

ВІСНИК

Чернігівського Державного Технологічного Університету

Вісник Чернігівського державного
технологічного університету

Підписано до друку 25.10.2001 р.

Наклад 350 прим.

Випущено редакційно-видавничим відділом
Чернігівського державного технологічного університету

© «Вісник Чернігівського державного
технологічного університету», 2001



№ 13
2001

Серія
Технічні науки

<i>П.І. Бивойно, Ф.О. Вовк</i> Система підтримки прийняття рішень під час проектування локальних обчислювальних мереж	12	(
<i>В.П. Войтенко</i> Мікроконтролери для пристроїв промислової електроніки	13	
<i>В.В. Солаха, А.В. Гатілов, А.В. Богдан</i> Система аутентифікації користувачів у системі «Клієнт-Банк»	13	
<i>В.В. Солаха, А.В. Богдан</i> Сучасні протоколи забезпечення інформаційної безпеки	14	
<i>В.В. Казимир, І.М. Олійченко, О.В. Савостенко, В.П. Шемет</i> Моделювання інформаційних процесів в системі управління облдержадміністрацій	14	с
<i>С.О. Нестеренко, П.М. Хропачий</i> Крос-платформні бізнес-застосування на основі об'єктно-орієнтованого підходу	15	д
<i>В.І. Калашник</i> Постреляційні технології побудови баз даних	15	г
<i>О.І. Вервейко, Ю.М. Ярошенко</i> Система діагностики сільських телефонних станцій	16	е
<i>В.І. Павловський, Н.В. Коваль, О.П. Аврамченко</i> Алгоритм планування виконання завдань реального часу в системах з багатьма обчислювачами	16	в
<i>Є.В. Малецький</i> Підвищення конкурентоздатності підприємства шляхом впровадження та сертифікації системи якості	17	с
<i>О.В. Чепелюк</i> Оцінка розподілу ниток основи рапорту переплетення по зуб'ях берда	17	п
<i>В.В. Самусенко</i> Вплив неточності монтажу на міцність і жорсткість балки	18	к
		с

МІКРОКОНТРОЛЕРИ ДЛЯ ПРИСТРОЇВ ПРОМИСЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Вступ

Запровадження ринкової економіки в Україні та лібералізація міжнародної торгівлі дають можливість вітчизняним розробникам пристроїв промислової електроніки виготовляти найсучасніші вироби, тіснити закордонних конкурентів та пропонувати на експорт науково-містку продукцію. Метою даної статті є аналіз представлених на ринку України мікроконтролерів і вибір перспективних сімейств для використання в наукових розробках, а також в навчальному процесі. Об'єкт досліджень – вбудовувані мікроконтролери (МК) на інтегральних мікросхемах, які можна розглядати в якості елементної бази електронних систем будь-якого призначення.

Задачі, які вирішують мікроконтролери в пристроях промислової електроніки

Як витікає з їх назви, мікроконтролери – це, передусім, пристрій керування (контролю). Серед розмаїття задач, які вирішують мікросхеми МК в пристроях промислової електроніки, можна відзначити наступні.

1. Цифрове регулювання в контурі системи керування. Як приклад можна навести системи регульованого електроприводу, застосування в перетворювачах електричної енергії, різноманітних технологічних пристроях.

2. Збір, первинна обробка інформації, що поступає від датчиків, і передача її за допомогою промислових інтерфейсів. Це, насамперед, – системи вимірювання та контролю різноманітних параметрів у виробництві та на транспорті.

3. Відображення інформації в обслуговуваних системах.

Переваги цифрових систем і, зокрема, програмованої логіки, загальновідомі. Тому всім розробникам промислових електронних систем цікавий нинішній стан ринку таких специфічних *електронних компонентів*, якими є МК. Важлива ця оцінка і з точки зору навчання: викладачам – чому і за допомогою чого *вчити і що застосовувати в розробках*; студентам – чому *вчитися*, щоб по завершенні освіти швидко включитися у вирішення проблем виробництва.

Основні характеристики і параметри МК

З урахуванням викладених вище напрямів застосування МК в промисловій електроніці з усього розмаїття характеристик і параметрів виділимо наступні дві, які найбільш суттєво впливають на якісні показники кінцевого виробу.

1. Продуктивність.

Ця характеристика на практиці вимірюється самими різними параметрами (тактова частота, тривалість командного циклу, число операцій за секунду і т.д.). Проте відомі кількісні параметри оцінки продуктивності не дозволяють вирішити

проблему вибору МК, оскільки всі вони суттєвим чином залежать від такого якісного показника, яким є *архітектура* МК. У процесі розробки електронного пристрою зазвичай потрібна відповідь на єдине питання: **чи встигне** МК вирішити поставлену задачу? На жаль, відповідь може бути дана тільки після написання програми, що, в ряді випадків, – вельми трудомістка задача.

Тому при виборі МК істотну роль грає суб'єктивний чинник: звичність системи команд, наявність бібліотек стандартних програмних процедур, для яких заздалегідь відомі витрати часу на реалізацію тієї або іншої функції керування. Дещо полегшують вибір МК спеціальні програми оцінювання, що поставляються з багатьма МК (UpBuilder, Algorithm Builder [1] та ін.). Проте і в цьому випадку залишається необхідність хоча би первинного знайомства з конкретним МК.

2. Наявність вбудованих апаратних засобів.

Стратегічною лінією розвитку всіх МК для промислових застосувань є інтеграція на єдиному кристалі звичного (типового) процесорного ядра і різноманітних пристроїв, які традиційно додавалися на плату блока у вигляді окремих компонентів. Такий підхід перетворює МК в *систему на кристалі* і знижує габарити, енергоспоживання пристрою, його вартість, підвищує надійність. Таким чином, перевагу потрібно віддавати тим МК, які без суттєвого збільшення вартості дозволяють реалізувати більше варіантів промислових пристроїв. У цьому випадку окупаються витрати, пов'язані з вивченням МК і придбанням або розробкою засобів налагодження.

В якості ілюстративного прикладу в таблиці 1 наведені параметри, які в **купності** не реалізовані в жодному з МК, що реально поставляються на ринок, але задовольнили б вимоги розробника широкого класу електронних систем.

Будь-якого спеціаліста з промислової електроніки наведені дані повинні цікавити, оскільки полегшують вибір МК для вивчення і застосування в нових розробках. Подібні таблиці досвідчений фахівець повинен розробляти та коригувати на базі доступних йому інформаційних джерел самостійно. Проте в періодичний обмін даними та дискусії щодо “ідеального МК” і його конкретних параметрів на певний час доцільно залучити якомога більше спеціалістів. Результати повинні бути доступні, в першу чергу, менш досвідченим, а також студентам.

Перспективні 8-розрядні МК

Розглянемо існуючу ситуацію на ринку МК.

8-розрядні МК витіснили 4-розрядні. Незважаючи на розмаїття 16- (та більше) розрядних МК, які випускаються, 8-розрядні мікроконтролери ще тривалий час (за рядом оцінок – десятки років) збережуть домінуюче положення в промислових застосуваннях. Цьому, зокрема, сприяє стійке зростання продуктивності за рахунок удосконалених архітектур і технологічних рішень [2] при збереженні і навіть зниженні ціни на 8-розрядні МК. Недолік 8-розрядних МК проявляється у різкому зниженні продуктивності при обробці 16-бітних операндів. Крім того, дивлячись у перспективу, треба відстежувати можливу тенденцію до згортання виробництва дешевих 8-розрядних МК тими фірмами, які вважають невігідним їх виробництво та доцільним перехід на 16- та більше розрядні та дорожчі МК.

Таблиця 1 – Параметри «ідеального» 8-розрядного МК на початок 2001р.

Характеристика, параметр	Значення	Примітка
1 Продуктивність		
1.1 Фіксована тривалість командного циклу	≤ 100 нс	Програмне управління f_i ; конвейер
1.2 Архітектура	Регістрова, ≥ 256 шт.	Гарвардська; RISC
1.3 Ефективність системи команд	Апаратне множення 8×8 ; ділення $16:8$; зсуви 16 розрядів	Підтримка мови програмування високого рівня (C)
2 Об'єм резидентної пам'яті даних	≥ 1 Кбайт	
3 Об'єм EEPROM резидентної пам'яті даних	$\geq 64 - 128$ байт	
4 Об'єм FLASH резидентної пам'яті програм	$\geq 16 - 64$ Кбайт	Програми на C потребують значних обсягів пам'яті
5 Порти введення-виведення	$(1 \dots 4) \times 8$ розрядів ^{*)}	LED-сумісні
6 Резидентна периферія		
6.1 Таймери (WDT)	≥ 3 шт. $\times 16$ розрядів	$\Delta t \leq 100$ нс
6.2 ШІМ	$\geq 3(6)$ шт. $\times 12$ розрядів	$\Delta t \leq 100$ нс
6.3 Переривання	≥ 8 шт. від портів	+ внутрішні події
6.4 АЦП	8 каналів по $8/10/12$ розрядів	t перетворення не більше 1 мкс
6.5 ЦАП	≥ 3 канали по $8/10/12$ розрядів	$f_a \geq 1$ МГц
6.6 Контролер LCD	*)	
7 Інтерфейси		
7.1 UART (RS-232); USB		Зв'язок з комп'ютером
7.2 CAN; ІС		Зв'язок з МК
7.3 JTAG		Відладка, тестування
8 Число ліній виведення	від $8 \dots 10$ до 120	
9 Ціна	від $0,5$ до 5 \$US	

^{*)} У залежності від типу корпусу

Як вже було сказано, на сьогоднішній день жодне з сімейств МК, жодного з ведучих виробників за сукупністю параметрів не є ідеальним, і ніколи ідеалу не досягне. Це викликано гостротою вільної конкуренції, що приводить до появи МК, який-небудь з параметрів якого значно краще, ніж у своїх «побратимів». Це відсуває «ідеал», примушуючи переглядати і коригувати таблицю 1 хоча би один раз на рік.

У цей час найбільше поширення за комплексом параметрів отримали наступні сімейства 8-розрядних МК:

1. MCS-51 (Intel, Philips, Atmel, Infineon...).
2. AVR (Atmel).
3. PICmicro (Microchip).
4. 68HC05, HC11 (Motorola).
5. TMS370 (Texas Instruments).
6. Z8 (Zilog).

Архітектурні рішення останніх трьох сімейств МК, а також MCS-51, застаріли [3]. Однак величезна масовість наявних розробок, найбагатший програмний інструментарій та постійне вдосконалення (аж до появи 16-розрядних версій) зберігають актуальність сімейства MCS-51 і донині.

У нових розробках (НДР і ДКР) та в навчальному процесі (для викладання і вивчення) доцільно використати ідеологію **декількох** МК. Це зберігає конкуренцію виробників на ринку компонентів. У той же час, неможливо (та й немає потреби) працювати з усіма представленими МК. Досить вибрати 3-4 сімейства.

З власного досвіду кожен спеціаліст, який працював з МК, може підтвердити, що час засвоєння кожного наступного МК досить суттєво скорочується. Звичайно, вивчати декілька контролерів складно, але можливо. Проте для цього потрібні відповідні апаратні, програмні засоби та методичне забезпечення.

Підведемо деякі підсумки.

1. Без застосування МК неможлива розробка практично будь-якої електронної системи промислового призначення.

2. Для розробника електронної системи під час аналізу характеристик і порівняння параметрів різних МК зручно користуватися даними «ідеального МК». Це підпорядковує вибір МК логіці вирішення поставленої задачі і спрощує цей вибір, робить більш формальним.

3. В навчальному процесі стосовно 8-розрядних мікроконтролерів сьогодні доцільно зосередитися на роботі з трьома сімействами МК, наприклад, MCS-51, AVR, PICmicro. Такий вибір, зокрема, підтверджується і дослідженнями лабораторії «Мікропроцесорні системи» МІФІ [4], а також відкритою маркетинговою стратегією фірм Atmel і Microchip [5], які безкоштовно поширюють програмне забезпечення для відлагодження МК виробництва цих фірм.

4. Великі можливості щодо прискорення освоєння програмування конкретних МК дає орієнтація розробок на використання мови програмування високого рівня (C). Саме підвищенню продуктивності програм, написаних цією мовою, підкорена розробка архітектур сучасних МК.

5. В найбільш критичних з точки зору продуктивності прикладаннях (наприклад, цифрове регулювання) зберігає актуальність вміння складати програми на Асемблері. В цьому випадку дуже перспективним уявляється графічний асемблер [1], за допомогою якого можливе складання програм мовою схем програм (алгоритмів). Це не потребує досконало запам'ятовувати особливості мнемонік команд для того чи іншого МК, хоча добре знання архітектури, безперечно, необхідне.

Висновки

Для розробників електронних систем, викладачів та студентів технічних вузів України рекомендується:

1. З метою певного орієнтиру в морі нових МК доцільно використовувати параметри «ідеального МК». Ці параметри повинні переглядатись та коригуватись при накопиченні додаткових інформаційних матеріалів. Активна і постійна участь в процесі безупинного коригування – актуальна задача кожного фахівця.

2. Включитися в процес освоєння перспективних МК, тобто вивчення їх архітектури і системи команд. Взяти участь в розробці і виготовленні відлагоджу-

вальних засобів (як апаратної, так і програмної частин), а також в розробці методичного забезпечення для них, збору і впорядкуванню інформації.

Для кафедр промислової електроніки вузів України, враховуючи економічне становище, поступово необхідно:

1. Скоригувати робочі програми дисципліни «Мікропроцесорна техніка»: щорічно скорочувати лекційний виклад, обсяг лабораторних і практичних занять з застарілих мікропроцесорних комплектів. Вивести з експлуатації або передати в інші навчальні лабораторії стенди на базі таких комплектів.

2. Розробити, виготовити і запровадити в навчальний процес і наукові дослідження кафедр промислової електроніки гаму перспективних 8- та 16-розрядних МК. Максимально узгодити зусилля, широко обмінюючись навчальною та технічною інформацією, обмежити дублювання розробок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Громов Г. Графический ассемблер// Chip News. – 2000. – №10. – С. 40-42.
2. Ахметов М. 16 -разрядные микроконтроллеры Hitachi, Mitsubishi, Motorola, NEC, Toshiba// Chip News. – 2000. – №5. – С. 3-11.
3. Ахметов М. 8 -разрядные микроконтроллеры или в бой идут одни “старички”// Chip News. – 2000. – №1. – С. 3-10.
4. Бродин В., Калинин А. Учебные классы микропроцессорной техники и ПЛИС// Chip News. – 2000. – №10. – С. 40-42.
5. Воротынский О. Микроконтроллеры PICmicro18 фирмы Microchip// Chip News. – 2000. – №7. – С. 9-10; 2000. – №9. – С. 14-16.