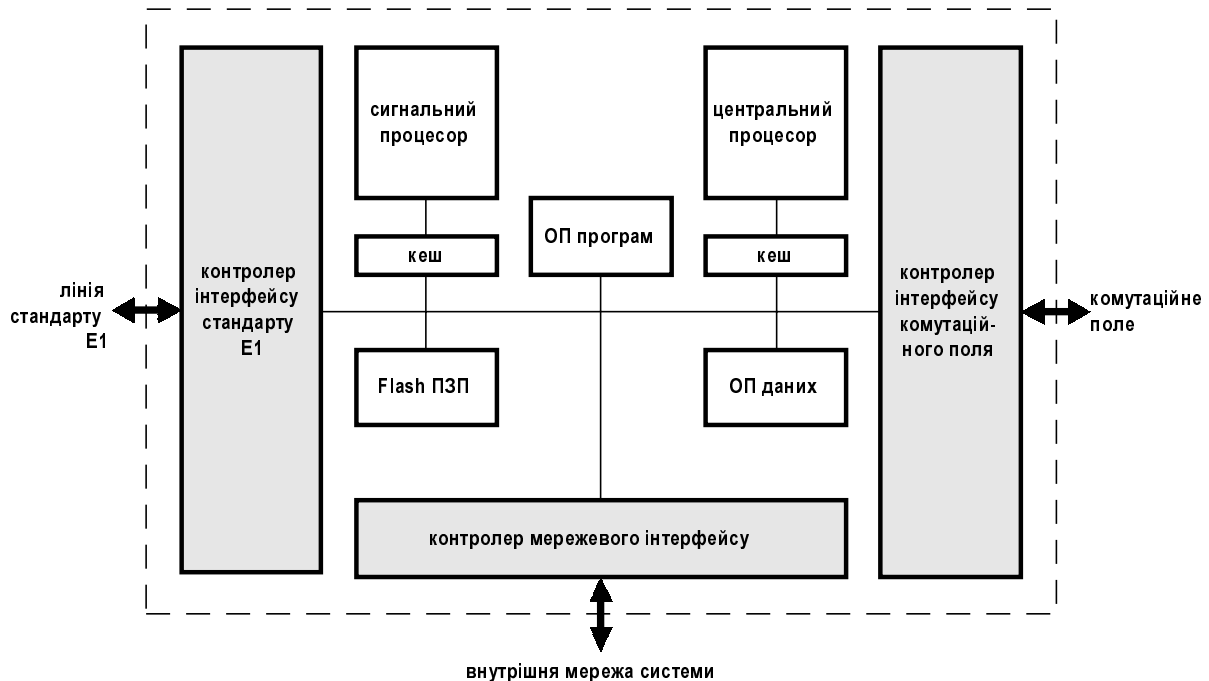


Рис. 2. Структурна схема термінального елемента

Для виконання вказаних функцій термінальний елемент повинен містити:

- контролери інтерфейсів, під'єднаних до нього;
- сигнальний процесор для роботи із сигналами каналу E1;
- центральний процесор для керування всією системою;
- Flash ПЗП для зберігання початкової програми завантаження та постійних установок;
- оперативну пам'ять програм та даних (які можуть бути суміщені);
- кеші для обох процесорів, які можуть бути багаторівневими.

Сигнальні елементи використовуються для передачі керуючої інформації між вузлами мережі мобільного зв'язку. Вони не мають інтерфейсу до зовнішніх ліній стандарту E1, а використовують комутаційне поле для з'єднання із термінальними елементами. Така реалізація зумовлена тим фактом, що для передачі керуючої інформації, як правило, використовується досить незначна кількість тайм-слотів на лінії E1, при цьому, щоб забезпечити повне використання пропускну здатності каналу, інші тайм-слоти можуть бути використані для передачі трафіку користувача.

За своєю структурою сигнальний елемент дуже схожий до термінального, але в ньому відсутній контролер інтерфейсу стандарту E1. Крім того, функції, що виконують процесори, в цьому випадку відрізняються. Сигнальний процесор проводить аналіз і генерацію керуючих сигналів певної системи сигналізації (наприклад SS№7), керування цим процесом здійснює центральний процесор, який віддає команди про генерацію певного сигналу. Крім того, центральний процесор забезпечує керування елементом і організовує проклучення сигналів від цього елемента до необхідної лінії, що йде до іншого вузла мережі. Структурна схема сигнального елемента наведена на рис. 3.

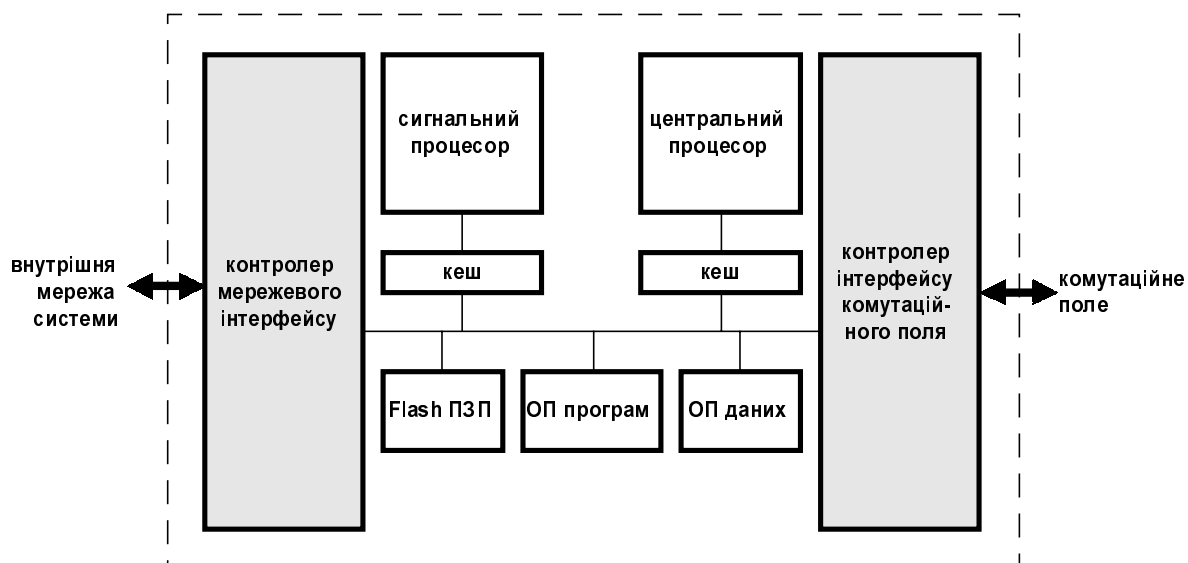


Рис. 3. Структурна схема сигнального елемента

Елементи голосових повідомлень – автоінформатори – так само, як і сигнальні елементи, не мають виходу на зовнішні лінії зв'язку, вони з'єднуються із термінальними елементами через комутаційне поле на час програвання запису голосового повідомлення.

Структурна схема елемента голосових повідомлень така ж сама, як і в сигнального модуля. Відрізняються тільки виконувані задачі та деякою мірою об'єм апаратних засобів. Оскільки в цьому елементі повинно зберігатися досить багато записів голосових повідомлень, обсяг його оперативної пам'яті даних повинен бути дуже великим. Доцільним було б використання форматів стиснення аудіоінформації, наприклад MP3.

Функції центрального процесора в цьому елементі полягають у виборі із пам'яті необхідного для програвання повідомлення та комутації його через комутаційне поле до відповідного абонента. Сигнальний процесор потрібен в елементі голосових повідомлень перш за все для роботи із стисненим звуком.

Підсистема введення/виведення та зберігання інформації є одним із найскладніших вузлів системи. Її функції такі:

- зберігання поточної конфігурації системи на випадок перезавантаження;
- зберігання копій програмного забезпечення, що завантажене в блоки системи на випадок перезавантаження;
- завантаження відповідних програмних модулів через мережу у відповідний блок за запитом із нього;
- збирання, зберігання та передача статистичної інформації про роботу системи;
- збирання, зберігання та передача записів про здійснені дзвінки для подальшої генерації рахунків для користувачів;
- передача команд оператора від терміналу, підключеного до підсистеми введення/виведення, до необхідного модуля через мережу системи та передача виводу від модулів до терміналу оператора;
- індикація сигналів стану системи та сигналів тривоги.

Перераховані вище функції зумовлюють структуру цієї підсистеми, схематично наведена на рис. 1.

Складові цієї структури такі:

- мережевий контролер – забезпечує зв'язок підсистеми введення/виведення із внутрішньою мережею системи для передачі команд та програмного забезпечення.

- ядро комп'ютера підсистеми введення/виведення – містить власне процесор, ПЗП із програмою початкового завантаження, оперативну пам'ять і керує виконанням всіх вищеописаних функцій даної підсистеми. Крім того, процесор дозволяє операторові звертатися до будь-якої з ЕОМ системи через команди із вказанням адреси потрібної ЕОМ. Процесор здійснює трансляцію команд із мови користувача на машинну мову, передає команду через мережу системи, отримує відповідь відповідної ЕОМ, транслює її в мову користувача та виводить на термінал.

- дисковий масив – використовується для зберігання інформації про користувачів, програмного забезпечення всіх модулів системи, резервного копіювання конфігурації системи та для тимчасового зберігання даних про здійснені дзвінки. До цього вузла висуваються дві основні вимоги: висока швидкість доступу до даних та висока надійність, тому видається доцільною реалізувати його, як RAID-масив;

- масив зовнішніх носіїв – призначений для обміну інформацією із зовнішнім середовищем, зокрема, для запису нових версій програмного забезпечення на жорсткий диск, здійснення резервного копіювання конфігурації системи. Масив може містити CD-RW, ZIP.

- набір зовнішніх інтерфейсів – дозволяє здійснювати віддалений доступ до системи, що використовується для керування мережею мобільного зв'язку із одного центру, регулярної передачі статистичної інформації в центр обробки. Як такі інтерфейси можуть бути використані, наприклад, V90, X.25, E0, E1, Ethernet.

- зовнішні термінали – є інтерфейсом між оператором та системою, дозволяють вести діалог із системою шляхом введення команд та виведення реакції системи. Термінали можуть під'єднуватися через послідовний порт. Як термінал можуть використовуватися принтер та спеціальне табло виведення сигналів тривоги.

- мережа підсистеми введення/виведення – повинна забезпечувати обмін інформацією між вузлами підсистеми із високою швидкістю, аби вона не була "вузьким місцем" в системі. Тому доцільно використати тут шину SCSI 2.

Мережа, що об'єднує елементи системи, в нормальному режимі використовується тільки для передавання керуючої інформації між елементами. Якщо відбувається перезавантаження системи або додавання нових модулів, мережа може використовуватися для передачі програмного забезпечення із підсистеми введення/виведення до необхідного елемента. Весь трафік користувачів передається через комутаційне середовище.

Інформація, що передається внутрішньою мережею, переважно складається із коротких керуючих повідомлень, тому вибирати архітектуру мережі потрібно із врахуванням специфіки трафіку.

Як фізичний рівень стеку протоколів внутрішньої мережі системи доцільно використати Ethernet, оскільки сучасні його види (100Mbit Ethernet, Gigabit Ethernet) забезпечують достатню пропускну здатність [8]. Вищі рівні стеку видається доцільним розробити спеціально для даної системи, оскільки потрібно врахувати такі специфічні властивості даної мережі:

- мережа однорівнева;

- фізичні адреси всіх ЕОМ відомі (можлива ручна конфігурація або автоматична на стадії запуску системи);

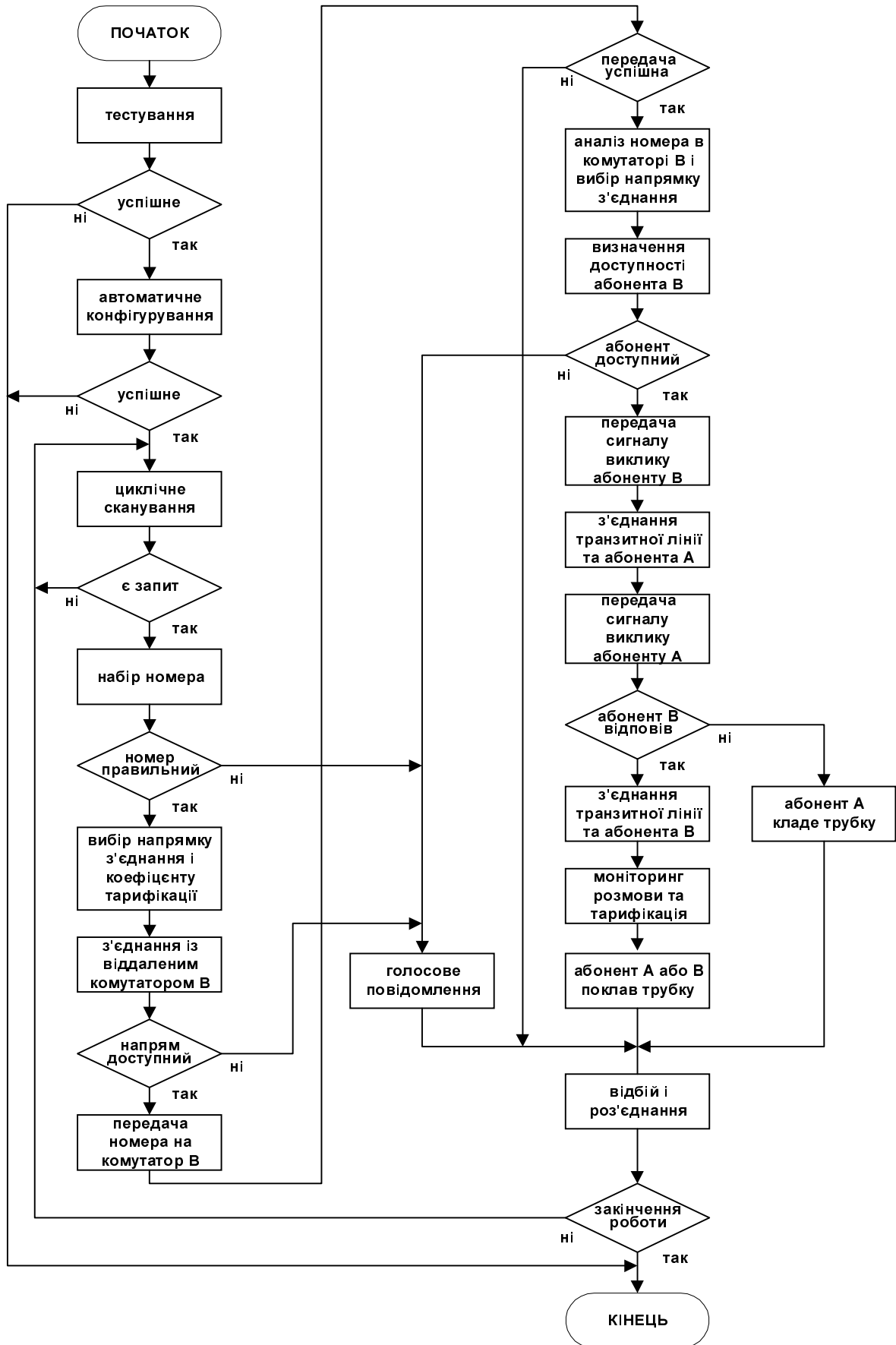


Рис. 4. Блок-схема узагальненого алгоритму роботи системи керування

– розміри пакетів даних становлять декілька байтів, тому й розміри службових полів в пакеті повинні бути малими, щоб досягти прийнятної ефективності використання пропускної здатності;

– мережа повинна забезпечувати гарантований час відповіді.

Функціонування запропонованої розподіленої багатомашинної системи керування можна пояснити узагальненим алгоритмом, блок-схема якого наведена на рис. 5. У ньому прийняті такі позначення: абонент А – абонент, що ініціює дзвінок (під'єднаний до вихідного комутатора), абонент В – абонент, що приймає дзвінок (під'єднаний до комутатора призначення).

У нормальному режимі система циклічно сканує всі під'єднання користувачів для визначення моменту появи запиту на встановлення зв'язку (для мобільних абонентів це передача запиту із номером через передавач (BTS – Base Transceiver Station) та базову станцію (BSC – Base Station Controller) до комутатора (MSC – Mobile Services switching Center), а для звичайних користувачів – зняття трубки).

Після отримання запиту від користувача система видає сигнал готовності і очікує на приймання цифр номера. Після отримання 2-3 цифр починається аналіз номера для визначення напрямку комутації дзвінка та тарифікації.

Коли визначено напрямком комутації, система пробує зв'язатися із АТС призначення через один з каналів РСМ-лінії (Pulse-Code Modulation Line) і очікує на сигнал підтвердження готовності АТС призначення приймати номер. Коли такий сигнал отримано, починається передавання цифр номера із підтвердженням приймання після кожної цифри.

Отриманий в АТС призначення номер також аналізується з метою встановити місце під'єднання до системи абонента В (Location Area – зону перебування для мобільного користувача або фізичний порт для звичайного користувача). Після його встановлення система визначає, чи доступний зараз абонент. Якщо абонент доступний, здійснюється під'єднання транзитного каналу для розмови до абонента В (із встановленням каналів між MSC, BSC, BTS та MS (Mobile Station), якщо абонент мобільний) і надсилає йому сигнал виклику. Одночасно сигнал виклику через під'єднаний транзитний канал передається на вихідний комутатор із сигналом про доступність абонента В. Вихідний комутатор здійснює під'єднання транзитної лінії до лінії абонента А і надсилає йому сигнал підтвердження виклику абонента В.

Коли абонент В відповідає, від розмовного тракту від'єднується генератор сигналу виклику і під'єднується лінія абонента В. З цього моменту зв'язок вважається встановленим і починається відлік тарифікаційних одиниць.

Коли система встановлює, що зв'язок розірвано, відлік тарифікації припиняється і дається команда на звільнення всіх задіяних ресурсів.

Висновки

Використання розподіленої архітектури в системах керування такої складності дозволяє:

- значно знизити час простою обладнання через несправність центрального процесора;
- знизити початкові інвестиції при встановленні нової мережі мобільного зв'язку;
- збільшити можливості масштабування систем комутації.

Використання таких систем можливе при проектуванні платформ для 3G. В описаній структурі реалізовано задекларовані переваги розподіленої системи, вона має універсальний характер і може застосовуватися в інших сферах.

1. *GSM statistics*. (веб-сайт www.gsmworld.com). 2. Экономов А. *Сети GSM. Взгляд изнутри*. (веб-сторінка ixbt.com/mobile/gsm-nets.html). 3. Варламова О. *Большая электронная коммутация // Сети*. – 1998. – № 9 (веб-сайт www.osp.ru). 4. Корнеев В.В. *Параллельные вычислительные системы*. – М., 1999. – 320с. 5. Туммель Э., Джеймс С., Пискителло Д., Пфайфер Л. *ISDN просто и доступно*. – М., 1999. – 284 с. 6. Корнеев В.В. *Архитектуры с распределенной разделяемой памятью // Открытые системы*. – 2001. – № 3 (веб-сайт www.osp.ru). 7. Ulf Hansson, Terenzio Paone. *New hardware in AXE – The group switch. // Ericsson Review*. – 1997. – № 2. (веб-сайт www.ericsson.com/review). 8. *Наиболее распространенные коммуникационные технологии*. (веб-сайт www.parallel.rb.ru).

УДК 621.372

В.Я. Пуйда

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра “Електронні обчислювальні машини”

ПІДСИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОБ’ЄКТА СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОБОТА

© Пуйда В.Я., 2002

Запропоновано структуру підсистеми визначення координат об’єкта, структуру вузла формування цифрового зображення сцени та варіанти реалізації вузлів виявлення об’єкта та визначення його координат.

In a paper the structure of a subsystem of the definition of coordinates of plant, structure of a knot of shaping of a digital image of the scene and variants of an realization of knots of detection of plant and definition it of coordinates is offered.

Все більшого поширення набувають задачі автоматичного розпізнавання зображень в наукових дослідженнях та технічних системах. Проблематика розпізнавання зображень інтенсивно проникає в галузі, раніше безпосередньо не пов’язані з обробкою візуальної інформації. Так, в промисловості, наприклад, на складальних операціях, давно використовувались електромеханічні роботи-маніпулятори. На експериментальних виробництвах встановлювались маніпулятори, обладнані системами технічного зору (СТЗ). Але тільки з появою високопродуктивних мікропроцесорних засобів та з розвитком технологій побудови програмованих логічних матриць з’явилась можливість реального масового впровадження інтелектуальних роботів, обладнаних ефективними системами технічного зору, здатними вирішувати складні задачі обробки зображень, ідентифікації об’єктів та раціонального керування виконавчими механізмами.

Інтелектуальні роботи здатні вирішувати технічні задачі без участі або з мінімальним контролем та втручанням оператора завдяки потужним засобам, які можуть обробляти в