

УДК 681.3.06

В.Тимчишин

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

НАГРОМАДЖУВАЧ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

На основі аналізу типових застосувань спеціалізованих комп'ютерних систем запропоновано плату електронного нагромаджувача обсягом 1М, яка вставляється в слот ISA IBM PC і автоматично виявляється комп'ютером на етапі його завантаження. Програмне забезпечення підтримки дозволяє емулювати гнучкий диск (із завантаженням операційної системи) у бездисккових робочих станціях на базі IBM PC та мікроконтролера 89C51.

Аналіз результатів оптимізації за вартісно-функціональними характеристиками спеціалізованих комп'ютерних систем (СКС) з використанням автоматизованої системи оптимізації [1] виявив доцільність реалізації більшості вимірювально-керуючих і термінальних СКС на базі мікропроцесорних (МП) платформ 80×86 (материнська плата персонального комп'ютера IBM PC) та 8×51 (базова обчислювальна потужність на однокристальній мікро-ЕОМ із нарощеною зовнішньою пам'яттю із можливістю під'єднання плат розширення). Вибір двох МП платформ [2] вимагає вироблення та формування відповідних наборів плат розширення (вимірювально-керуючих, термінальних, адаптерів мережі, нагромаджувачів тощо), а також відповідного програмного забезпечення (ПЗ) їх підтримки. Для зведення наборів плат розширення до одного запропоновано включити у розроблений базовий контролер на МП платформі 8×51 [3] системну шину (СШ), яка реалізовує мінімальний інтерфейс шини ISA IBM PC (8 ліній адрес і 8 даних, сигнали запису і зчитування, набір 8 входів переривань, апаратний скид та ін.). При цьому адресний простір 64К даних однокристальної мікро-ЕОМ 8×51 [4] гарвардської архітектури поділений на молодші 32К зовнішнього ОЗП, 16К базових портів вводу-виводу і ресурсів системної плати та 16К плат розширення (порти вводу-виводу, відбиті на пам'ять), при звертанні до яких формуються сигнали згаданої СШ. Сформований з використанням запропонованого підходу єдиний набір плат розширення вставляється у слот ISA IBM PC або під'єднується до СШ 8×51.

При виробленні набору плат розширення МП платформ 80×86 і 8×51 для побудови дистрибутивних [5, 6] та мобільних [7] СКС виникла потреба дискового нагромаджувача і автономного завантаження операційної системи (ОС) і прикладного ПЗ. Відомі методи реалізації завантажувача в IBM PC передбачають або використання традиційних дискових нагромаджувачів (завантаження з вінчестера, дискети, компакт-диска) [8], або віддалене завантаження ПЗ бездисккової станції через локальну мережу [9]. Для однокристальних мікро-ЕОМ [4] системне і прикладне ПЗ невеликого обсягу є у внутрішній або зовнішній постійній пам'яті. Аналіз типових застосувань автономних контролерів, лічильників та ін. [7] показав, що типовий обсяг енергонезалежної пам'яті, необхідний для їх тривалого функціонування, не перевищує 1М. Крім цього, для побудови СКС реального часу на базі 80×86 обсяг нагромаджувача для системного (ОС QNX [10], MS DOS [11]) і прикладного ПЗ переважно також не перевищує 1М. Існує багато застосувань, де умови експлуатації (температура, вологість, агресивні середовища) не дозволяють використати типові дискові нагромаджувачі. Віддалене завантаження реалізовується тільки для дистрибутивних мережових СКС, крім цього, є СКС, у яких робоча станція має завантажуватися і виконувати базові функції навіть за умов несправності сервера чи мережі. Використання бездисккових станцій значно зменшує небезпеку враження комп'ютерними вірусами і копіювання конфіденційної інформації, а також ускладнює проникнення до таких СКС, що особливо актуально для закритих структур.

Для одночасної реалізації нагромаджувача у СКС і завантаження ПЗ для автономних контролерів на МП платформах 80×86 і 8×51 сформульовані технічні характеристики (обсяг до 1М, споживана потужність - 3Вт, час доступу і зчитування - 100 нс, висока вібростійкість, діапазон робочих температур від -30°C до +50°C, можливість роботи в агресивних середовищах, габарити до 150×100 мм) і функціональні вимоги (повна емуляція функцій традиційних дискових систем для прозорості взаємодії з усіма системними і прикладними програмами на рівні ОС і базової системи вводу-виводу BIOS, виявлення драйвера такого нагромаджувача як ПЗП розширення [11] і регламентована взаємодія BIOS з ним на етапі завантаження комп'ютера, завантаження ОС з такого нагромаджувача на випадках відсутності в системі завантажувальних дисків, блокування перезапису системних файлів або диска у цілому та інші). Виконання перелічених технічних вимог має забезпечуватися апаратно (використання сучасної елементної бази, конструктив шини ISA комп'ютера IBM PC), а функціональні вимоги - відповідною структурою ПЗ нагромаджувача.

Запропоновано плату електронного нагромаджувача (ЕН) на флеш-пам'яті фірми Atmel (див. рис. 1), яка емує гнучкий диск обсягом до 1М, задовольняє перелічені технічні та функціональні вимоги і реалізовує регламентовані алгоритми взаємодії. Для платформи на 8×51 плата використовується лише як емулятор диска (без реалізації завантаження ОС і ПЗ).

На рис.1 показані сигнали шини ISA IBM PC, блок перемикачів SWITCH на платі дозволяє за рахунок вибору прямих чи інвертованих ліній адрес $A_{13}-A_{17}$ встановити базову адресу діапазону 8К, використовуваного платою в адресному просторі пам'яті IBM PC (адреси C0000h...EE000h). Це забезпечує не лише безконфліктне співіснування з іншими платами розширення, але й розміщення плати за довільною найменшою адресою (C0000h - для станції без відеосистеми, C8000h - з відеокартою і т.п.) для оптимального використання блоків верхньої пам'яті [11].

Плата ЕН (рис.1) використовує сторінкову адресацію пам'яті, її адресний простір 8К ділиться на два блоки по 4К кожен. Для запису (зчитування) блоку 4К даних або програми а адресному просторі комп'ютера (контролера), починаючи з базової адреси плати, треба насамперед встановити відповідний номер у сторінковому реєстрі (СР). СР реалізовано як комірку пам'яті (для IBM PC), а не як порт вводу-виводу з метою спрощення схеми дешифрації плати. Практично всі плати розширення IBM PC дозволяють встановити базову адресу пам'яті на межі 16К (або 8К), тому немає нерационального використання ЕН адресного простору IBM PC. Для забезпечення розпізнавання і передачі керування ПЗП розширення СР повинен встановити при апаратному перезавантаженні комп'ютера (активному рівні сигналу Reset СШ) фіксований номер області - ПЗП розширення на платі ЕН.

СР, блок SWITCH і схема керування залежно від стану СШ і СР логікою роботи плати LOGIC (див. рис.1) реалізовані на традиційних мікросхемах або з використанням програмованих логічних пристроїв PLD (наприклад, фірми Atmel [12]). Схема LOGIC виробляє сигнали обнулення СР при сигналі Reset СШ (сигнал CP_R), запису з шини даних D_0 , номера сторінки у СР (сигнал CP_w), а також сигнали запису ($FL1_{wr}$ і $FL2_{wr}$) та зчитування ($FL1_{rd}$ і $FL2_{rd}$) відповідно першої та другої мікросхеми флеш-пам'яті AT29C040A обсягом 512К кожна [13]. Функції, які реалізовує схема LOGIC для вироблення згаданих сигналів, описані поданими залежностями (1)-(6).

$$FL1_{wr} = F(A) \cup A_{12} \cup SMEMW \cup A'_{19} \quad (1)$$

$$FL2_{wr} = F(A) \cup A_{12} \cup SMEMW \cup A'_{19} \quad (2)$$

$$FL1_{rd} = F(A) \cup A_{12} \cup SMEMR \cup A'_{19} \quad (3)$$

$$FL2_{rd} = F(A) \cup A_{12} \cup SMEMR \cup A'_{19} \quad (4)$$

$$CP_w = \overline{F(A) \cup A_{12} \cup SMEMW} \quad (5)$$

$$CP_R = \overline{Reset} \quad (6),$$

де

$$F(A) = S(A_{13}) \cup S(A_{14}) \cup S(A_{15}) \cup S(A_{16}) \cup S(A_{17}) \cup \overline{S(A_{18})} \cup \overline{S(A_{19})},$$

$S(A_{13})...S(A_{17})$ - прями або інверсні адреси, вибір яких визначається у блоці SWITCH.

Залежності (1)-(6) наведені для використання ЕН з 8-розрядною шиною даних ISA для 16-розрядних даних $FL2_{WR}=FL1_{WR}$ і $FL2_{RD}=FL1_{RD}$. Реалізація розділених сигналів керування записом і зчитуванням (замість використання сигналів вибору мікросхем пам'яті CS) зумовлена типовим часом реагування мікросхем AT29C040A різного виконання 120-200 нс після повернення з неактивного стану мікроспоживання, що невластиво для певних моделей IBM PC. Запропонована схема керування пам'яттю дозволила скоротити типовий час реагування до 50-80 нс [13]. На адресні входи мікросхем флеш адреси $A_{0..11}$ (вибір байта у межах сторінки 4K) надходять безпосередньо із ЦШ, а старші адреси $A_{12..18}$ - із СР. Запис (із попереднім стиранням) у AT29C040A відбувається поблоково (розмір сектора 256 байт), що цілком достатньо для емулятора дискової системи, де обмін з нагромаджувачем відбувається також поблоково (переважно розмір сектора 512 байт) [8]. У випадку емуляції захищеної від запису дискети (лише для завантаження програм) доцільно використати альтернативну, дешевшу флеш-пам'ять AT49F040 з одночасним стиранням 512K і наступним побайтовим записом.

Плата ЕН спроектована для забезпечення максимальної гнучкості вибору конфігурації (використання 512K або 1M, 8- або 16-розрядного обміну даними). При використанні 1M пам'яті для забезпечення сумісності із 8-розрядним IBM PC XT, а також із контролером на 8×51 передбачено стандартний 8-розрядний обмін даними з ЦШ. При цьому у блоці конфігурування D8/16 (рис. 1) входи даних мікросхем пам'яті з'єднані з $D_{0..7}$ ЦШ. При необхідності 16-розрядного обміну на шині ISA IBM PC для підвищення продуктивності системи дані другої мікросхеми пам'яті перекомутовані на $D_{8..15}$ ЦШ у блоці D8/16.

Для додаткового захисту від випадкового запису системних файлів ОС доцільно є блокувати запис ЕН у перші 16K першої мікросхеми AT29C040A, що досягається її відповідним програмуванням після запису даних [13]. При використанні ЕН як емулятора захищеної від запису дискети можна також встановити перемикачі SW2 (див. рис.1) сигналів запису $FL1_{WR}$ і $FL2_{WR}$ на час запису образу дискети спеціальним сервісним ПЗ і далі вимикати ці перемикачі для апаратного запобігання випадковому стиранню.

При необхідності використання нагромаджувача більших обсягів нескладна програмно-апаратна модифікація ЕН забезпечує емуляцію диска обсягом до 4M.

Програмне забезпечення підтримки ЕН поділяється на сервісне і системне. Сервісне програмне забезпечення дозволяє скопіювати образ підготовленої дискети обсягом 508K або 1020K у флеш-пам'ять плати. Дискета форматується із параметрами: 2 сторони, 8 або 16 секторів на доріжку, 64 доріжки. Після цього на неї переносяться всі необхідні системні і прикладні файли, при потребі тестується завантаження комп'ютера з цієї дискети. Далі образ записується у флеш сервісною програмою, дописується системне ПЗ - драйвер ЕН відповідної структури для забезпечення алгоритму взаємодії з IBM PC.

На бездисковому комп'ютері перевстановлюється обробник вектора int13h, що емує 6 функцій драйвера гнучкого диска - скид, отримання попереднього статусу, зчитування і запис секторів, верифікація та форматування [8]. Після встановлення вектора виконується завантаження ОС із емульованого диска A:. При емуляції захищеної від запису дискети для виклику функцій запису і форматування ЕН видається код "помилка запису на захищений диск".

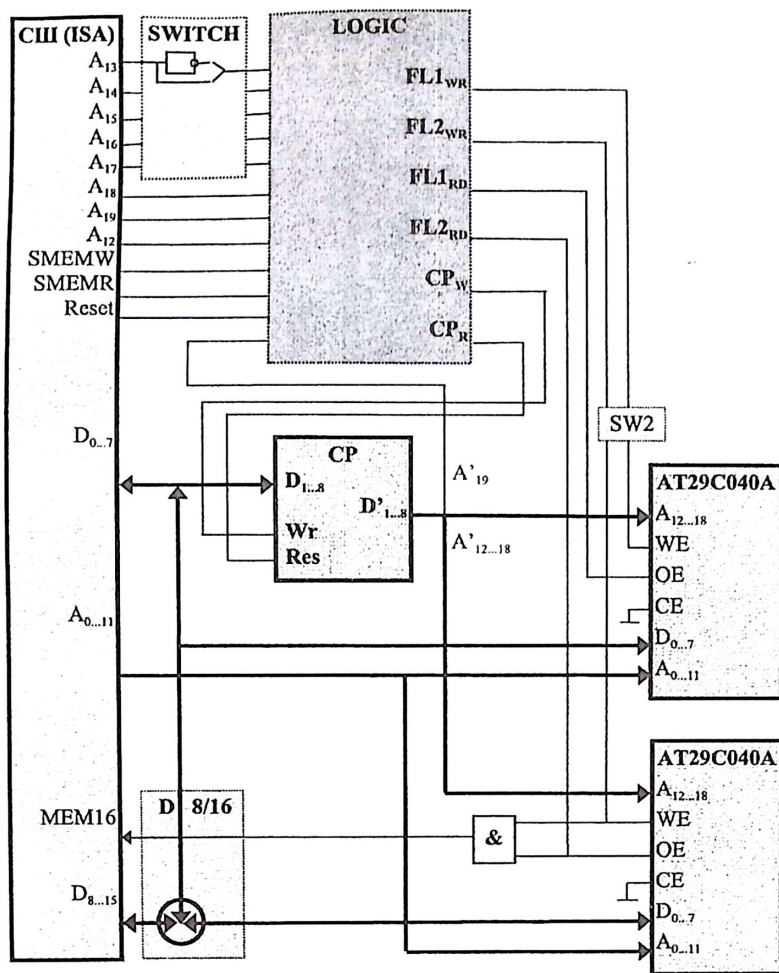


Рис. 1. Структурно-принципова схема електронного нагромаджувача

Вироблений ЕН завдяки високій надійності і ресурсу роботи (гарантується не менше, ніж 10000 перезаписів [13]), низькій вартості (відповідає вартості нагромаджувача на гнучких дисках), простоті обслуговування і підготовки даних для нього, сумісності з комп'ютерами платформи 80×86 і контролерами на 8×51, можливості експлуатації в агресивних індустріальних умовах (діапазон температур від -40 до +85°C [12-13]), а також підвищеній захищеності інформації на такій бездисковій станції, знайшов широке застосування. Зокрема, з його використанням створено контролер-табло для плавального басейну, впроваджені комп'ютерні робочі місця у банках та обмінних пунктах. Його доцільно використовувати в контролерах стану

спергетичних об'єктів, комп'ютерних класах, на транспорті і в мобільних системах. З питань співпраці можна звертатися:

Тел. (0352) 265773; e-mail: tymchyshyn@tu.edu.te.ua

Flash disk 1M board inserted in IBM PC ISA slot and automatically detected at computer boot is offered starting from analysis of specialised computer systems typical applications. The support software allows to emulate floppy disk (with operating system loading) in diskless workstations based on IBM PC or 89C51 microcomputer.

Література

1. Kochan V.V., Tymchyshyn V.O. Automated System for Optimization of Measurement-Control Networks. // Actual Problems of Measuring Technique "Measurement-98". Proc. of the Internat. Conf. - Kyiv: NTUU "KPI", AUS DAAD, 1998 -310 p. - pp. 92-93.
2. Тимчишин В.О. Техніко-економічний аналіз шляхів створення мережі інтелектуальних вимірювально-керуючих модулів. - Київ: УсІМ, 1997. - □ 6.- С. 43-51.
3. Кочан В.В., Тимчишин В.О. Контролер з дистанційною реконфігурацією // Вісник Тернопільського Державного Технічного Університету ім. І.Пулля. - Тернопіль, 1998. - Т. 3.- Число 3.
4. Боборыкин А.В. и др. Однокристалльные микро-ЭВМ. -М., 1994. - 400 с.
5. V.Kochan, V.Tymchyshyn. Construction of Distributed Information Measurement Systems on the Basis of Modified RS-232C Interface. Proc. of the 10th IMEKO TC-4 Symp. on Development in Digital Measuring Instrumentation and 3rd Workshop on ADC Modelling and Testing - September 17-18, 1998 - Naples, Italy. pp. 723-726.
6. Дубина А.Б., Кочан В.В., Мартинюк В.І., Тимчишин В.О., Шкодзіпський О.К. АСУ лікувального закладу на основі багаторівневої обчислювальної мережі // Вісник Тернопільського Державного Технічного Університету ім. І.Пулля. - Тернопіль, 1997.- Т. 2, Число 2.- С. 77-83.
7. Гудков Ю.И. Базовые модули обработки информации для портативных контрольно-измерительных устройств. // Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления "Датчик-97".Тез. докл. IX науч.-техн. конф./ Под ред. проф. Азарова. - М., МГИЭМ, 1997. -С. 318.
8. Бучкин Л.В., Безрукий Ю.Л. Дисковая подсистема IBM-совместимых персональных компьютеров. - М., - 1993. - 284 с.
9. Фролов А.В., Фролов Г.В. Локальные сети персональных компьютеров. Монтаж сети, установка программного обеспечения. -М., 1994.-176 с.
10. Иванов А.Н. QNX-контроллеры - шаг в XXI век // Приборы и системы управления, 1998. - □ 1.- С.4-8.
11. Нортон П. Персональный компьютер фирмы IBM и операционная система MS-DOS. - М.: Радио и связь, 1991. - 416 с.
12. Atmel Products. Programmable Logic Devices: ATF16V8B (pp. 1.7-1.22); ATF16LV8CZ (pp. 1.39-1.40) // www.atmel.com.
13. Atmel Products. Nonvolatile Memory: AT29C040A (pp. 4.165-4.175); AT49F040 (pp. 4.209-4.218) // www.atmel.com.

Статтю подав до друку докт. техн. наук, проф. П.Д.Стужляк