

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2001 апрель № 4 (44)

МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Учредитель и издатель:
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
ФИРМА **VD MAIS**

Зарегистрирован
Министерством информации
Украины 24.07.96 г.
Свидетельство о регистрации
серия KB № 2081Б
Издается с мая 1996 г.
Подписной индекс 40633

Главный редактор:
В.А. Романов

Зам. главного редактора:
А.В. Ермолович

Редакционная коллегия:

В.В. Гирич
В.А. Давиденко
Н.Б. Малиновский
Г.Д. Местечкина
В.А. Тодосийчук
С.Б. Яковлев

Набор:

А.В. Ходищенко

Верстка:

М.С. Заславская

Дизайн:

А.А. Чабан, М.С. Заславская

Адрес редакции:

Украина, Киев,
ул. Жилианская, 29

Тел.: (044) 227-2262, 227-1356

Факс: (044) 227-3668

E-mail: vdmais@carrier.kiev.ua

Интернет: www.vdmais.kiev.ua

Адрес для переписки:

Украина, 01033, Киев, а/я 942

Цветоделение и печать

ДП "Такі справи"
т./ф.: 446-2420

Подписано к печати 20.04.2001

Формат 60x84/8

Тираж 1000 экз.

Зак. № 104-153-0480

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Одноэлектронные транзисторы и квантовые компьютеры 3

ДАТЧИКИ И ИЗМЕРИТЕЛИ

Перспективы развития

полупроводниковых датчиков и измерителей температуры 7

Датчики ускорения на основе iMEMS технологии 9

Датчик относительной влажности воздуха DB-8
для сушильных агрегатов 10

АЦП И ЦАП

Многоканальные АЦП 11

Конвейерный/сигма-дельта АЦП
с частотой дискретизации 20 МГц 16

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Устройство отладки систем

на основе микроконтроллеров семейства HC908 18

Микроконтроллер со встроенным радиопередатчиком 22

ПРОГРАММИРУЕМАЯ ЛОГИКА

Развитие семейств программируемой логики

фирм XILINX, ALTERA, CYPRESS 24

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ И ОПОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Миниатюрные DC/DC преобразователи 28

Тепловые предохранители 30

Микросхемы DC/DC преобразователей с высоким КПД 31

Источники опорного напряжения на основе XFET технологии 32

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Одноплатные компьютеры фирмы PORTWELL 33

Устройства автоматизации оборудования
для механической обработки 34

Новые модули ядра процессора Ethernet RabbitCore 36

Комбинированное тестирование печатных плат 38

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Новые системы фирмы Siemens 44

Интеллектуальная одежда будущего 45

Новые компоненты фирмы National Semiconductor 46

СЕМИНАРЫ

Семинар ADI 47

Семинар Motorola 47

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Семейство 16-разрядных процессоров ADSP-218x 48

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается с разрешения редакции.
За рекламную информацию ответственность несет рекламодатель.



NEW TECHNOLOGIES

Single-Electron Transistors and Quantum Computers 3

GAUGES AND SENSORS

Prospect of Semiconductor Temperature Sensors 7

iMEMS Accelerometers 9

Humidity Gauge DB-8 for Drying Apparatus 10

ADCs AND DACs

Multichannel ADCs 11

20 MSPS Pipeline and $\Sigma\text{-}\Delta$ ADC 16

DSPs AND MICROCONTROLLERS

Debugging Arrangement for Systems Based on HC908 Microcontrollers 18

Microcontroller with Transmit Module 22

PROGRAMMABLE LOGIC

Programmable Logic Evolution 24

POWER SUPPLIES AND REFERENCES

Miniature DC/DC Converters 28

Thermal Cutoffs 30

High Efficiency DC/DC Converter ICs 31

XFET References 32

CONTROL AND AUTOMATION

PORTWELL's Single-Board Computers 33

Automation Equipment for Machining 34

Ethernet RabbitCore Modules 36

Combined PCBs Testing 38

NEWS BRIEFS

Siemens' New Systems 44

Clothes that Look and Act Smart 45

National Semiconductor's New Components 46

SEMINARS

Analog Devices' Seminar 47

Motorola's Seminar 47

PERSPECTIVE PRODUCTS

16-Dit DSPs Family ADSP-218x 48

ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

April 2001 No 4 (44)

Monthly Scientific and Technical Journal

Founder and Publisher:
Scientific-Production Firm
VD MAIS

Director
V.A. Davidenko

Head Editor
V.A. Romanov

Managing Editor
A.V. Yermolovich

Editorial Board
V.V. Girich
V.A. Davidenko
N.B. Malynovskyy
G.D. Mestechkina
V.A. Todosiychuk
S.B. Yakovlev

Type and setting
A.V. Hodischenko

Layout
M.S. Zaslavskaya

Design
A.A. Chaban, M.S. Zaslavskaya

Address:
Zhilyanska St. 29, P.O. Box 942,
01033, Kyiv, Ukraine

Tel.:
(380-44) 227-2262
(380-44) 227-1356

Fax:
(380-44) 227-3668

E-mail:
vdmais@carrier.kiev.ua

Web address:
www.vdmais.kiev.ua

Printed in Ukraine

Reproduction of text and illustrations is not allowed without written permission.



ОДНОЭЛЕКТРОННЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ И КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

Одноэлектронный или нанотранзистор является основой для создания новых типов устройств с совершенно уникальными свойствами. Построенный на его основе квантовый компьютер — принципиально новый вычислитель. То, что можно на нем сделать, никогда не сделать на классическом компьютере. Он не конкурент ему, не замена, а дополнение, принципиально новое дополнение к классическому миру компьютеров.

В. Макаренко

Возможно ли резкое повышение производительности вычислительных устройств? Исследования показывают, что принципиально возможно и даже понятно, когда примерно это произойдет — при благоприятном стечении обстоятельств, конечно. Например, радикально изменяют идеологию построения компьютеров квантовые вычисления [1, 2]. Есть и другие революционные подходы, которые не так сложны в исполнении, но также решают задачи, стоящие перед микроэлектроникой.

Микросхемы всех полупроводниковых устройств (памяти, процессоров и т. п.) состоят из транзисторов, размеры которых необходимо уменьшать для увеличения скорости (тактовой частоты) самих устройств. Однако покорение каждого рубежа на пути к миниатюризации полупроводниковых элементов требует немало времени. К тому же, если линейные размеры транзистора менее 10 нм (сегодня они примерно в десять раз больше), из-за проявления квантовых эффектов электронами будет почти невозможно управлять. Однако российские ученые из МГУ и РАН нашли пути создания транзисторов нового типа с размерами около 1 нм. Полностью это устройство называется: одноэлектронный транзистор на нанокластере.

Одним из наиболее заметных квантовых эффектов является туннельный. Если от явления нельзя избавиться, значит, его надо использовать. В данном случае для этого необходимо создать структуры, в которых происходят отдельные акты туннелирования электронов.

Одноэлектронные эффекты в туннельных переходах с малыми размерами были открыты в 1985 г. на "кончике пера" профессором Московского университета, заведующим лабораторией физики низких температур К. Лихаревым [1], который теоретически рассчитал, а потом экспериментально обнаружил эффект одноэлектронного туннелирования. Вместе с Л.С. Кузьминым они построили туннельный одноэлектронный транзистор, работающий при сверхнизких температурах (одновременно это же сделали американцы).

В 1987 г. Лихарев предложил использовать отдельные молекулы в качестве активных элементов в одноэлектронных системах (их размер составляет около 1 нм), но тогда эта идея казалась утопической. Уверенности, что это возможно, ученым придавал тот факт, что молекулярные одноэлектронные туннельные системы, функционирующие при комнатной температуре, давно существуют в природе и используются живыми организмами в процессе получения энергии.

Одноэлектронные транзисторы строятся на основе эффекта кулоновской блокады, который известен уже более 30 лет. Для его понимания достаточно знакомства со школьным курсом электростатики [3]. Допустим, мы хотим пропустить электрический ток через металлический шарик, связанный с подводщими электродами туннельными промежутками. В реальности роль шариков играли островковые металлические пленки (размер островка 2-10 нм), получаемые напылением в вакууме, а роль туннельных промежутков — естественные окислы металлов (толщина 0.2 нм). Переместить электрон на маленький шарик под действием одного и того же поля гораздо труднее, чем на большой. Добавочный электрон на маленьком шарике должен существенно потеснить соседние электроны, в то время как на большом шаре соседям достаточно лишь чуть-чуть сместиться. В первом случае нужно затратить больше энергии и при этом вокруг шарика возникнет поле гораздо большей напряженности. А это значит, что ток через шарик не потечет до тех пор, пока не будет приложено внешнее напряжение, большее, чем электростатический потенциал шарика, заряженного одним электроном. Это и есть кулоновская блокада тока. Шарик в таком эксперименте именуется "кулоновским островком". Расчет показывает, что величина потенциального барьера для прохождения электрона через шарик равна половине заряда электрона, деленной на емкость туннельного перехода электрод-шарик, которая тем меньше, чем меньше размер шарика. Блокаду можно было бы снять путем индукции на шарике заряда величиной в половину заряда электрона. Это трудно себе представить, ведь электрон неделим, а сами шарики недоступны — замурованы между двумя металлическими электродами.

К. Лихарев был первым, кто осознал, что в отличие от переноса заряда через диэлектрик, когда электрон туннелирует дискретно и целиком, по проводнику осуществляется непрерывный перенос заряда. В проводнике перенос заряда — сложное групповое явление. Но этот перенос не квантуется по заряду. Отсюда сле-

дует, что на обкладке конденсатора может существовать заряд в половину заряда электрона и сколь угодно меньший. Это явление привело к открытию множества одноэлектронных эффектов.

В частности, пример с шариком трансформировался в одноэлектронный транзистор. Вместо шарика в качестве кулоновского острова был взят проводник длиной в один микрон, а шириной — в десятую долю микрона. После окисления поверхности на его концы наложили такие же проводники шириной 0.1 микрона, которые образовали вместе с кулоновским островом два туннельных конденсатора с площадью обкладки 0.1×0.1 квадратных микрометра и подключили кулоновский остров к измерительной цепи. Расположенный на расстоянии 0.2 мкм от кулоновского острова третий электрод был способен, при приложении к нему напряжения, монотонно и непрерывно индуцировать на острове заряд величиной от нуля до половины заряда электрона, тем самым снимая кулоновскую блокаду и переводя транзистор в открытое состояние. Индукция на кулоновском острове одного или целого числа электронов не меняет состояния транзистора. За большие размеры кулоновского острова пришлось "заплатить" температурой наблюдения одноэлектронных эффектов, которая была понижена до 0.15 K (-272.85 °C), чтобы не допустить теплового размытия электростатического барьера. Описанный способ изготовления туннельных переходов называется методом двухугольного напыления, а величина формируемой им емкости перехода составляет 300 аФ (ато = 10^{-18}) при ширине линий в 0.1 мкм.

В 1990 г. в России применили искусственные кластеры (синтезированные молекулы с заранее заданными характеристиками) в качестве функциональных элементов транзистора. Параллельно ученые Англии, Японии, России и США искали решение проблемы создания стабильных упорядоченных структур и способы манипулирования такими малыми объектами, как молекулярные кластеры. Когда были созданы упорядоченные стабильные планарные ансамбли нанокластеров, внедренных в мономолекулярные пленки, то на их основе в 1996 г. был создан первый в мире одноэлек-

тронный молекулярный нанокластерный транзистор, работающий при комнатной температуре (рис.1) [1]. Применение сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) позволяло определять положение нанокластеров в мономолекулярной пленке с точностью до 1 нм, а затем измерять их рабочие характеристики. Пленка создает высокоупорядоченную планарную наноструктуру для механической стабилизации кластеров в фиксированной пространственной конфигурации. При этом ее толщина не превышает размера кластера, что обеспечивает компактность всего ансамбля.

Работы над созданием одноэлектронных транзисторов, способных работать при комнатной температуре, интенсивно продолжались во многих странах. Согласно отчету, опубликованному группой японских ученых в журнале Nature от 29 апреля 1999 года, в ходе экспериментов им удавалось манипулировать поведением электронов посредством коротких электрических импульсов. Описанные эксперименты являются частью рассчитанного на пять лет исследовательского проекта стоимостью 500 млн. иен, которые были выделены NEC и правительством Японии. Если квантовые состояния электронов, проходящих через крошечные контуры на поверхности полупроводника, будут контролируемы, один элемент сможет осуществлять множество вычислений одновременно, тогда как в современных процессорах каждый элемент выполняет лишь одну операцию за такт [4].

В 2000 году Toshiba Corporation сообщила об успешном испытании работоспособности одноэлектронного транзистора (Single-Electron Transistor, SET). Из таких SET транзисторов в будущем будут строиться микросхемы для квантовых устройств. Инженеры Toshiba добились полной функциональной работоспособности транзистора SET, имеющего ультранизкое потребление энергии при комнатной температуре [5].

Молекулярный одноэлектронный транзистор выполнен в виде системы, как минимум, из двух туннельных переходов между центральным элементом (нанокластером) и двумя электродами. На нанокластере электроны локализуются и существуют конечное время, достаточное для того, чтобы можно было контролировать их перенос по такой системе третьим электродом. Нанокластер — это искусственная молекула, которая настолько мала, что попавший на нее электрон оказывается запертым электрическим полем, энергия которого превышает энергию тепловых движений электрона. Законы классической физики запрещают ему покидать ловушку, но они не строго учитывают описываемые квантовой физикой свойства электрона, которые "открывают ему дверь на свободу". Происходит процесс туннелирования, причем вероятность "побега" зависит от величины внешнего поля. Очень похоже на полевой МОП-транзистор, в котором потенциал на управляющем электроде влияет на силу тока между истоком и стоком. В [2] приведены различные

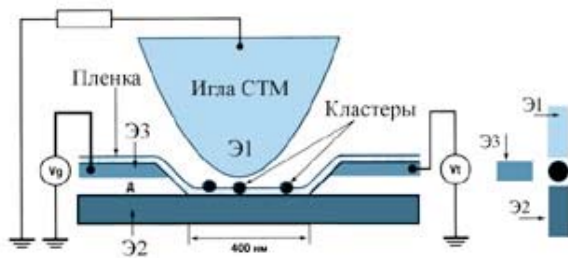


Рис. 1. Молекулярный одноэлектронный транзистор (СТМ — сканирующий туннельный микроскоп, Э1 — игла-электрод СТМ, Э2 — электропроводящая подложка, Э3 — управляющий электрод, Д — диэлектрик)

варианты построения одноэлектронных транзисторов. Из одноэлектронных молекулярных транзисторов, как и из обычных, тоже можно собирать логические схемы для построения микропроцессоров и памяти. На рисунке 2 показан пример построения логического инвертора из ячеек, каждая из которых содержит две квантовых точки, расположенных по диагонали ячейки. В зависимости от того, по какой диагонали расположены эти точки, ячейки выполняют функцию формирователя логического нуля или единицы.

Зная диаметр активного элемента — нанокластера (около 1 нм) и учитывая размеры электродов, можно предположить, что габариты элементарной ячейки примерно $2 \times 2 \times 4$ нм. Соответственно плотность упаковки транзисторов будет более 10^{13} штук на 1 см^2 . К тому же туннельный переход заряда в указанной системе происходит 10^{12} раз в секунду, при этом электрон может переходить между энергетическими уровнями электрода и нанокластерной молекулой только с одинаковой энергией. Эти два свойства молекулярно-одноэлектронного туннельного транзистора теоретически позволяют создавать микросхемы, работающие на частотах 100-1000 ГГц, но при этом они будут потреблять чрезвычайно мало энергии (на несколько порядков меньше, чем современные полупроводниковые), несмотря на высокую плотность элементов. Последнее обстоятельство предотвратит угрозу сбоев в работе из-за перегрева, что является огромной проблемой для полупроводниковых схем.

Подобных значений частоты и плотности элементов с помощью стандартного подхода можно достичь лет через 5-10, если темпы развития микроэлектроники в ближайшее время не изменятся. Этого срока достаточно, чтобы наладить производство устройств, использующих описываемую технологию.

Безусловно, не все так просто. Пока создан только экспериментальный образец и неизвестно, сумеют ли ученые убедить кого-нибудь в необходимости массо-

вого производства. Есть и фундаментальные проблемы. Например, управление силой тока через нанокластер с помощью электромагнитного поля делает, с одной стороны, это устройство хорошим сенсором, а с другой, может потребовать защиты от космических лучей. В этом случае, вероятно, поможет хорошая экранировка микросхемы.

Однако важнее отработать процесс получения информации с нанокластерной структуры, так как высокая скорость процесса обусловлена малой электроемкостью. Но емкость любого макроскопического приемника информации имеет значение на несколько порядков большее, а это является причиной низкой тактовой частоты всего устройства. Тогда придется строить архитектуру, включающую кроме быстрой центральной структуры (например, ядра процессора) еще и кэш для хранения информации, впрочем, в компьютерных изделиях такой буфер — обычная вещь [3].

В классических компьютерах используется двоичная система счисления, состоящая из нулей и единиц, то есть используются понятия "выключено" и "включено". Здесь нет места многозначности. В квантовых же компьютерах все будет иначе: свою роль будет играть многообразие состояний атомов и молекул, которые описываются множеством параметров, одновременно включающих и единички и нули. А вернее, определяющих такие понятия, для которых недостаточно ни нулей, ни единичек [6].

Для решения проблемы сохранения конфиденциальности, особенно при передаче по сети Интернет, необходимо шифровать передаваемую информацию [7]. При отправке сообщений их необходимо зашифровать, а при получении — дешифровать. В семидесятых годах двадцатого века для решения этой задачи были предложены системы шифрования, использующие два вида ключей для одного и того же сообщения: открытый (не требующий хранения в тайне) и закрытый (строго секретный). Открытый ключ служит для шифрования сообщения, а закрытый — для его дешифрования.

Такая криптографическая схема применяется в алгоритме RSA — самом распространенном методе шифрования с открытым ключом. Причем для создания пары открытого и закрытого ключей используется следующая важная гипотеза. Если имеется два больших (требующих более сотни десятичных цифр для записи) простых числа M и K , то найти их произведение $N=M \times K$ не составит большого труда (для этого даже не обязательно иметь компьютер: достаточно аккуратный и терпеливый человек сможет перемножить такие числа с помощью ручки и бумаги). А вот решить обратную задачу, то есть, зная большое число N , разложить его на простые множители M и K (так называемая задача факторизации) практически невозможно. Именно с этой проблемой столкнется злоумышленник, решивший "взломать" алгоритм RSA и прочесть зашифрованную

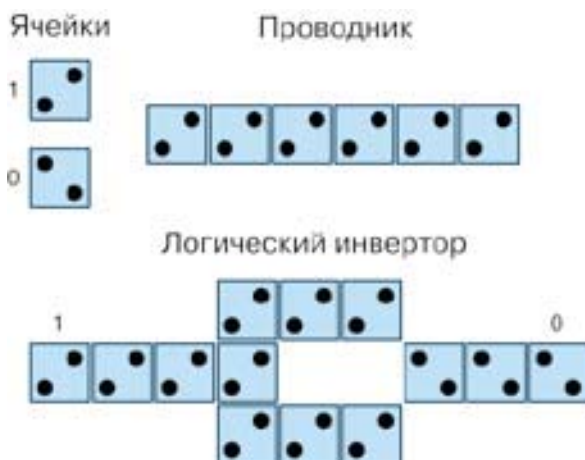


Рис. 2. Пример построения нанокластерного логического элемента

с его помощью информацию: чтобы узнать закрытый ключ, зная открытый, придется вычислить M или K .

Для проверки справедливости гипотезы о практической сложности разложения на множители больших чисел проводились и до сих пор проводятся специальные конкурсы. Рекордом считается разложение всего лишь 155-значного (512-битового) числа. Вычисления велись параллельно на многих компьютерах в течение семи месяцев 1999 года. Если бы эта задача выполнялась на одном современном персональном компьютере, потребовалось бы примерно 35 лет машинного времени! Расчеты показывают, что с использованием даже тысячи современных рабочих станций и лучшего из известных на сегодня вычислительных алгоритмов одно 250-значное число может быть разложено на множители примерно за 800 тысяч лет, а 1000-значное — за 10^{25} (!) лет. (Для сравнения возраст Вселенной равен $\sim 10^{10}$ лет).

Поэтому криптографические алгоритмы, подобные RSA, оперирующие достаточно длинными ключами, считались абсолютно надежными и использовались во многих приложениях. И все было хорошо до тех самых пор, пока не появились квантовые компьютеры.

Оказывается, используя законы квантовой механики, можно построить такие компьютеры, для которых задача факторизации (и многие другие!) не составит большого труда. Согласно оценкам, квантовый компьютер с памятью объемом всего лишь около 10 тысяч квантовых битов способен разложить 1000-значное число на простые множители в течение всего нескольких часов.

Это может быть достигнуто благодаря тому, что электрон (или любой другой квантовый объект) частично может находиться в одной точке, частично в другой, частично в третьей и т. д. Это не означает, что он делится на дольки, как апельсин [7]. Тогда можно было бы надежно изолировать какую-нибудь часть электрона и измерить ее заряд или массу. Но опыт показывает, что после измерения электрон всегда оказывается "целым и невредимым" в одной единственной точке, несмотря на то, что до этого он успел побывать одновременно почти везде. Такое состояние электрона, когда он находится сразу в нескольких точках пространства, называют суперпозицией квантовых состояний и описывают обычно волновой функцией, введенной в 1926 году немецким физиком Э. Шредингером. Модуль значения волновой функции в любой точке, возведенный в квадрат, определяет вероятность наличия частицы в этой точке в данный момент. После измерения положения частицы ее волновая функция как бы стягивается (коллапсирует) в ту точку, в которой частица была обнаружена, а затем опять начинает расплываться. Свойство квантовых частиц быть одновременно во многих состояниях, называемое квантовым параллелизмом, успешно используется в квантовых вычислениях.

Основная ячейка квантового компьютера — квантовый бит или, сокращенно, кубит (q -бит). Это квантовая частица, имеющая два базовых состояния, которые обозначаются 0 и 1, как принято в квантовой механике. Двум значениям кубита могут соответствовать, например, основное и возбужденное состояния атома, направления вверх и вниз спина атомного ядра, направление тока в сверхпроводящем кольце, два возможных положения электрона в полупроводнике и т. п. [7, 8].

Квантовый регистр устроен почти так же, как и классический. Это цепочка квантовых битов, над которыми можно проводить одно- и двухбитовые логические операции (подобно применению операций НЕ, ИИ-НЕ и т. п. в классическом регистре).

К базовым состояниям квантового регистра, образованного L кубитами, относятся, так же как и в классическом регистре, все возможные последовательности нулей и единиц длиной L . Всего может быть 2^L различных комбинаций. Их можно считать записью чисел в двоичной форме от 0 до (2^L-1) . Однако эти базовые состояния не исчерпывают всех возможных значений квантового регистра (в отличие от классического), поскольку существуют еще и состояния суперпозиции, задаваемые комплексными амплитудами, связанными условием нормировки. Классического аналога у большинства возможных значений квантового регистра (за исключением базовых) просто не существует. Квантовый регистр может иметь во много раз больше состояний и во столько же раз быстрее способен обрабатывать информацию.

Компьютер с памятью, измеряемой всего лишь в килокубитах, будет в некоторых задачах несоизмеримо быстрее, чем классический суперкомпьютер с терабайтами памяти. Прототипы квантовых компьютеров существуют уже сегодня. Правда, пока что экспериментально удается собирать лишь небольшие регистры, состоящие всего из нескольких квантовых битов. Так, недавно группа, возглавляемая американским физиком И. Чангом (IBM), объявила о сборке 5-битового квантового компьютера. Несомненно, это большой успех. К сожалению, существующие квантовые системы еще не способны обеспечить надежные вычисления, так как они либо недостаточно управляемы, либо очень подвержены влиянию шумов. Однако физических ограничений для построения эффективного квантового компьютера нет, необходимо лишь преодолеть технологические трудности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мир ПК, № 1, январь 2001.
2. IEEE Spectrum, September 2000, vol. 37, № 9.
3. Еженедельник "Computerworld Россия", № 24, 2000.
4. <http://www.zdnet.ru/news.asp>
5. <http://www.hardnsoft.ru/Hard'n'Soft Online/Новости.htm>
6. <http://www.computerra.ru/offline/2000/344/>
7. <http://inftech.chat.ru/it/hard/qc/index.html>
8. IEEE Spectrum, February 2001, vol. 38, № 2.



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДАТЧИКОВ И ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Выпуск полупроводниковых датчиков температуры в 2000 году составил 12 % от общего объема датчиков температуры. Судя по прогнозам специалистов, в 2006 году каждый пятый датчик температуры будет изготовлен по микроэлектронной технологии. Перспективы развития этих датчиков рассмотрены в настоящей статье.

В. Романов

В настоящее время для измерения температуры используются полупроводниковые или микроэлектронные датчики, выполненные в виде микросхем, инфракрасные датчики, термометры сопротивления, термисторы и термопары. Диапазон измерения температуры в зависимости от типа датчика приведен на рис. 1. Прогнозируемые объемы производства датчиков на ближайшие шесть лет приведены в табл. 1. Микроэлектронные датчики предназначены для измерения температуры в диапазоне от -55 до 150 °С. Основное применение эти датчики находят в измерительных приборах, промышленных установках, системах управления, медицинской аппаратуре, компьютерах, средствах связи, блоках питания, бытовых приборах и т. п.

В связи с неуклонным ростом производства перечисленных приборов увеличивается и выпуск микроэлектронных датчиков температуры. За шесть лет, как следует из табл. 1,

объем производства этих датчиков вырастет на 60 %. Среди основных производителей полупроводниковых датчиков температуры такие известные фирмы, как Analog Devices, National Semiconductor, Dallas Semiconductor и др. (табл. 2). Лидером среди перечисленных компаний является Analog Devices. В программе этой фирмы температурные датчики с выходом по току или напряжению, датчики с преобразованием температуры во временной интервал или цифровой код, датчики с функциями контроллера, измерительные вторичные преобразователи для подключения термопар и термометров сопротивления. Основные параметры датчиков температуры Analog Devices приведены в табл. 3. Особый класс среди полупроводниковых датчиков температуры составляют так называемые мониторы температуры. Это многофункциональные

Таблица 1. Объем производства датчиков температуры (прогноз)

Год	Типы датчиков температуры					Общий объем продаж, \$ млрд.
	Полупроводниковые, %	Инфракрасные, %	Термометры сопротивлений, %	Термисторы, %	Термопары, %	
2000	12	16	19	37	16	2.02
2001	13	17	19	36	16	2.18
2002	14	17	19	35	15	2.34
2003	16	17	18	34	15	2.52
2004	17	17	18	33	14	2.71
2005	18	18	18	33	14	2.89
2006	19	18	18	32	13	3.09



Рис. 1. Зависимость диапазона измеряемой температуры от типа датчика

ИМС семейства ADM102х, которые, кроме измерения температуры, могут управлять скоростью вращения вентиляторов, следить за уровнем напряжения питания одного или нескольких источников, осуществлять контроль за несанкционированным доступом в корпус компьютера или другого микропроцессорного устройства. Так, например, микросхема монитора ADM1024

Таблица 2. Распределение рынка датчиков температуры между фирмами

Фирма	Объем производства в 1999 г., %
Analog Devices	25
National Semiconductor	25
Dallas Semiconductor	22
Maxim	13
Другие фирмы	15

Таблица 3. Параметры датчиков температуры фирмы Analog Devices

Тип датчика	Наименование	Выходной сигнал	Максим. погрешность, °С	Температурный диапазон, °С	Напряжение питания, В	Тип корпуса	FOB цена в партии 1000 шт., \$
С выходом по току	AD590	1 мкА/°K	± 0.5	-55 ... 150	4 ... 30	TO-52, 2-FP	2.10
	AD592	1 мкА/°C	± 0.5	-25 ... 105	4 ... 30	TO-92	1.72
	TMP17	1 мкА/°C	± 2.5	-40 ... 105	4 ... 30	SO-8	1.18
С выходом по напряжению	AD22100	22.5 мВ/°C	± 2.0	-50 ... 150	4 ... 6	TO-92, SO-8	1.35
	AD22103	28 мВ/°C	± 2.0	0 ... 100	2.7 ... 3.6	TO-92, SO-8	1.25
	TMP35	10 мВ/°C	± 2.0	10 ... 125	2.7 ... 5.5	TO-92, 5-SOT23	0.65
	TMP36	10 мВ/°C	± 2.0	-40 ... 125	2.7 ... 5.5	TO-92, 5-SOT23	0.65
	TMP37	20 мВ/°C	± 2.0	5 ... 100	2.7 ... 5.5	TO-92, 5-SOT23	0.65
С преобразованием во временной интервал	TMP03	временной интервал	± 3.0	-40 ... 100	4.5 ... 7	SO-8, TSSOP-8	2.49
	TMP04		± 3.0	-40 ... 100	4.5 ... 7	SO-8, TSSOP-8	2.49
С цифровым выходом	AD7414	I ² C/SMBUS	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	6-SOT23	0.95
	AD7415	I ² C/SMBUS	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	5-SOT23	0.88
	AD7416	I ² C	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	SO-8, MSOP-8	1.30
	AD7417	I ² C	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	SO-16, TSSOP-16	2.68
	AD7418	I ² C	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	SO-8, MSOP-8	2.10
	AD7814	SPI	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	6-SOT23	0.90
	AD7816	SPI	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	SO-8, MSOP-8	1.30
	AD7817	SPI	± 1	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	SO-16, TSSOP-16	2.95
	AD7818	SPI	± 2	-55 ... 125	2.7 ... 5.5	SO-8, MSOP-8	2.10
Мониторы	ADM1020	SMBus	± 3	-40 ... 125	3 ... 5.5	SO-8	-
	ADM1021	SMBus	± 3	-40 ... 125	3 ... 5.5	QSOP-16	3.0
	ADM1022	SMBus	± 3	-40 ... 125	3 ... 5.5	QSOP-16	-
	ADM1024	SMBus	± 3	-40 ... 125	3 ... 5.5	TSSOP-24	-
	ADM1025	SMBus	± 3	-40 ... 125	3 ... 5.5	QSOP-16	-
Контроллеры	AD2205	термореле	± 2	-40 ... 125	2.7 ... 7	SO-8	1.9
	ADT14	откр. коллектор	± 3	-40 ... 125	4.5 ... 5.5	SO-16, PDIP-16	2.22
	ADT22	откр. коллектор	± 2	-40 ... 125	2.7 ... 7	SO-8, MSOP-8	1.39
	ADT23	откр. коллектор	± 2	-40 ... 125	2.7 ... 7	SO-8, MSOP-8	1.39
	TMP01	откр. коллектор	± 1.5	-50 ... 125	4.5 ... 13.2	SO-8, PDIP-8	1.95
	TMP12	откр. коллектор	± 3	-40 ... 125	4.5 ... 5.5	SO-8, PDIP-8	1.95
Вторичные преобразователи	ADT70	прогр. пользов.	± 0.1	-40 ... 125	+5 или ±15	SO-20, PDIP-20	4.24
	AD594	10 мВ/°C	± 0.1	-55 ... 125	+5 или ±15	DIP-14	6.18
	AD595	10 мВ/°C	± 0.1	-55 ... 125	+5 или ±15	DIP-14	6.18
	AD596	10 мВ/°C	± 4.0	-55 ... 125	±15	TO-100	6.51
	AD597	10 мВ/°C	± 4.0	-55 ... 125	±15	SO-8	3.20

предназначена для слежения за напряжениями питания 12, 5, 3.3 и 2.5 В, для измерения температуры с помощью выносных полупроводниковых сенсоров, нахо-

дящихся на материнской плате или непосредственно в кристалле микропроцессора типа Pentium. Кроме того, эта микросхема имеет два тахометра и 10-разрядный ЦАП, позволяющие управлять скоростью вентиляторов в составе ПК. Внутренний сенсор температуры позволяет контролировать температуру окружающей среды в непосредственной близости от ADM1024. На рис. 2 показано типовое включение ИМС ADM1024. Как следует из рисунка, ADM1024 не только измеряет скорость вращения вентиляторов (входы FAN1 и FAN2), но и управляет этой скоростью (выход IN/OUT). Внешние сенсоры температуры подключаются ко входам D1+ и D1-. Детектор на основе ИМС 74HC132 и фото диода HRD901 формирует сигнал тревоги при несанкционированном вскрытии компьютера и вводит его в регистр прерывания монитора ADM1024 (вход S1). Более подробно с ИМС семейства ADM102x, а также другими полупроводниковыми датчиками и измерителями температуры фирмы Analog Devices можно познакомиться в сети Интернет по адресу: www.analog.com/temp-sensors

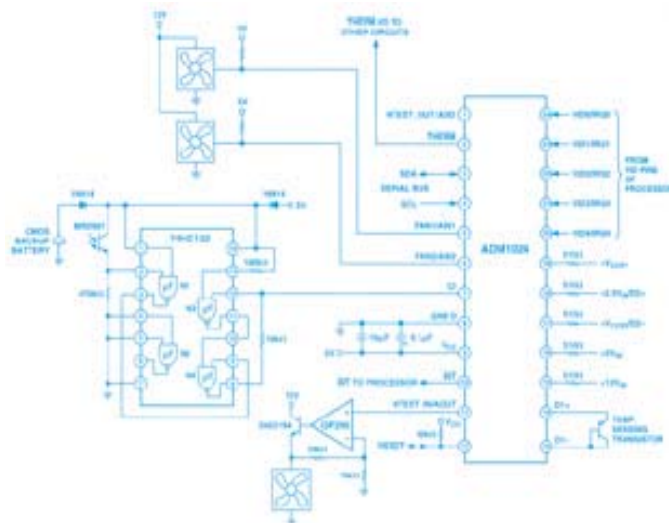


Рис 2. Типовая схема включения монитора ADM1024



ДАТЧИКИ УСКОРЕНИЯ НА ОСНОВЕ iMEMS ТЕХНОЛОГИИ

Современные датчики ускорения сочетают в себе достоинства полупроводниковой технологии и технологии микроэлектромеханических систем. Технология iMEMS положена в основу создания датчиков ускорения таких фирм, как Analog Devices, Motorola и др. Технические характеристики и особенности применения датчиков фирмы Analog Devices рассмотрены в настоящей статье.

В. Романов

Датчики ускорения фирмы Analog Devices применяются для измерения угла наклона, параметров перемещения, ударных нагрузок и вибраций. Датчики выполнены по iMEMS технологии (integrated microelectromechanical systems) и могут работать как в области низких (до 2 g), так и в области высоких ускорений (до 100 g), измерять ускорение по одной или двум осям. Основные параметры акселерометров фирмы Analog Devices приведены в таблице. Как следует из таблицы, акселерометры являются проблемно ориентированными ИМС.

Акселерометры для измерения угла наклона (ADXL 202/105/210/190) используются в мультимедийных проекторах. До настоящего времени неточная установка такого проектора приводила к искажениям изображения на экране. Использование акселерометра фирмы Analog Devices в мультимедийном проекторе позволило с высокой точностью измерить его угол наклона и программным путем скорректировать изображение (рис. 1). Кроме того, акселерометры для измерения угла наклона используются в управляющих системах, играх, манипуляторах типа джойстик и т. п. С их помощью калибруются электронные компасы.

В качестве датчиков перемещения или положения акселерометры (ADXL202, ADXL210) применяются в охранных и навигационных системах, спортивных тренажерах, системах управления сигнализацией автомобилей. В последнее время эти датчики используются



для идентификации электронной подписи при покупке товаров или оплате услуг через Интернет. Подпись покупателя вводится в компьютер с помощью специальной ручки, в которую встроен акселерометр, измеряющий перемещение и угол наклона этой ручки (рис. 2).

Акселерометры для измерения ударных нагрузок (ADXL210, ADXL250, ADXL150) предназначены для систем регистрации колебаний земной коры, систем безопасности автомобилей и других транспортных средств. При транспортировании хрупких и дорогостоящих грузов встроенный датчик ускорения позволяет с высокой степенью точности регистрировать ударные нагрузки на всем пути следования груза (рис. 3).

Акселерометры для измерения вибраций (ADXL250, ADXL150, ADXL190) используются в аппаратуре для проведения испытаний на виброустойчивость и вибропрочность строительных конструкций, электронной техники и т. п. Кроме того, такие акселерометры используются в бытовой технике. Так, например, в стиральных машинах при смещении бака возникают биевания и вибрации, что может привести к быстрому разрушению машины. Выявление с помощью акселерометра вибраций на ранней стадии их возникновения позволяет откорректировать положение бака (рис. 4). Таким образом, увеличивается надежность стиральной машины и появляется возможность повышения скорости вращения барабана.

Более подробную информацию о применении акселерометров фирмы Analog Devices можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/imems

Тип	Диапазон, g	Оси чувствительности	Разрешение, мг	Полоса, кГц	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Измеряемые параметры
ADXL202	± 2	X, Y	5	6	2.7...5	0.5	перемещение, наклон
ADXL105	± 5	X	2	2	2.7...5	2	наклон, вибрации
ADXL210	± 10	X, Y	10	10	2.7...5	0.5	наклон, перемещение, удары
ADXL250	± 50	X, Y	10	10	4...5	3.5	удары, вибрации
ADXL150	± 50	X	10	10	4...5	1.8	удары, вибрации
ADXL190	± 100	X	10	40	5	1.8	наклон, вибрации

ДАТЧИК ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА DB-8 ДЛЯ СУШИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

В статье представлены несколько модификаций емкостного датчика относительной влажности воздуха, предназначенного для использования в технологических процессах сушки промышленных продуктов.

В. Петренко, А. Цубин

В технологических процессах сушки кирпича, древесины и ряда других промышленных продуктов в качестве сушильного агента используется воздух, подогреваемый от 30 до 100 °С (а иногда и более). Способность сушильного агента впитывать влагу, выделяемую в процессе сушки, в соответствии с действующим технологическим регламентом в большинстве случаев оценивается величиной психрометрической разности сухого и мокрого термометров. Последнее объясняется тем, что до 1973 г. психрометр являлся единственным измерителем влажности сушильного агента в камере сушки. Однако даже при очевидном неудобстве в эксплуатации, психрометры и в настоящее время продолжают использоваться в упомянутых выше технологических процессах.



Датчик DB-8

С появлением емкостных гигрометров и эффективных средств защиты их сенсоров от загрязнения и отравления сложными молекулами бензолной и некоторых других групп возникла реальная возможность использования этих приборов для контроля влажности сушильного агента. Емкостные гигрометры более удобны в эксплуатации, а их стоимость сравнима со стоимостью современных психрометрических датчиков влажности воздуха.

Датчик относительной влажности воздуха DB-8 был разработан для применения в условиях промышленного производства при повышенной температуре окружающего воздуха и возможном воздействии механических нагрузок. В преобразователе датчика DB-8 использована современная элементная база фирмы

Analog Devices: источники опорного напряжения REF195, ОУ типа AD727, компараторы LM293.

Технические характеристики датчика:

- диапазон измеряемой влажности воздуха от 0 до 100 % RH
- абсолютная погрешность измерения для модификаций А/Б — не более $\pm(4/5)$ % RH
- время реакции на скачок влажности воздуха не более 20 с
- диапазон рабочих температур для модификаций А/Б от 0 до (60/90) °С
- выходной сигнал:
 - индекс М — ток, мА, от 4 до 20
 - индекс Н — ток, мА, от 0 до 20
 - индекс Р — напряжение, В, от 0 до 10
- напряжение питания от 12.5 до 30 В
- габариты, мм:
 - гигрометрический зонд — \varnothing 16x85
 - корпус преобразователя — \varnothing 50x50
- масса не более 0.25 кг.

Конструкция

Корпус преобразователя изготовлен из термо- и ударопрочного компаунда АГ-5. Гигрометрический зонд изготовлен из нержавеющей стали и выступает из корпуса на 85 мм. Сенсор датчика защищен от механических ударов, а также от пыли и конденсата металлокерамическим ударопрочным фильтром. Гигрометрический зонд можно промывать водой, спиртом и бензином. Под крышкой корпуса установлены клеммы для подключения кабеля, проходящего через уплотняющий сальник. Датчик DB-8 устанавливается с наружной стороны технологического агрегата таким образом, что гигрометрический зонд датчика проходит в сушильную камеру через сквозное отверстие диаметром 18 мм, которое при установке датчика уплотняется прилегаемым к датчику кольцом.

Комплектность поставки

В комплект поставки входят: датчик DB-8А/Б с индексом М, Н, Р (например, DB-8АМ), крепежная скоба, уплотнительное кольцо, крепеж, паспорт, свидетельство о государственной метрологической аттестации (или свидетельство о метрологической аттестации НТЦ НВК "КИА"), упаковочная коробка. Датчики DB-8 поставляются ГНПП "Риус" НВК "КИА" по заявкам потребителей с первого квартала 2001 г. Поставщик оказывает потребителю необходимую техническую помощь во внедрении продукции, включая поставку оборудования для периодической калибровки датчика на месте эксплуатации.

Более подробные сведения можно получить по тел.: (044) 211-82-09 или e-mail: UKRKIA@nbi.com.ua

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ АЦП

В статье рассмотрены выпускаемые фирмой Texas Instruments многоканальные аналого-цифровые преобразователи (АЦП) с однополярным питанием, предназначенные для применения в системах сбора данных.

В. Охрименко

Основные типовые параметры многоканальных АЦП, выпускаемых фирмой Texas Instruments, приведены в таблице. К достоинствам перечисленных АЦП относятся: низкая мощность потребления (предусмотрены режимы работы с уменьшенным энергопотреблением); высокая точность; однополярное питание; возможность калиб-

ровки; наличие выходного буфера FIFO; интеллектуальный внешний интерфейс, позволяющий осуществлять обмен данными с микропроцессором и сигнальными процессорами разных типов; возможность программирования режимов работы.

Основные сферы применения перечисленных АЦП: сети сбора информации датчиков, портативные измерительные и другие устрой-

ва со встроенным питанием, переносное медицинское оборудование, системы контроля параметров технологических процессов и многие другие.

Все АЦП (см. таблицу) имеют практически одну базовую структурную схему, в которую входят: входной многоканальный мультиплексор, устройство выборки/хранения, встроенный источник эталонного напряжения (в некоторых АЦП нет встроенного источника и необходим внешний источник эталонного напряжения), цифро-аналоговый преобразователь с компаратором, устройство управления внешним интерфейсом и режимами

Основные параметры многоканальных АЦП

Тип	Разрешение, бит	Частота преобр., кГц	Напряжение питания, В	Мощность потребл. (типичное значение), мВт	Источник эталонного напряжения	Встроенный буфер FIFO	Внешний интерфейс	Диапазон температур, °С	Стоимость (FOB, в партии 1000 шт.), \$	
19 входных каналов										
TLC545	8	76	5	6	внешний	нет	последов.	0 ... 70 -40 ... 85	3.41	
TLC546		40							3.68	
11 входных каналов										
TLC2543	12	66	5	5	внешний	нет	последов.	0 ... 70 -40 ... 85 -55 ... 125	4.20	
TLV2543		66	3.3	3.3					4.19	
TLC1543	10	38	5	4	внешний	нет	последов.	0 ... 70 -55 ... 125	1.88	
TLC1542		38		4					2.50	
TLC1541		32		6.5					3.25	
TLC542	8	25	5	6	внешний	нет	последов.	-40 ... 85 -55 ... 125	1.43	
TLC541		40							1.42	
TLC540		75							1.75	
8 входных каналов										
TLC3548	14	200	5	29	встроенный	есть	последов.	0 ... 70 -40 ... 85	11.98	
TLC3578		200		30	внешний				10.72	
TLC2578	12	200	5	30	встроенный	есть	последов.	-40 ... 85	5.48	
TLC2558		400		3.3					5.41	
TLV2548		200		2.7...5.5					4.5	4.35
TLV1578	10	1250	2.7...5.5	12	встроенный	нет	паралл. послед.	0 ... 70 -40 ... 85	2.75	
TLV1570		1250		8					2.73	
TLC1518		400		5					22	3.49
TLV1508		200		2.7...5.5					2.7	3.35

работы. Представленные АЦП в основном отличаются количеством входных каналов, наличием или отсутствием выходного буфера FIFO, напряжением питания, представлением выходных данных преобразования (двоичный или дополнительный двоичный код), протоколами обмена данными через внешний интерфейс [1-4]. Интегральная и дифференциальная нелинейности большинства АЦП составляют ± 1 ЕМР. Во всех АЦП предусмотрено несколько программно настраиваемых режимов работы и встроенный тактовый генератор, что упрощает проектирование систем сбора данных. Большинство АЦП предназначены для работы в широком диапазоне температур. Все перечисленные в таблице АЦП работают по принципу поразрядного уравнивания с использованием в цепи обратной связи ЦАП, релейного конденсатора.

Ниже приведены описания TLC2543 — типичного представителя одиннадцатиканальных АЦП и TLC3548 — восьмиканального 14-разрядного АЦП с буфером FIFO.

TLC2543. Структурная схема одиннадцатиканального 12-разрядного АЦП TLC2543 приведена на рис. 1, а временная диаграмма, поясняющая его работу, — на рис. 2. АЦП TLC2543 работает только с внешним источником эталонного напряжения (входы REF+ и REF-). Напряжение на входе REF+ не должно превышать напряжения источника питания (5 В), а на входе REF- не должно снижаться менее 0 В. В программно переключаемом входном 14-канальном мультиплексоре 11 входов используются для подключения входных сигналов, а три — для подключения одного из трех эталонных напряжений (U_{REF+} , U_{REF-} или $(U_{REF+} - U_{REF-})/2$). Возможность подключать на вход АЦП эталонные напряжения позволяет просто выполнять тестирование микросхемы АЦП.

12-разрядные данные преобразования могут быть представлены в

двоичном коде без знака (униполярный режим работы) или в дополнительном коде (биполярный режим). В униполярном режиме при напряжении входного сигнала, равном U_{REF-} , формируется выходной код 000...0, при напряжении входного сигнала, равном U_{REF+} , — выходной код 111...1, напряжению $(U_{REF+} + U_{REF-})/2$ соответствует код

100...0. В биполярном режиме при напряжении входного сигнала, равном U_{REF-} , формируется код 100...0, при напряжении U_{REF+} — код 011...1, а напряжению $(U_{REF+} + U_{REF-})/2$ соответствует код 000...0. Переключение с униполярного режима на биполярный осуществляется программно.

Процесс работы TLC2543 разделен на две фазы: фазу ввода/выво-

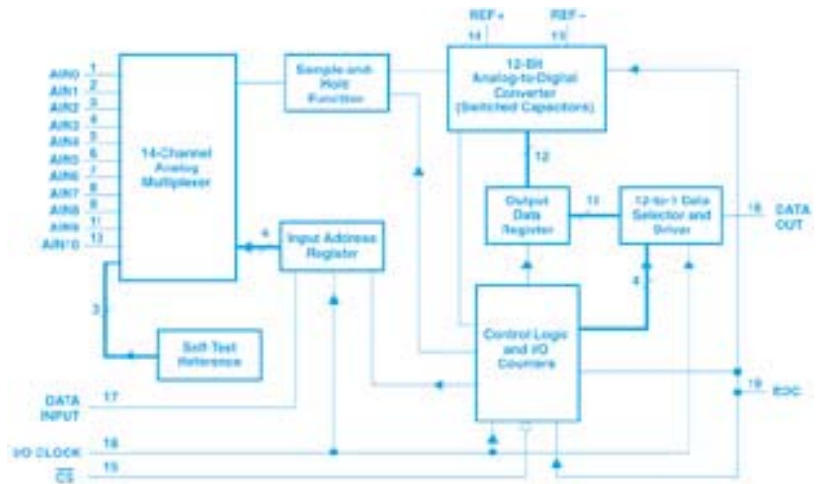


Рис. 1. Структурная схема TLC2543

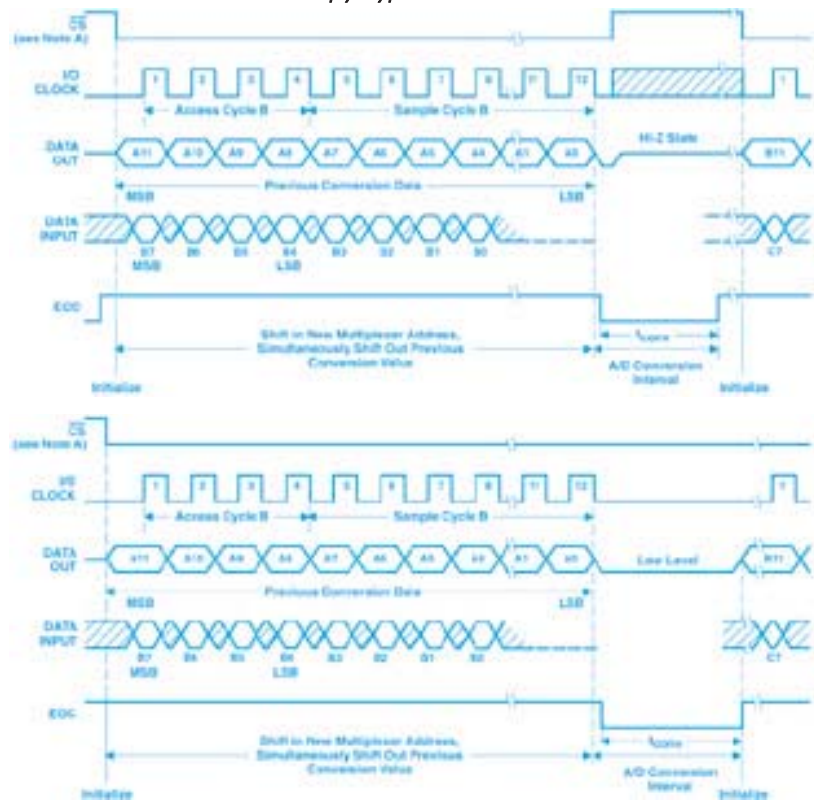


Рис. 2. Временная диаграмма работы TLC2543

да, в которой принимаются данные управления и передаются данные преобразования, и фазу преобразования напряжения входного сигнала в цифровой код. Время преобразования составляет 10 мкс [3]. В течение фазы ввода/вывода выполняется запись данных в 8-разрядный последовательный регистр управления и одновременно с этим данные предыдущего преобразования в последовательном формате могут быть считаны с выхода DATA OUT. Входные (DATA INPUT) и выходные (DATA OUT) данные записываются и считываются синхронно (см. рис. 2) с тактовым сигналом, поступающим на вход I/O CLOCK. Максимальная частота тактового сигнала составляет 4.1 МГц. В течение первых четырех тактов осуществляется также запоминание сигнала, поступающего на один из выходов TLC2543. В фазе преобразования, в начале которой на выходе EOC (end-of-conversion) устанавливается низкий уровень, осуществляется преобразование напряжения входного сигнала в цифровой код. После завершения фазы преобразования на выходе EOC устанавливается сигнал высокого уровня (лог. "1").

В TLC2543 всегда выполняется 12-разрядное преобразование, но чтобы упростить процесс обмена данными с микропроцессорами разных типов предусмотрена возможность передачи данных преобразования в 8-, 12- и 16-разрядном последовательном формате. В случае передачи данных в 8-разрядном формате четыре младших разряда 12-разрядных данных преобразования не передаются, а в случае передачи данных в 16-разрядном формате четыре старших разряда представлены нулями. Кроме того, передача выходных данных может начинаться со старшего или младшего разряда (управление осуществляется программно).

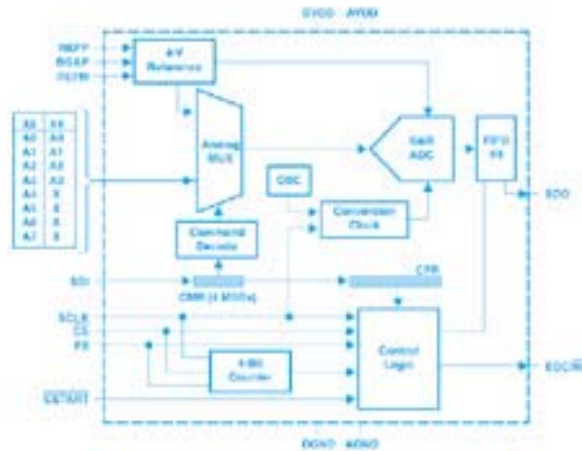


Рис. 3. Структурная схема TLC3548

Чтобы упростить реализацию систем сбора данных, в которых требуется более одиннадцати входных каналов, в TLC2543 предусмотрена возможность объединения по выходу нескольких TLC2543. Выход DATA OUT переключается в высокоимпедансное состояние при CS=0 (CS-Chip Select).

В энергосберегающем режиме работы, который включается программно, ток потребления составляет всего 25 мкА [3]. В этом режиме возможна только запись в регистр управления TLC2543. После включения питания в TLC2543 автоматически устанавливается энергосберегающий режим, выход из которого возможен только после записи соответствующих данных в регистр управления.

Для управления работой TLC2543 предусмотрен 8-разрядный последовательный регистр управления, с помощью которого осуществляется:

- переключение входного мультиплексора (т. е. выбор входного канала)
- выбор одного из трех эталонных напряжений, подключаемых к АЦП
- включение энергосберегающего режима работы
- выбор формата передаваемых данных (8-, 12- или 16-разрядов)
- выбор первого передаваемого разряда (старший или младший)
- выбор кода представления данных преобразования (униполярный или биполярный режим).

TLC3548. Структурная схема восьмиканального 14-разрядного АЦП TLC3548 приведена на рис. 3. Максимальная частота преобразования TLC3548 составляет 200 кГц. TLC3548 имеет два напряжения питания: 5 В (аналоговые схемы) и 3/5 В (цифровые схемы). Микросхемы TLC3548 выпускаются в корпусах двух типов (24-SOIC и 24-TSSOP) и в зависимости от модификации предназначены для работы в диапазоне температур от 0

до 70 °С или от -40 до 85 °С. В TLC3548 предусмотрен встроенный источник эталонного напряжения (4 В), при необходимости можно использовать внешние источники эталонного напряжения (входы REFP, REFV, VGAP). С помощью входного мультиплексора возможно подключение ко входу АЦП одного из эталонных напряжений REFP, REFV или (REFP+REFV)/2, что позволяет просто выполнять тестирование микросхемы. Напряжение входного сигнала может изменяться от нуля до напряжения эталонного источника. Напряжение внешнего эталонного источника не должно превышать напряжение питания (5 В). Ток потребления в активном режиме составляет 4 мА. В TLC3548 предусмотрено два энергосберегающих режима работы. После каждого цикла преобразования TLC3548 автоматически переключается в один из энергосберегающих режимов, ток потребления в котором составляет 1.8 мА (собственно ток потребления встроенного источника эталонного напряжения). При использовании внешнего источника эталонного напряжения ток потребления TLC3548 в этом режиме составляет 5 мкА. Переход в другой энергосберегающий режим инициализируется программно с помощью соответствующей команды, записываемой в 4-разрядный регистр команд. В этом случае встроенный ис-

точник эталонного напряжения отключается, а ток потребления составляет 20 мкА [4]. Однако выход из этого режима осуществляется с задержкой примерно 20 мс. Содержание всех внутренних регистров управления сохраняется и в энергосберегающем режиме. Интегральная и дифференциальная нелинейности TLC3548 составляют ± 1 EMP. Тактовый сигнал, необходимый для работы аналого-цифрового преобразователя, формируется встроенным генератором (OSC).

Главное достоинство TLC3548 — встроенный буфер FIFO (First-In-First-Out) длиной восемь 14-разрядных слов, который позволяет оптимизировать обмен данными с микропроцессорами или сигнальными процессорами через внешний последовательный порт (интерфейс SPI или интерфейс, используемый в сигнальных процессорах серии TMS320) с максимальной тактовой частотой (SCLK) 25 МГц. В TLC3548, в отличие от TLC2543, предусмотрено большее количество программируемых режимов работы, что дает возможность упростить реализацию обмена данными с микропроцессорами и сигнальными процессорами разных типов.

Управление режимами работы TLC3548 осуществляется с помощью 4-разрядного регистра команд (CMR) и 12-разрядного регистра конфигурации FIFO (CFR). Основное функциональное назначение перечисленных регистров поясняет структурная схема (см. рис. 3). При всем многообразии режимов в работе TLC3548 всегда можно выделить основной цикл, приведенный на рис. 4. Цикл работы TLC3548 в общем случае состоит из трех фаз. В первой фазе осуществляется запись команд (четыре разряда 16-разрядного управляющего слова). В завершение первой фазы с помощью входного мультиплексора выполняется подключение к аналого-цифровому преобразователю выбранного входного канала.

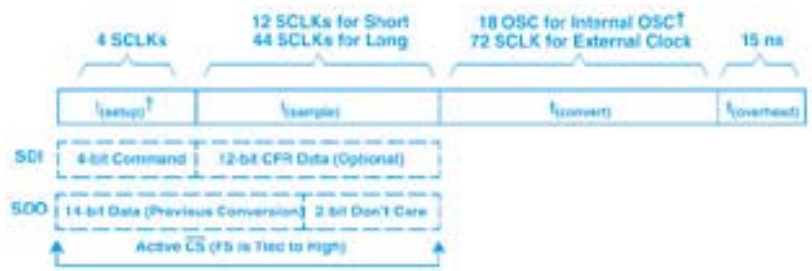


Рис. 4. Цикл работы TLC3548

В течение второй фазы осуществляется запоминание (выборка) напряжения входного сигнала одного из каналов и запись данных в регистр конфигурации FIFO, если в первой фазе была принята соответствующая команда (WRITE CFR). Одновременно с приемом данных в первой и второй фазе данные предыдущего преобразования передаются на выход TLC3548 (выход SDO). Длительность второй фазы можно изменять программно. Передача и прием данных через последовательный порт в течение первой и второй фаз осуществля-

ется синхронно с тактовым сигналом (SCLK). Во время третьей фазы (фаза преобразования) выполняется собственно преобразование напряжения в цифровой код. Длительность фазы преобразования, как видно из рис. 4, может программно изменяться. Если после фазы преобразования не поступает следующая команда, АЦП автоматически переключается в один из энергосберегающих режимов работы. 4-разрядный регистр команд позволяет реализовать:

- переключение входного мультиплексора (т. е. выбор одного из восьми каналов)
- включение энергосберегающего режима работы
- формирование команды записи данных в регистр конфигурации FIFO
- выбор одного из трех эталонных напряжений, подключаемых на вход АЦП
- формирование команды чтения данных, содержащихся в буфере FIFO
- включение стандартного режима работы, устанавливающегося автоматически после включения питания.

С помощью 12-разрядного регистра конфигурации FIFO осуществляется управление работой FIFO (четыре режима), а также управление взаимодействием между входным мультиплексором, аналого-цифровым преобразователем, FIFO и внешним последовательным портом.

Прием данных для управления работой и передача данных преобразования выполняются через последовательный порт (входы/вы-

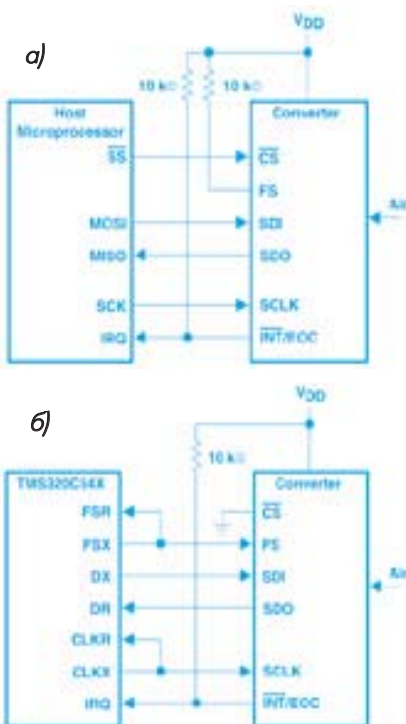


Рис. 5. Интерфейс TLC3548 с микропроцессором (а) и сигнальным процессором (б)

ходы CS, SCLK, FS, SDI, SDO). Выход SDO (Serial Data Out) может переключаться в высокоимпедансное состояние, что позволяет при создании многоканальных (более восьми каналов) систем сбора данных объединять по выходу несколько микросхем АЦП. Управление состоянием выхода SDO осуществляется сигналом CS. Примеры подключения TLC3548 к микропроцессору и сигнальному процессору типа TMS320C54x приведены на рис. 5.

Последовательный порт TLC3548 отличается тем, что в нем реализовано два типа интерфейсов. Для реализации протокола передачи данных, применяемого в стандартном интерфейсе SPI, используются входы/выходы SDI, CS, SPI, SDO (см. рис. 5, а). При реализации обмена данными через последовательный порт сигнальных процессоров серии TMS320 используются входы/выходы SDI, FS, SCLK SDO (см. рис. 5, б). В этом случае с помо-

щью сигнала FS выполняется синхронизация передаваемых 16-разрядных слов.

Особенности других АЦП. В отличие от большинства АЦП, приведенных в таблице, в АЦП TLC3578 и TLC2578 предусмотрена возможность преобразования биполярного входного сигнала, напряжение которого может изменяться в диапазоне от -10 до 10 В. В TLC1578 вместо последовательного входного порта реализован параллельный порт. 12-разрядные АЦП TLV2548 и TLC2558 совместимы по расположению выводов с 10-разрядным АЦП TLV1508, что позволяет путем простой замены микросхем увеличить точность существующей системы сбора данных.

Заключение. Высокая точность, многоканальность, низкое энергопотребление, интеллектуальный внешний интерфейс, программируемость микросхем АЦП, перечисленных в таблице, может в полной мере удовлетворить требования,

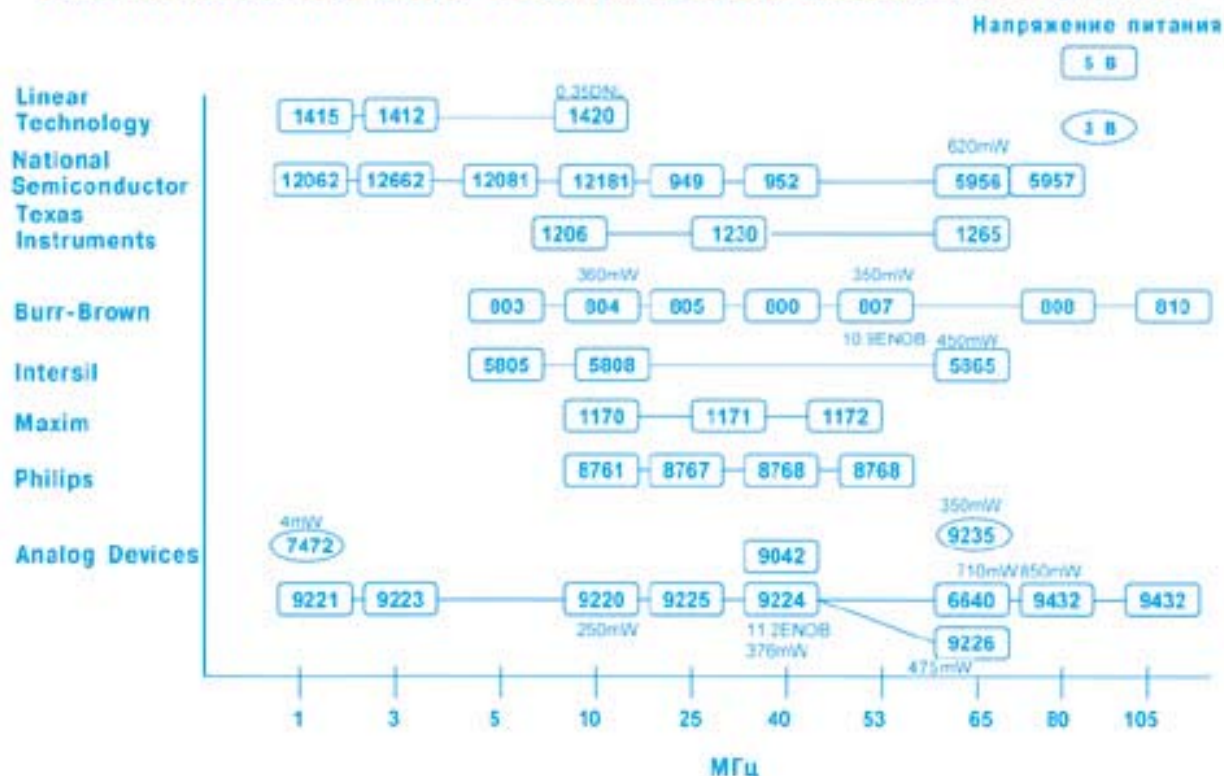
предъявляемые к АЦП в разных системах сбора данных на базе микропроцессоров и сигнальных процессоров разных типов.

Детальную информацию о многоканальных АЦП, выпускаемых фирмой Texas Instruments, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.ti.com/sc/converter>

ЛИТЕРАТУРА:

1. Data Converters. — Texas Instruments. Sine On., 2Q 2000. (<http://www.com/sc/sineon>).
2. Data-Acquisition Products. — Texas Instruments. Sine On., 4 Q 2000 (<http://www.com/sc/sineon>).
3. TLC2543C, TLC2543I, TLC2543M 12-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS WITH SERIAL CONTROL AND 11 ANALOG INPUTS. — Texas Instruments, 1997.
4. TLC3544, TLC3548. 5-V ANALOG, 3-/5-V DIGITAL, 14-BIT, 200-KSPS, 4-/8-CHANNELS SERIAL ADC WITH 0-5 V (PSEVDODIFFERENTIAL) INPUTS. — Texas Instruments, 2000.

Сравнительные параметры 12-разрядных АЦП разных производителей



КОНВЕЙЕРНЫЙ/СИГМА-ДЕЛЬТА АЦП С ЧАСТОТОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ 20 МГц

Рассматривается 16-разрядный АЦП AD9260 фирмы Analog Devices, обладающий высокой скоростью преобразования. Частота дискретизации АЦП от 125 Гц до 20 МГц.

В. Голуб

Фирма Analog Devices является мировым лидером по разработкам и производству АЦП. Фирма использует новейшие принципы их построения [1, 2], обеспечивая высокую точность, а в рассматриваемом АЦП AD9260 [3], кроме того, еще и высокую скорость преобразования. В AD9260 используются два способа преобразования: конвейерный и сигма-дельта [4, 5]. Конвейерный способ, обеспечивающий более высокую скорость преобразования, используется на первом, а сигма-дельта — на втором этапе преобразования, на котором производится дополнительное повышение разрядности, фильтрация и децимация. На рис. 1 приведена структурная схема AD9260, а на рис. 2 — более подробная схема сигма-дельта модулятора с конвейерным преобразователем. АЦП AD9260 является развитием серии микросхем AD92xx с конвейерным преобразованием, известным как способ типа "pipeline" [1], а также как модифицированный параллельный способ [6].

Сигма-дельта модулятор. Выходным сигналом одноразрядного сигма-дельта модулятора является частотно-модулированная последовательность единичных и нулевых посылок (со значениями "1" и "0"). Длительность посылок определяется тактовой частотой f_T и равна $\tau = 1/f_T$. Частота сигма-дельта модулированного сигнала равна $f_{\text{мод}} = f_T n_1 / (n_1 + n_0)$, где n_1 и n_0 — количество единичных и нулевых посылок на выбранном интервале дискретизации (при суммарной частоте следования посылок обоих видов, равной тактовой частоте f_T).

Наряду с одноразрядными существуют многоразрядные сигма-дельта модуляторы, с выхода которых одновременно поступает несколько синхронизированных последовательностей (многоразрядная последовательность). Каждая из них соответствует одному из разрядов "модулирующего" цифрового кода. В результате, при одной и той же частоте f_T , информативность $N_{\text{мод}}$ -разрядной выходной последовательности модулятора будет в $2N_{\text{мод}}$ больше. Применение такого модулятора позволяет снизить f_T в $2N_{\text{мод}}$ раза или увеличить диапазон частот преобразуемого аналогового сигнала в те же $2N_{\text{мод}}$ раза при неизменной тактовой частоте.

На схеме, приведенной на рис. 2, показан 5-разрядный сигма-дельта модулятор, причем 2-го порядка (с двумя цепями интегрирования), используемый в

AD9260 и содержащий основную цепь в составе интегратора INT2, АЦП 5В ADC, ЦАП 5В DAC2 и вычитателя "±"; дополнительную цепь, повышающую порядок модулятора до двух, в составе интегратора INT1, ЦАП 5В DAC1 и вычитателя "±". АЦП и оба ЦАП — 5-разрядные. Повышение порядка модулятора уменьшает шум квантования в полосе частот преобразуемого сигнала [2] и дополнительно придает модулятору функции полиномиального фильтра [4, 5]. С выхода АЦП 5В ADC снимается 5-разрядная последовательность посылок сигма-дельта модулятора, обозначенная на рисунке как M_{out} . Этот же АЦП является одновременно составной частью конвейерного АЦП, показанного на том же рис. 2.

Конвейерный АЦП. В задачу конвейерного АЦП (рис. 2), содержащего четыре ступени преобразования, входит формирование младших разрядов результирующей 12-разрядной последовательности посылок сигма-дельта модулятора. Указанная 12-разрядная последовательность, обозначенная на схеме как C_{out} , образуется путем суммирования 5-разрядной последовательности M_{out} (старшие разряды), поступающей через элемент корректирующей временной задержки z^{-D} , с многоразрядной последовательностью (младшие разряды), поступающей с выхода конвейерного АЦП. В результате на выходе (C_{out}) образуется 12-разрядная последовательность. Скорость ее считывания (частота дискретизации) равна тактовой частоте, выбираемой в пределах от 1 кГц до 20 МГц.

Сигма-дельта преобразователь. На рис. 1 показан сигма-дельта модулятор с конвейерным АЦП (Multi-bit Sigma-Delta Modulator), на выходе которого — 12-разрядная последовательность, обозначенная на

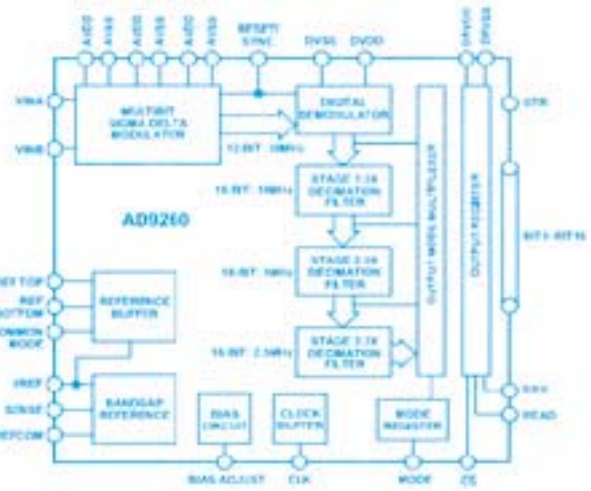


Рис. 1. Структурная схема АЦП AD9260

схеме как "12-Bit; 20 MHz", и сигма-дельта преобразователь, содержащий трехкаскадный фильтр с выходными данными после каждого из каскадов: "16-Bit; 10 MHz", "16-Bit; 5 MHz" и "16-Bit; 2.5 MHz". В задачу преобразователя входит

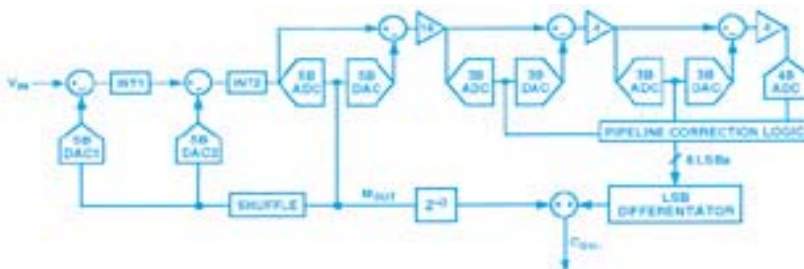


Рис. 2. Структурная схема сигма-дельта модулятора с конвейерным АЦП

мого аналогового сигнала, как показано в таблице, будут более узкими.

Микросхема AD9260 содержит также ряд других устройств. К их числу относится цепь выбор-

ки и хранения на входе модулятора с использованием коммутируемых конденсаторов. Источник Bandgap Reference (рис. 1) обеспечивает микросхему опорным напряжением 1 или 2.5 В. Первое из них используется при напряжении входного сигнала до 1.6 В (п-п), а второе — до 4 В (п-п). При внешнем подключении двух резисторов к цепи источника возможно получение оптимальной (в зависимости от входного сигнала) величины опорного напряжения в пределах от 1 до 2.5 В. К выводам источника должны подключаться конденсаторы [3]. Вход микросхемы — дифференциальный, в связи с чем рекомендуется применение внешнего входного усилителя с дифференциальным выходом [3].

В результате на выходе АЦП AD9260 формируются последовательности 16-разрядных цифровых данных с частотой дискретизации 2.5, 5 или 10 МГц или 12-разрядных данных с частотой дискретизации, равной тактовой частоте 20 МГц (без децимации). Указанным частотам соответствуют диапазоны частот преобразуемого аналогового сигнала, значения которых с учетом неравномерности общей АЧХ приведены в таблице. АЦП AD9260 может использоваться и при меньшей тактовой частоте, в пределах от 1 кГц до 20 МГц. При этом частоты дискретизации будут соответственно меньше, а диапазоны частот преобразуе-

мого аналогового сигнала, как показано в таблице, будут более узкими.

Основные параметры AD9260 приведены в таблице (уровни интермодуляционных искажений даны для измерительного сигнала с указанными через дробь двумя значениями частот). Напряжение питания: 5 В ($\pm 5\%$) — для аналоговых цепей, 2.7 ... 5.5 В — для цифровых. Потребляемая мощность — около 600 мВт. Диапазоны температур: рабочих — от -40 до 85 °С, хранения — от -65 до 150 °С. Корпус микросхемы — 44-MQFP. Полное обозначение микросхемы — AD9260AS. Наряду с микросхемами фирма Analog Devices предлагает также оценочную плату AD9260EB.

Параметры АЦП AD9260

Параметры		Коэффициент децимации ($K_{\text{дец}}$)			
		1	2	4	8
Разрядность, бит		12	16		
Тактовая частота (f_T), МГц		0.001...20			
Частота дискретизации ($f_d = f_T / K_{\text{дец}}$), кГц		1... 20 000	0.5... 10 000	0.25... 5000	0.125... 2500
Частота среза АЧХ (при $f_T = 20$ МГц), МГц, по уровню:	0 дБ	-	2.491	1.24	0.605
	0.1 дБ	-	3.231	1.61	0.807
	3.0 дБ	-	4.535	2.272	1.136
Задержка (при $f_T = 20$ МГц), мкс		0.238	0.80	2.90	13.5
Нелинейность, МЗР:	интегральн. дифф.	± 0.3	± 0.75		
		± 0.25	± 0.50		
Отношение сигнал/шум, дБ (на частотах входного сигнала):	0.1 МГц	63	74	82	88.5
	0.5 МГц	63	74	82	86.5
	1.0 МГц	63	74	82	85
	2.0 МГц	63	74	82	-
	5.0 МГц	59	-	-	-
Интермодуляционные искажения, дБ:	475/525 кГц	-83	-91	-91	-93
	950/1050 кГц	-83	-85	-86	-95

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kester W., High Speed Sampling and High Speed ADCs // High Speed Design Techniques. — Analog Devices, 1996.
2. Kester W., Bryant J., Buxton J., ADCs for Signal Conditioning // Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. — Analog Devices, 1999.
3. AD9260 Data Sheet: High-Speed Oversampling CMOS ADC with 16-Bit Resolution at a 2.5 MHz Output Word Rate. — Analog Devices, 2000.
4. Голуб В. Взгляд на сигма-дельта АЦП // Chip News, № 5, 1999 (с поправкой в № 8, с. 48).
5. Голуб В. С. Сигма-дельта модуляторы и АЦП // Радиоаматор. — К.: № 8, 2000; № 2, 2001.
6. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. — М.: Мир, 1982.

УСТРОЙСТВО ОТЛАДКИ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ HC908

В статье приведено описание схемы и рассмотрены особенности функционирования платы недорогого универсального отладчика для микроконтроллеров семейства HC908 компании Motorola, а также даны рекомендации по применению этой платы вместе со стандартным программным обеспечением, распространяемым бесплатно компанией Motorola.

Д. Панфилов, Т. Ремизевич,
А. Архипов

Известно, что время разработки новой микропроцессорной системы в значительной степени определяется наличием полнофункциональных средств отладки [1]. Для своего нового семейства 8-разрядных микроконтроллеров (МК) HC908 с FLASH-памятью [2, 3] компания Motorola предлагает программно-аппаратные средства следующих типов:

- внутрисхемные симуляторы ICS (In-Circuit Simulator)
- внутрисхемные эмуляторы типа MMEVS (Motorola Modular Evaluation System)
- внутрисхемные эмуляторы типа MMDS (Motorola Modular Development System).

Каждое упомянутое средство способно полностью имитировать работу выбранной пользователем модели МК. Метод отладки предполагает замещение МК программно-аппаратными средствами платы отладочной системы. Управление ходом выполнения прикладной программы и отображение всей необходимой при этом информации осуществляется на инструментальном компьютере с соответствующей программной оболочкой. Непосредственное подключение отладочного средства к целевой плате выполняется с использованием многожильного высокочастотного кабеля, переходной разъем которого вставляется в розетку для МК на целевой плате.

При полной свободе выбора

разработчик со стажем предпочтет внутрисхемный эмулятор, поскольку он позволяет производить отладку в реальном масштабе времени. Но даже "недорогие" MMEVS достаточно дороги (\$1500), а при смене модели МК в пределах семейства HC908 требуется замена практически половины аппаратных средств.

Внутрисхемные симуляторы ICS08 относительно дешевы. Средняя стоимость подобных устройств на сегодняшний день составляет от \$ 450. Они имеют несколько режимов отладки и, что очень важно, содержат программатор. Но отладка с их использованием может происходить только в замедленном масштабе времени. Комплекты ICS08 специализированы для ряда МК одной серии. Например, ICS08MR позволяет отлаживать системы с МК моделей HC908MR32, HC908MR16 и HC908MR8. Переход к модели другой серии, например, HC908JL3 или HC908GP32, потребует приобретения нового комплекта ICS08 [2].

Можно ли создать универсальное отладочное средство для семейства HC908, инвариантное по отношению к модели МК? Анализ режимов работы МК HC908 и особенностей построения фирменных средств отладки для них позволяет положительно ответить на этот вопрос и предложить минимально необходимую конфигурацию аппаратных средств, реализующую идею построения универсальной отладочной платы. Важно отметить, что предлагаемое универ-

сальное отладочное средство может работать под управлением фирменного бесплатного программного обеспечения, которое входит в комплект ICS08 и находится на Интернет-сайте (www.mot-sps.com). Поэтому стоимость такого универсального средства отладки не превышает \$ 20. Последнее практически снимает все ограничения по их доступности для разработчиков.

Предлагаемое решение наиболее полно использует потенциальные возможности МК HC908 по программированию и отладке в системе. Плата универсального устройства отладки содержит интерфейс RS-232 сопряжения МК с компьютером и некоторый набор дополнительных логических схем. При этом отлаживаемый МК расположен на плате разрабатываемого изделия. Подключение большей части его выводов к интерфейсным компонентам в отладочном режиме ничем не отличается от подключения в рабочем режиме. Для подключения к универсальному устройству программирования и отладки необходимо реализовать лишь минимальные аппаратные "добавки" на плате самой отлаживаемой системы.

Ниже кратко представлены основные положения, используемые при реализации технологии программирования и отладки МК семейства HC908 в системе.

Особенности программирования и отладки МК HC908

Любой МК семейства HC908 с FLASH-памятью программ имеет специальный режим работы — отладочный режим (Monitor Mode). В этом режиме активизируется записанная в память МК на этапе производства программа монитора отладки, которая содержит подпрограмму драйвера обмена по однопроводной двунаправленной линии и подпрограмму выполнения

шести команд отладки, поступающих в МК по этому однопроводному интерфейсу [2]. С использованием команд отладки может быть создано специальное программное обеспечение, которое позволит выполнить следующие действия:

- если прикладная программа управления уже загружена в МК, можно запустить эту программу для выполнения с заданного адреса в реальном времени и, используя модуль прерываний по контрольным точкам в составе МК, остановить ее в желаемой контрольной точке
- передать в компьютер состояние регистров центрального процессора и ячеек памяти после останова в контрольной точке
- загрузить в ОЗУ МК по однопроводному интерфейсу программу стирания/программирования FLASH-ПЗУ и, передавая коды прикладной программы или таблиц данных порциями, осуществить программирование резидентной FLASH-памяти МК объемом до 60 Кбайт.

Следует подчеркнуть, что программная и аппаратная поддержка отладочного режима работы МК в минимальной степени использует ресурсы МК, которые предназна-

чены для реализации прикладного алгоритма, ввиду того, что:

- область памяти программы резидентного монитора отладки не пересекается с адресным пространством FLASH-памяти прикладной программы
- при работе программы встроенного монитора отладки не используются ячейки ОЗУ
- для программирования FLASH- и EEPROM-памяти МК не требуется подключение источника повышенного напряжения, т. к. МК имеют в своем составе повышающий программно-управляемый преобразователь
- четыре линии портов ввода/вывода используются для перевода МК в отладочный режим работы, только одна линия (линия двуправленного однопроводного интерфейса) не может использоваться для управления объектом при отладке прикладной программы с использованием отладочного режима работы
- для вхождения МК в отладочный режим работы необходим один источник повышенного напряжения V_{TST} .

Таким образом, при условии создания специального программного обеспечения для персонального

компьютера отладочный режим работы МК позволяет создать программатор и отладчик реального времени с использованием только внутренних ресурсов МК, минимально ограничивающий возможность полного использования ресурсов МК для решения задачи управления.

Отмеченные особенности микроконтроллеров семейства HC908 позволяют:

- реализовать самую современную и одновременно самую недорогую технологию отладки микропроцессорной системы
- получить высокие технико-экономические показатели конечного изделия, т. к. переходная колодка для установки предварительно запрограммированного на специальном программаторе МК становится принципиально ненужной. МК может в незапрограммированном состоянии паяться на плату конечного изделия и лишь потом программироваться и, в случае необходимости, дополнительно отлаживаться и перепрограммироваться.

Малые затраты в процессе разработки, возможность сохранения интеллектуальной собственности при высокотехнологичном изготовлении конечного устройства (пайка в заводских условиях миниатюрного корпуса для планарного монтажа с последующим программированием уже готового изделия) делают описанную технологию отладки крайне привлекательной.

Программирование и отладка в системе с использованием ICS08

В рассмотренном выше отладочном режиме работы (Monitor Mode) в полной мере используется комплект внутрисхемного симулятора ICS08xx (xx — серия МК в пределах семейства HC08). В настоящее время компания Motorola предлагает пять типов внутрисхемных симуляторов: ICS08GP, ICS08MR, ICS08JL/JK, ICS08RK, ICS08JB. Аппаратные средства перечисленных симуляторов ICS08xx

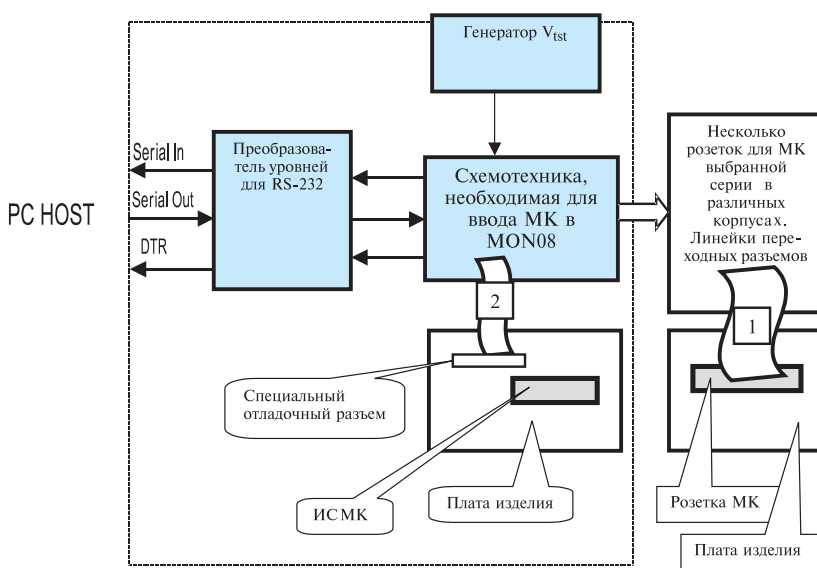


Рис. 1. Структура аппаратных средств симуляторов ICS08xx

имеют одинаковую структуру (рис. 1). Аппаратные средства внутрисхемного симулятора содержат четыре функциональных блока:

- преобразователь RS-232
- генератор повышенного тестового напряжения V_{TST}
- устройства, необходимые для ввода МК в отладочный режим
- набор розеток для всех типов МК данной серии.

Первые три функциональных блока для любого МК семейства HC908 практически полностью идентичны. Основное различие комплектов симуляторов ICS08xx для различных серий МК состоит в наборе розеток и линеек переходных разъемов для подключения к плате разрабатываемого изделия. Общая часть на рис. 1 выделена цветом.

При этом аппаратные средства внутрисхемных симуляторов реализуют три технологии:

1. Программирование МК во внутрисхемном симуляторе. Затем МК должен быть вынут из розетки платы отладочного средства и вставлен в плату изделия.

2. Отладка в замедленном масштабе времени. При этом МК находится во внутрисхемном симуляторе. Гибкий кабель (на рис. 1 обозначен цифрой 1) связывает плату ICS с платой разрабатываемого изделия, причем переходной разъем кабеля вставлен в розетку МК на плате изделия.

3. Отладка в реальном масштабе времени. При этом МК находится на плате разрабатываемого изделия. Гибкий кабель 2 связывает плату ICS со специально выполненным на плате изделия отладочным разъемом (16 контактов). В этом режиме возможно также программирование МК на плате конечного изделия.

Заметим, что именно в последнем режиме используется общая часть аппаратных средств внутрисхемных симуляторов, которая практически идентична для всех МК семейства HC908. Именно эта идея реализована в предлагаемой

универсальной плате отладчика. Таким образом, плата представляет собой программатор и отладчик для всех МК семейства HC908. Программное обеспечение для разных типов МК имеется в составе разных комплектов ICS08xx и, как уже было отмечено ранее, является бесплатным и может быть получено с Интернет-сайта компании Motorola.

Сервисные возможности отладки с использованием предлагаемой технологии несколько сужены. На каждом этапе отладки возможно проставление лишь одной контрольной точки. Но при этом реализуется отладка в системе в реальном масштабе времени. Для большинства разрабатываемых устройств с объемом памяти программы до 10 Кбайт при наличии в составе ICS08xx хорошего бесплатного программного симулятора с возможностями символьной отладки и развитым сервисом контрольных точек предлагаемая технология отладки вполне приемлема. Она имеет также и дополнительное преимущество. Дело в том, что на этапе совместной отладки встраиваемой

системы с объектом управления не всегда имеется возможность замещения МК симулятором с использованием многожильного высокочастотного кабеля. Но отладка в реальном времени при этом принципиально необходима. Самый яркий пример — устройства управления силовой электроникой. Выполнение миниатюрного устройства отладки в виде мезонина к основной плате и размещение его в конструктиве силового преобразователя позволяет решить проблему.

На рис. 2 представлена структура аппаратных средств для отладки с применением предлагаемой универсальной платы отладчика. Электрическая принципиальная схема платы приведена на рис. 3. В таблице приведены сведения о подключении выводов МК различных типов к плате отладчика. Такая плата, выполненная в виде макетного образца, испытана как в режиме отладки, так и в режиме программирования с тремя типами МК (HC908GP32, HC908JL3, HC908MR32) и со стандартным программным обеспечением DE-BUG08 из пакетов для ICS08.

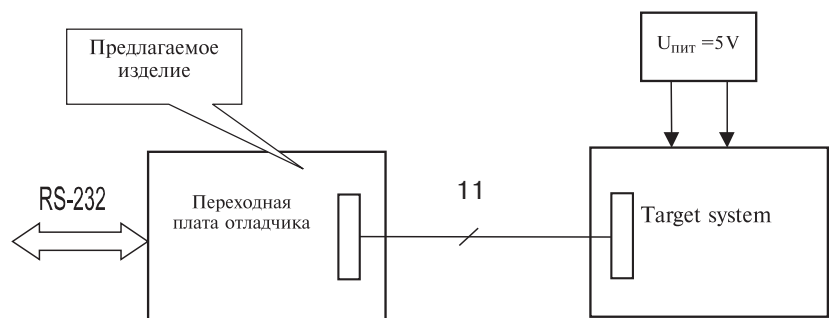


Рис. 2. Структура аппаратных средств для отладки МК семейства HC908 с применением универсальной платы отладчика

Подключение выводов МК семейства HC908 к плате отладчика

Тип МК	PTx1	PTx2	PTx3	PTx4	PTx5
HC908GP32/20	PTC0	PTC1	PTC3	PTA7	PTA0
HC908JL3/JK3/JK1	PTB1	PTB2	PTB3	-	PTB0
HC908MR32/24	PTC3	PTC4	PTC2	-	PTA0

Примечание: цветом выделены те выводы МК, которые после входа в отладочный режим можно использовать для управления объектом.

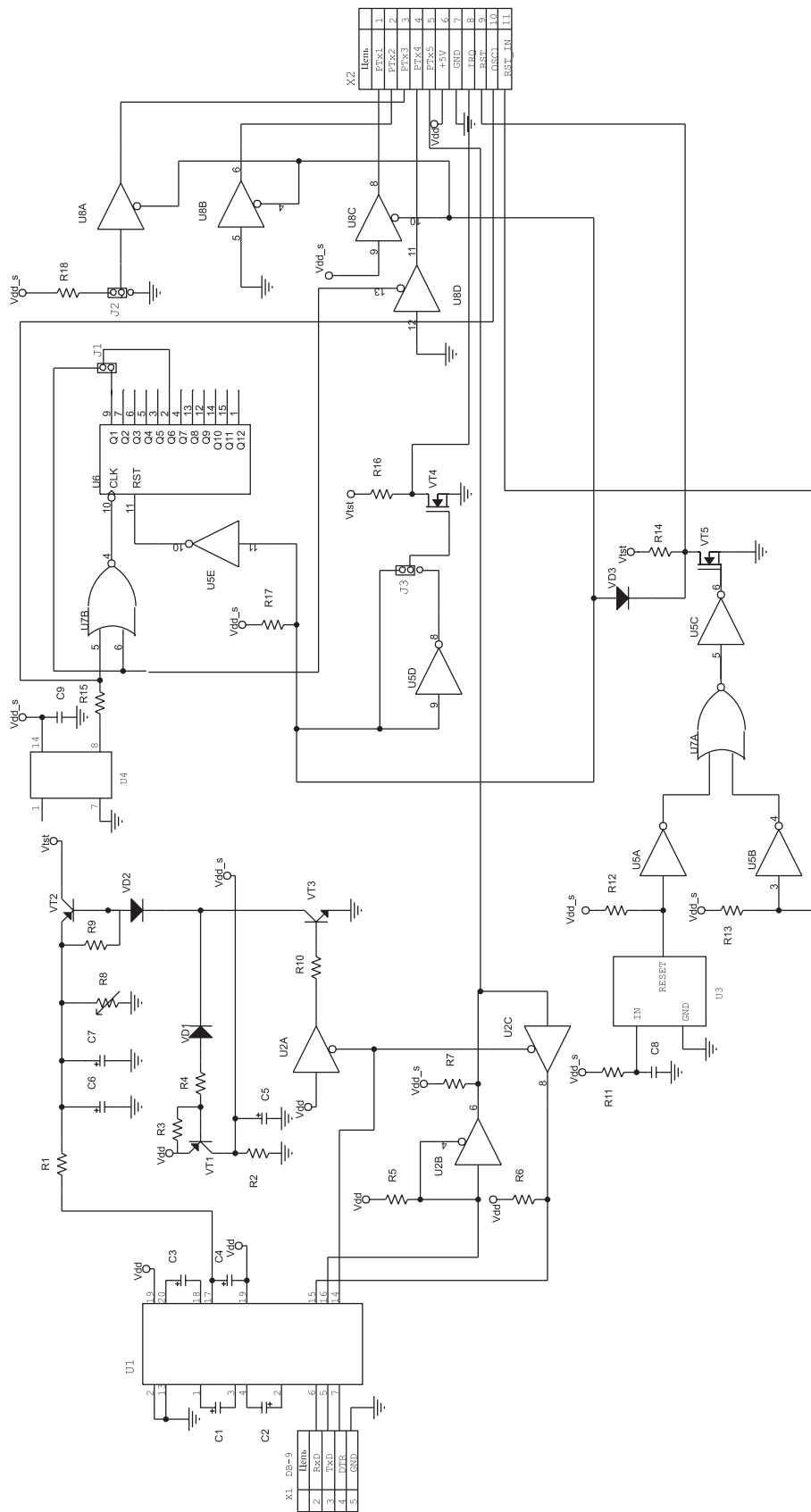


Рис. 3. Электрическая принципиальная схема платы отладчика

- Резисторы:
 R1 — 180 Ом ±20 %
 R2, R10 — 1 кОм ±20 %
 R3-R7 — 10 кОм ±20 %
 R8 — 2 кОм (переменный)
 R9, R11-R14 — 10 кОм ±20 %
 R15 — 25 Ом ±20 %
 R16-R18 — 10 кОм ±20 %
- Транзисторы:
 VT1, VT2 — 2N3906 (KT3102)
 VT3 — 2N3904 (KT502)
 VT4, VT5 — BS170
- Диоды:
 VD1, VD2 — 1N914 (КД521А)
 VD3 — 1N5817
- Микросхемы:
 U1 — MC145407
 U2, U8 — MC74HC125
 U3 — MC34164р
 U4 — SG51P 4.9152 МГц
 (кварцевый генератор)
 U5 — MC74HC04A (КР1564ЛН1,
 КР1554ПН1)
- U6 — 76HC4040AN (4040BDM)
 U7 — MC74HC02A (КР1564ЛЕ1,
 КР1554ЛЕ1)
- Конденсаторы:
 C1-C6 — 10 мкФ, 63 В
 C7, C9 — 0.1 мкФ
 C8 — 2.2 мкФ

Выводы

- Предлагаемая переходная плата универсального отладчика использует рекомендованные компанией Motorola схемотехнические решения для программирования и отладки в реальном времени МК семейства HC908.
- Плата предполагает использование стандартного бесплатного программного обеспечения, рекомендуемого компанией Motorola для отладки МК рассматриваемого семейства.
- Исключение большого количества разъемов различных типов (по сравнению с модулями ICS08xx) и применение одного разъема для

подключения выводов различных МК к контактам PTh позволяет существенно уменьшить стоимость платы и использовать ее как универсальное средство программирования и отладки. Появление новых типов МК в семействе приведет лишь к расширению таблицы подключения выводов МК к контактам PTh.

- Плата рассчитана на достаточно опытного разработчика, поскольку предполагает уже на первом этапе отладки программно-аппаратных средств изготовление собственного макета, содержащего МК и необходимый набор внешних аппаратных средств.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кобахидзе Ш.В. Нужны ли профессионалу инструментальные средства? — Инженерная микроэлектроника, 1998, № 1, с. 2-10.
2. Ремизевич Т.В. Микроконтроллеры для встраиваемых приложений. От общих подходов к семействам HC05 и HC08 компании Motorola. — М., изд-во «Додека», 2000, 272 с.
3. Ремизевич Т.В. Микроконтроллеры семейства HC08 компании Motorola. — Инженерная микроэлектроника, 1999, № 4, с. 43-50.

Вниманию разработчиков!

НПФ VD MAIS осуществляет поставки со склада в Киеве следующих типов микросхем контроллеров семейства HC908 компании Motorola. Цены приведены для единичных образцов по курсу гривни на 06.04.2001 г. При поставках крупных партий микросхем и контрактных поставках цены существенно снижаются.

Тип	Цена, грн. (с НДС)
MC68HC908JK1CDW	15.66
MC68HC908JK3CDW	20.70
MC68HC908JL3CP	26.39
MC68HC908KX2CP	26.61
MC68HC908KX8CDW	33.87

МИКРОКОНТРОЛЛЕР СО ВСТРОЕННЫМ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОМ

Компания Motorola пополнила семейство HC908 недорогих восьмиразрядных микроконтроллеров с флэш-памятью микросхемой MC68HC908RF2 универсального контроллера со встроенным радиопередатчиком. Передатчик может работать на частоте 315, 434 или 868 МГц в режиме амплитудной модуляции или частотной манипуляции.

А. Ермолович

Микросхема MC68HC908RF2 предназначена для применения в электронных замках (в качестве "электронного ключа"), системах охранной сигнализации, беспроводных системах сбора данных. Микросхема состоит из независимых блоков контроллера и радиопередатчика, характеризуется малыми габаритами и

низким энергопотреблением. Микросхема выпускается в корпусе 32-LQFP, имеет напряжение питания от 1.9 до 3.6 В и диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С.

Контроллер

Контроллер, входящий в состав микросхемы MC68HC908RF2, принадлежит к семейству HC908 и отличается уменьшенным набором периферийных модулей. Ниже перечислены основные характеристики этого контроллера:

- процессорное ядро HC08
- частота внутренней шины от 0.032 до 4 МГц при напряжении питания 3.3 В и от 0.032 до 2 МГц при напряжении питания 1.9 В
- тактовый генератор может работать со встроенной времязадающей цепью или внешним кварцевым резонатором



- значение тактовой частоты устанавливается программно

- при работе от встроенного времязадающего элемента отклонение тактовой частоты от заданного значения без подстройки составляет $\pm 25\%$, с программной подстройкой $\pm 2\%$

- флэш-память объемом 2 кбайта
- встроенное ОЗУ объемом 128 байт
- двухканальный 16-разрядный модуль базового таймера, формирующий метки реального времени
- 12 линий ввода/вывода, из них:
 - шесть линий для опроса клавиатуры
 - две линии модуля таймера
- внешние асинхронные входы прерываний
- супервизор напряжения питания
 - при напряжении питания ниже 2.0 В устанавливается флаг пониженного напряжения
 - при напряжении ниже 1.8 В вырабатывается сигнал сброса
- сторожевой таймер
- два энергосберегающих режима (ожидания и остановки)
- ток потребления, не более (без учета УКВ передатчика):
 - в рабочем режиме 4.3/8.6 мА (при тактовой частоте 2/4 МГц)
 - в режиме ожидания 1.2 мА
 - в режиме остановки 100 нА.

Подробно с особенностями микроконтроллеров семейства HC908 можно ознакомиться в [1].

Радиопередатчик

Передатчик, входящий в состав микросхемы, выполнен в виде независимого блока, не имеющего сигнальных связей с контроллером. Блок-схема передатчика приведена на рисунке. В состав передатчика входят:

- модуль управления (CONTROL)
- модуль кварцевого генератора (ХСО)
- делитель частоты на 64 с выходным усилителем тактового сигнала
- синтезатор частоты с системой ФАПЧ, состоящий из:
 - фазочастотного детектора (PFD)
 - генератора, управляемого напряжением (VCO)
 - ФНЧ первого порядка
 - делителей частоты на 32 и 2
- выходной усилитель мощности (РА).

В таблице приведены данные для настройки частоты передатчика. Если на входе MODE установлен низкий уровень напряжения, передатчик работает в режиме амплитудной модуляции. В этом режиме информационный сигнал, поступающий на вход DATA, включает и выключает выходной усилитель мощности. Если на входе MODE установлен высокий уровень напряжения, передатчик работает в режиме частотной манипуляции. В этом случае сигнал со входа DATA передается на выход CFCK встроенного ключа. Этот ключ комму-

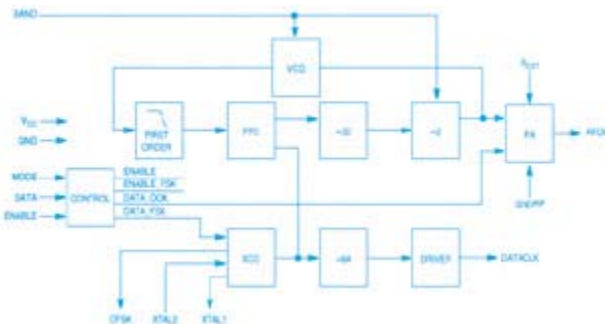
тирует конденсаторы, включенные параллельно кварцевому резонатору, и изменяет значение несущей частоты передатчика. Уровень выходной мощности передатчика задается сопротивлением резистора R_{EXT} .

Данные для настройки частоты радиопередатчика микроконтроллера MC68HC908RF2

Частота передатчика, МГц	Частота кварцевого резонатора, МГц	Уровень напряжения на входе BAND	Козфф. деления частоты в системе ФАПЧ
315	9.84	высокий	32
434	13.56		
868		низкий	64

Параметры блока передатчика:

- ток потребления:
 - в режиме передачи не более 17 мА
 - в режиме ожидания не более 500 нА
- выходная мощность на нагрузке сопротивлением 50 Ом:
 - не менее -2 дБм на частоте 315 или 434 МГц
 - не менее -6 дБм на частоте 868 МГц
- скорость передачи данных не более 10 кбод
- время захвата частоты системой ФАПЧ не более 750 мкс
- уровень фазового шума при отстройке от несущей частоты ± 175 кГц:
 - не более -72 дБн на частоте 315 или 434 МГц
 - не более -66 дБн на частоте 868 МГц.



Блок-схема радиопередатчика микроконтроллера MC68HC908RF2

Полное описание микросхемы микроконтроллера можно найти в [2]. Этот документ можно получить в сети Интернет по адресу: www.mot-sps.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ремизевич Т.В. Микроконтроллеры для встраиваемых приложений. От общих подходов к семействам HC05 и HC08 компании Motorola. — М., изд-во «Додека», 2000.
2. MC68HC908RF2 Advance Information. — Motorola, Inc., 2000.

РАЗВИТИЕ СЕМЕЙСТВ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКИ ФИРМ XILINX, ALTERA, CYPRESS

В настоящее время ПЛИС стали гибким универсальным средством для реализации многих приложений. В их состав входят память, логика, микропроцессорное ядро.

Ниже рассмотрены ПЛИС таких известных производителей как Xilinx, Altera, Cypress.

Э. Комухаев, Д. Седлецкий

В публикациях и на семинарах 2000 года, посвященных новой элементной базе, достижения ПЛИС — одна из ведущих тем. Не исключено, что по количеству публикаций именно ПЛИС оставили позади любые другие типы электронных компонентов. Это связано с ростом числа приложений ПЛИС, их высокой наукоемкостью, быстрым совершенствованием параметров кристаллов и САПР, внедрением различных структур памяти, а теперь и ядер микропроцессоров в ПЛИС. В апреле 2000 г. журнал "Computer" (США) посвятил вычислениям, реализуемым на ПЛИС, все статьи выпуска, а проходившая в это время в Нью-Йорке Третья конференция по внедрению нового стандарта шифрования AES провела даже дополнительную сессию по реализации алгоритмов шифрования с использованием ПЛИС. Растет число публикаций о ПЛИС в России, где уже свыше 2000 организаций внедряют ПЛИС. По оценкам специалистов [1] "ПЛИС произвели революцию в технике реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов", а разработки DSP приложений именно на базе новых высокоинтегрированных

ПЛИС квалифицируются как господствующая тенденция.

Тексты публикаций о ПЛИС теперь можно найти на web-сайте [2]. Сведения о ПЛИС появились и на сайтах ряда технологических лидеров: IBM, Wind River Systems, Conexant, Rocket Chips, Math Works и других после образования ими стратегического альянса [3] для совместного развития технологий и приложений высокоинтегрированных ПЛИС Virtex II.

В 2000 году фирма Xilinx включена журналом Fortune Magazine под четырнадцатым номером в престижный список 100 самых перспективных производителей мира (www.fortune.com) как лидирующий производитель ПЛИС.

Особенности рынка и приложений

Рассмотрение рыночных и технологических достижений ПЛИС требует сопоставления с другими типами электронных компонентов, учета взаимодополнений возможностей или конкуренции. С этой целью в статье приведены данные:

- объема продаж лидеров-производителей различных типов электронных компонентов
- объема продаж ПЛИС ведущими производителями
- распределения спроса на разные виды продукции лидера рынка ПЛИС — фирмы Xilinx [2 — 6].

В таблице 1 приведены объемы продаж лидирующих фирм-производителей за 1999 год для различных типов электронных компонентов.

Таблица 1. Рыночные показатели лидеров по продаже электронных компонентов

Сегмент рынка	Фирма-лидер	Объем продаж, \$ млн	Примечания
Аналоговые ИС	TI	2800	Аналоговые ИС часто сочетают на платах с ПЛИС, реконфигурируемые аналоговые микросхемы пока не утвердились
DRAM	Samsung	4770	Решения на базе ПЛИС традиционно используются для управления DRAM, теперь в связи с перспективностью DDR DRAM намечается расширение приложений
DSP	TI	2000	Параллельно развиваются тенденции конкуренции ПЛИС с DSP и взаимодополнений на платах
EEPROM	Atmel	282	Технологии EEPROM широко используются для ПЛИС, Atmel производит свои ПЛИС
EPROM	ST Micro	206	Технологии EPROM используются для ПЛИС
Флэш-память	Intel	1200	Флэш-память используется в ПЛИС, например, в семействах XC18xx
Вентильные матрицы	Fujitsu	494	Сегмент вентильных матриц уступил ряд позиций в пользу ПЛИС
Микроконтроллеры	Motorola	2540	Микроконтроллеры и ПЛИС — многолетние конкуренты
Микропроцессоры	Intel	22 170	Расширяется взаимопроникновение технологий изготовления микропроцессоров и ПЛИС, в этом направлении успешно сотрудничают IBM и Xilinx
Программируемые логические устройства	Xilinx	899	Достигнут уровень интеграции 10 млн. вентилях на кристалл
SRAM	Samsung	966	Технологии SRAM широко используют ПЛИС
Стандартные ячейки	IBM	2200	Конкурируют с ПЛИС в ряде приложений



Таблица 2. Объемы продаж ведущих фирм-производителей ПЛИС

Компания	Xilinx	Altera	Lattice	Actel	Lucent	Cypress	Quick Logic	Atmel
1998 г., \$ млн	629	654	206	154	100	41	30	32
1999 г., \$ млн	899	837	410	172	120	43	40	38

В таблице 2 приведены сравнительные объемы продаж ведущих производителей ПЛИС за 1998, 1999 гг.

Среди перечисленных в таблице 1 типов электронных компонентов ПЛИС выделяются высокими темпами роста объемов продаж, например, объем продаж фирмы Xilinx за четвертый квартал 1999 г. составлял \$ 264.26 млн, а за четвертый квартал 2000 г. — уже \$ 450.1 млн. Распределение этих объемов продаж по основным потребителям следующее: средства телекоммуникаций — 77 %, компьютерные средства — 15 %, остальные — 8 %. Распределение по регионам: Сев. Америка — 62 %, Европа — 18 %, Япония — 11 %, остальные регионы Азии — 9 %. Распределение по группам семейств: XC2000, XC3000, XC3100, XC4000, XC70xx — 5 %; XC4000E, XC4000EX, XC4000XL, XC5200, XC9500XL, Spartan и Cool Runner — 34 % (технологии 0.35 микрон); XC4000XV, XC4000XA, Spartan XL, SpartanII, Virtex E (технологии 0.25 микрон и меньше), средства САПР — 8 %.

Растет число публикаций об успехах ПЛИС на рынке DSP, который достиг в 1999 г. уровня \$ 4.4 млн. На базе FPGA пользователи получили эффективные возможности проектирования собственных, оптимизированных под конкретную задачу DSP. В 1999 году стои-

мость проданных FPGA для реализации алгоритмов DSP составила \$ 70 млн, а в 2000 году эта цифра возросла более чем на 40 % с тенденцией дальнейшего быстрого увеличения. Выделен такой состав ведущих производителей DSP и процессорных ядер: Analog Devices Inc., Hitachi Semiconductor, Infineon Technologies Inc., LSI Logic Inc., Lucent Technologies, Motorola Inc., Texas Instruments Inc., Xilinx Inc. Фирма Xilinx заключила стратегический союз с фирмой MATH WORKS, разработчиком программных платформ, и уже в течение двух лет партнеры разрабатывают решения, позволяющие автоматически транслировать проекты DSP на системном уровне в реализации на FPGA. Теперь ценовой разрыв между чипами FPGA и однокристальными DSP незначителен, зато чип FPGA позволяет обеспечить повышенную производительность и системную интеграцию, малое время разработки и возможность перепрограммирования DSP. Фирма MATH WORKS известна сотрудничеством с фирмой Motorola, например, ими совместно создан DSP Developer Kit для модификации модулей DSP.

Основные параметры новых ПЛИС

В таблице 3 приведены данные о параметрах наиболее применяемых новых ПЛИС, производимых фирмами Xilinx, Altera, Cypress [2 — 4, 7, 8].

Таблица 3. Параметры новых ПЛИС фирм Xilinx, Altera, Cypress

Семейства FPGA фирмы Xilinx						
Тип	Spartan, Spartan XL	Spartan II	Virtex	Virtex-E/EM	XC4000E	XC4000X
Тип технологии конфигурации	SRAM	SRAM	SRAM	SRAM	SRAM	SRAM
Напряжение питания ядра, В	3.3, 5	2.5	2.5	1.8	5	2.5, 3.3
Типы корпусов, число контактов	BGA 256, CSP 144/280, PLCC 84, PQFP 208/240, TQFP 144, VQFP 100	CSP 144, FBGA 256/456, PQFP 208, TQFP 144, VQFP 100	BG 352/432 /560, CS 144, FG 256/456/676/680, HQ 240, PQ 240	BG 352/432/560, CG 1156, CS 144, FG 256/456/676/680/900/1156, HQ 240, PQ 240	BG 225/352/432, HQ 304, PC84, PG 120/.../411, PQ 100/.../240, TQ 144/176, VQ 100	BG 256, PQ 100/...559, TQ 144/176, VQ 100
Число логических ячеек	238-1862	432-5292	1728-27 648	1728-73 008	238-3078	466
Распределенная память, бит	3200-25088	3072-37 631	24576-393 216	24576-108 336	3072-43 008	6144-276 480
Сосредоточенная память, бит	нет	16 384-57 344	32 768-131 072	65 536-1 146 8 80	нет	нет
Особенности	Рабочая частота до 80 МГц, совместимость с PCI	Рабочая частота до 200 МГц, совместимость с PCI, режим энергосбережения	Поддержка 17 стандартов интерфейсов, различные уровни напряжений	Поддержка 20 стандартов интерфейсов, различные уровни напряжений	Рабочая частота 80 МГц, поддержка PCI	Рабочая частота 100 МГц, поддержка PCI, 5 и 3 В
Стоимость, \$, в партии 10 тыс.	4.95-20.25	5.25-19.45	28-850	20-3100	14-140	16-15 000

Таблица 3 (продолжение). Параметры новых ПЛИС фирм Xilinx, Altera, Cypress

Семейства FPGA фирмы Altera				
Тип	Asex1K	Arpx20K/E	Flex6000	Flex10K/A/E
Тип технологии конфигурации	SRAM	SRAM	SRAM	SRAM
Напряжение питания ядра, В	2.5	2.5, 1.8	3.3, 5	2.5, 3.3, 5
Типы корпусов, число контактов	Fine Line BGA 256/484, PQFP 208, TQFP 100/144	BGA 356/652, FBGA 144/324/484/672/1020, PGA 655, PQFP 208/240, TQFP 144	BGA 256, FBGA 100/256, PQFP 208/240, TQFP 100/144	TQFP 100/144, BGA 356/600, FBGA 256/484/672, PGA 403/503/599, PLCC 84, RQFP 208/240,
Число логич. ячеек	546-4992	1200-51 840	880-1960	576-12 160
Распределенная память, бит	нет	нет	нет	нет
Объем сосредоточенной памяти, бит	12 288-49 152	24 576-442 368	нет	6144-98 304
Типы памяти	Двухпортовая SRAM	CAM и двухпортовая SRAM	нет	Двухпортовая SRAM
Особенности	64 МГц/ 64-разрядная шина PCI	Поддержка ряда напряжений питания интерфейсов	Поддержка PCI, 2.2-3.3 В интерфейса	Поддержка PCI, 2.2-3.3 В интерфейса
Стоимость, \$, в партии 10 тыс.	4-15	15-995	7-13.5	10-95
Семейства CPLD фирмы Xilinx				
Тип	Cool Runner XPLA3	Cool Runner XPLA	XC9500	XC9500
Тип технологии конфигурации	EEPROM	EEPROM	флэш-память	флэш-память
Напряжение питания ядра, В	2.7-3.6	4.5-5.5	2.4-2.6	3-3.6; 4.75-5.25
Типы корпусов, число контактов	CSP 48/56/144/280, PQFP 208, TQFP 144, VQFP 44/100	PLCC 44, TQFP 128, VQFP 44/100	BGA 256/352, CSP 48/144/280, FBGA 256	PLCC 44/84, FQFP 100/144, PQFP 100/160/208, RQFP 208, VQFP 44/64
Число макроячеек	32-384	32-128	36-288	36-288
Особенности	Низкое энергопотребление, поддержка режима ISP, нет встроенной памяти		Высокая производительность, поддержка режима ISP, нет встроенной памяти	
Стоимость, \$, в партии 10 тыс.	2-24	2.9-15	1.8-23.40	1.8-23.40
Семейства CPLD фирмы Cypress				
Тип	Ultra 37000 (EEPROM)		Delta 39K (SRAM)	
Напряжение питания ядра, В	3.3, 5		1.8, 2.5, 3.3	
Типы корпусов, число контактов	BGA 256/352, CLCC 44/84, CQFP 160/208, FBGA 48/100/256/400, PLCC 44/84, FQFP 208, TQFP 44/100/160		FBGA 144/256/484/676, PQFP 208, Self-boot BGA 388, Self-boot FBGA 256/484/676	
Число макроячеек	32-512		256 - 5376	
Объем встроенной памяти, бит	Нет		40 960 - 860 160 (двухпортовая организация и FIFO)	
Особенности	Поддержка режимов ISP, JTAG		Поддержка JTAG, Compact PCI, встроенная флэш-память, режим пониженного энергопотребления	
Стоимость, \$, в партии 10 тыс.	1-35		8-200	

Семейство CPLD Ultra 37000 фирмы Cypress выпускается с различными значениями рабочих частот: 200, 167, 154, 125, 100, 83, 66 МГц. Имеются варианты, соответствующие военному стандарту (-55 — 125 °С). Семейство CPLD 39K выделяется повышенной интеграцией (до уровня FPGA), имеет рабочие частоты

до 250 МГц. Проектирование всех ПЛИС фирмы Cypress осуществляется на базе САПР Warp с использованием языков VHDL, Verilog.

Фирма Xilinx, как и фирма Cypress, производит ряд ПЛИС, соответствующих военному стандарту (табл. 4).



Таблица 4. Параметры FPGA кристаллов для военных приложений

Тип кристаллов	Число ячеек	Макс. число логических вентиляей	Макс. объем ЗУ, бит	Матрица логических блоков	Число триггеров	Макс. число выходов	Макс. ток нагрузки, мА
XQ4013XL	1368	13 К	18 К	24×24	1536	192	12/24
XQ4036XL	3078	36 К	42 К	36×36	3168	288	12/24
XQ4062XL	5472	62 К	74 К	48×48	5376	384	12/24
XQ4085XL	7448	85 К	100 К	56×56	7168	448	12/24
XQV100	2700	32 К	78 К	12×30	2400	180	2/24
XQVR/XQV300	6912	83 К	160 К	32×48	6144	316	2/24
XQVR/XQV600	15 552	187 К	312 К	48×72	13824	512	2/24
XQVR/XQV1000	27 648	332 К	512 К	64×96	24576	512	2/24

Примечание: индекс XQVR обозначает повышенный уровень радиационной устойчивости.

ПЛИС в телекоммуникационных устройствах

Телекоммуникационные приложения для ПЛИС доминируют во всех регионах мира, достигнутый уровень (75-78 %), видимо, вскоре будет превышен. В этой быстроразвивающейся многогранной области ПЛИС востребованы, в первую очередь, благодаря своим возможностям ускорить проектирование и выход на рынок новой продукции, оперативно обновлять режимы эксплуатируемых устройств, что весьма важно при организации дистанционных вариантов управления на базе сети Интернет.

Особенно перспективны приложения семейства Virtex для проекта IRL (Internet Reconfigurable Logic), в котором совместно с фирмой Xilinx участвуют Siemens AG, SUN, IBM, Compaq, SYNPLICITY, ANNAPOLIS MICRO SYSTEMS. На конференции DAC-99 взаимодействие средств Интернет и высокоинтегрированной программируемой логики на базе Virtex обсуждалось в докладах руководителей компаний Cisco, Sun, Synopsys, Xilinx [2].

Активно начали применяться сочетания Virtex и Spartan на платах устройств для обработки изображений, голосовых данных. Семейство Spartan все шире используется для реализации ADSL модемов.

Еще в ноябре 1999 г. фирмы Xilinx и Applied Telecom Inc анонсировали созданное на базе возможностей VIRTEX-E новое ядро 32-разрядных мультиплексоров для ATM-IMA 32 core, которое используется концернами Alcatel, Erisson, Nokia, Nortel.

Исследуются возможности VIRTEX для аэрокосмических приложений, в частности, фирме Xilinx выделен грант со стороны DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency).

Много решений для FPGA использовано в беспроводных устройствах второго, третьего поколений (2G, 3G), соответствующих стандартам GSM, PDC, DAMPS, CDMA, W-CDMA и др.

Фирмой Xilinx разработаны 11 новых LogiCORE DSP для приложений телекоммуникаций и обработки изображений [2]. Отметим, что традиционный DSP процессор включает до 4 MAC (multiply - accumulate), а Virtex II содержит до 192 встроенных умножителей, обеспечивая 600 млрд операций типа MAC в секунду. Поддержку функций DSP Virtex разработала фирма MATH WORKS на базе языков Java/C++, это позволяет пользователям создавать и перестраивать под конкретную задачу собственные специализированные DSP.

Таким образом, реализация алгоритмов DSP с использованием новых высокоинтегрированных чипов FPGA обеспечивает высокую производительность и системную интеграцию уровня ASIC (с малым временем разработки и уменьшением затрат), а также возможность быстрого перепрограммирования DSP.

В таблице 5 приведены данные [2] о преимуществах реализаций на базе ПЛИС Virtex II.

Многие компании широко используют ПЛИС совместно с DSP. На рис. 1 представлена плата сигнального процессора, содержащая DSP C67x фирмы Texas Instruments с обранием на базе Xilinx Virtex.



Рис. 1. Универсальная DSP плата

Для многих телекоммуникационных приложений блоки ассоциативной памяти CAM (Content Adressable Memory) представляют оптимальные технические решения. Даже традиционные задержки, связанные с ре-

Таблица 5. Варианты реализации функций DSP

Функция	Производительность промышленных DSP процессоров	Производительность с использованием Virtex II
8×8 перемножений с накоплением результата	8.8 млрд. за секунду	600 млрд. за секунду
КИХ-фильтр с 256 коэффициентами, линейными фазовыми характеристиками, 16-разрядными данными	17 MSPS, 1.1 ГГц	180 MSPS
БПФ, 1024 точки	7.7 мкс, 0.8 ГГц	менее 1 мкс, 140 МГц

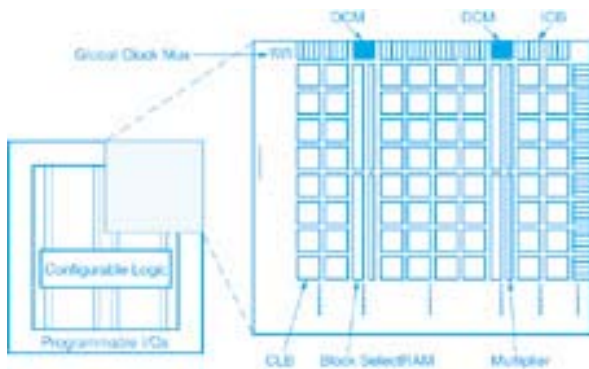


Рис. 2. Архитектура Virtex II

лизацией CAM статическими или динамическими ЗУ, дополняемыми внешними логическими ИС, на практике оказывались существенно меньше, чем задержки при выполнении аналогичных функций программными способами. Теперь на базе высокоинтегрированных ПЛИС активно внедряются решения быстродействующих CAM, которые широко используются для выборок адресов Ethernet, при сжатии данных, распознавании образов, кэшировании, коммутации сетей и т. д.

В конце 1999 г. появились данные о сравнительно более высоком быстродействии кристаллов APEX 20KE CAM фирмы Altera [4], а во второй половине 2000 г. на сайте [2] появились сравнительные данные о преимуществах Virtex, VirtexE, Virtex-EM, которые обеспечивают скорость поиска в массиве 128x40 бит примерно 12 нс, а поиск в таком же массиве данных на базе APEX E требует 36 нс. Особенно высокую производительность обеспечивают кристаллы с конвейером Virtex II, на рис. 2 приведена архитектура Virtex II.

Заключение

Подведем некоторые итоги:

- рынок ПЛИС в 2000 году успешно развивался, его лидер, фирма Xilinx, поставлена журналом Fortune Magazine на высокое 14-ое место среди 100 наиболее перспективных фирм в отношении расширения производства
- достигнут крупный прогресс в совершенствовании характеристик ПЛИС фирм Xilinx, Altera, Cypress, в составе их высокоинтегрированных кристаллов появились ядра микропроцессоров, большие блоки быстродействующей памяти
- приложения ПЛИС развиваются не только в сферах телекоммуникаций, приборостроения, но даже охватывают область суперкомпьютеров
- широко внедряются эффективные решения реализации алгоритмов DSP и структур быстродействующей ассоциативной памяти на базе ПЛИС
- в центре внимания потребителей ПЛИС находится семейство Virtex II с рекордным уровнем интеграции (10 млн вентиляей), образован стратегический альянс технологических лидеров IBM, Rocket Chips, Wind River Systems, Math Works и др. для совместного развития приложений и технологий Virtex II.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 1991, № 1.
2. www.xilinx.com
3. www.electronicnews.com
4. www.altera.com
5. www.cypress.com
6. Electronic Buyer's News, April 10, 2000.
7. EDN, August 17, 2000.
8. Открытые системы, 2000, № 10.

МИНИАТЮРНЫЕ DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

В статье приведены основные технические характеристики DC/DC микропреобразователей мощностью от 0.25 до 5 Вт, выпускаемых фирмой RECOM Electronics.

Корпорация RECOM (Германия) с 80-х годов двадцатого столетия специализируется на DC/DC микропреобразователях мощностью 1-2 Вт в корпусах SIP, DIP и SMD. Изделия RECOM отличаются высокими параметрами, надежностью и низкими ценами. Сегодня RECOM изготавливает и поставляет DC/DC преобразователи в диапазонах выходных мощностей от 0.25 до 400 Вт, предназначенные для промышленных, медицинских устройств, систем связи и обработки данных. Продукция RECOM применяется в изделиях таких всемирно

известных компаний, как Bosch, Philips и Siemens.

В таблице приведены основные параметры наиболее популярных среди пользователей DC/DC преобразователей RECOM мощностью до 5 Вт.

Отличительными особенностями представленных DC/DC преобразователей RECOM с выходной мощностью до 5 Вт в сравнении с аналогами всемирно известной фирмы TRACO POWER (Швейцария) являются: наличие моделей с выходной мощностью от 0.25 Вт (в TRACO — от 1 Вт), малые габариты корпусов, низкий уровень пульсаций выходного напряжения и более низкие цены.

Дополнительную информацию о продукции фирмы RECOM можно получить в сети Интернет по адресу: <http://www.recom-electronic.com>

Общие характеристики DC/DC преобразователей RECOM:

- Защита от перегрузки по току нагрузки
- Разводка выводов соответствует промышленному стандарту
- Испытательное напряжение прочности изоляции до 5.2 кВ
- Стабилизированн./нестабилизированн. выходные напряжения
- Выходы, изолированные от входа
- Высокий КПД (до 82 %)
- Минимальные сроки поставки
- Минимальные цены
- Заказные DC/DC (4 недели)
- Поддержка проектов

Основные параметры маломощных DC/DC преобразователей RECOM серии ECONOLINE

Серия	Вых. мощн., Вт	Изоляц., кВ	Входные напряжения, В						Выходные напряжения, В						Число вых.		Стаб. / нест.		
			3,3	5	9	12	15	24	5	7	9	12	15	24	1	2			
RM	0.25	1.0																	Н
RO	1.00	1 и 2																	Н
RI	2.00	1.0																	Н
RBM ▲ ■	1.00	3.0																	Н
ROM ▲ ■	100	3.0																	Н
RL	0.25	1.0																	Н
RN	1.25	1 и 2																	Н
RF	1.25	1 и 2																	Н
RZ	0.50	1.0																	С
RSS/RSD	1.00	1.0																	Н
RR	1.80	0.5																	С
RS ▲	2.00	1.0						24	48										С
REL1xx	1.00	1.0																	Н
REL4xx	1.00	3.0																	Н
RE	1.00	1 и 2																	Н
RB *	1.00	1 и 2																	Н
RK/RH	1.00	3 и 4																	Н
RP	1.00	5.2																	Н
RU ▲	1.00	1.0																	Н
RX/RX	1.00	1.0																	С
RY-SCL ○	1.00	1.0																	С
RD	2.00	1 и 2																	Н
REZ	2.00	1 и 2																	Н
RKZ	2.00	3 и 4																	Н
RUZ ▲	2.00	1.0																	Н
RA	1.00	1 и 2																	Н
RJ&RG	1.00	3 и 4																	Н
RT ▲	1.00	1.0																	Н
RX	1.00	1.0																	С
RXT ▲	1.00	1.0																	С
RC	2.00	1 и 2																	Н
REC1.8-SU/DU	1.80	0.5																	Н
REC1.8-SR/DR	1.80	0.5																	С
REC1.8-DUI	1.80	0.5																	Н
REC1.8-DRI	1.80	0.5																	С
REC2.2-SR/DR	2.20	0.5																	С
REC2.2-DRI	2.20	0.5																	С
REC2.2-SU/DU	2.20	0.5																	Н
REC2.2-DUI	2.20	0.5																	Н
REC2.2-SRW	2.20	0.5	9-18, 18-36, 36-72															С	
REG2.2-SRW4	2.20	0.5	9-18, 36-72															С	
REC3-SR/DR	3.00	0.5																	С
RW-4805	3.00	1.0						24	48										Н
REC3-S/DRW(Z)	3.00	1.0	9-18, 18-36, 36-72, 9-36, 18-72															С	
REC5-S/DRW(Z)	5.00	1.0	9-18, 18-36, 36-72, 9-36, 18-72															С	
REC5-S/DRWL(Z)	5.00	1.0	9-18, 18-36, 36-72, 9-36, 18-72															С	
RAA	5.00	1.0																	Н

■ — микрокорпус, ▲ — изолир. выходы, ○ — защита от перегрузки по току нагрузки, * — RB-0505S/05D/12S/12D/15D — уже на складе VD MAIS, оптом (\$ 6.23), в розницу (\$ 7.64).

ТЕПЛОВЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Невосстанавливаемые тепловые предохранители предназначены для размыкания цепи электропитания электротехнических и радиоэлектронных устройств в тех случаях, когда температура окружающей среды превышает температуру их срабатывания. Такие предохранители используются для обеспечения пожарной безопасности бытовой и офисной техники и устанавливаются в блоках питания. В таблице приведена температура T_f срабатывания невосстанавливаемых тепловых предохранителей корейской фирмы Dong Yang Electronics, поставляемых со склада НПФ VD MAIS. Размеры предохранителей приведены на рисунке. Параметры предохранителей:

- отклонение температуры срабатывания от заданной (+0...-4) °С
- максимальный ток через предохранитель 15 А
- среднеквадратическое значение напряжения на предохранителе в разомкнутом состоянии не более 250 В
- сопротивление в разомкнутом состоянии не менее 100 МОм.



Особенности предохранителей и рекомендации по их использованию:

- один из выводов предохранителя электрически соединен с корпусом, поэтому корпус может находиться под напряжением
- при пайке выводов необходимо отводить от них тепло таким образом, чтобы температура корпуса предохранителя не превысила $T_f - 24$ °С
- максимальная рабочая температура устройства должна быть ниже T_f на 24...40 °С
- в диапазоне токов 2...15 А температура предохранителя превышает температуру окружающей среды на 0...10 °С, зависимость температуры перегрева корпуса от величины тока через предохранитель — линейная.

Тип	T_f , °С
DF77S	77
DF104S	104
DF115S	115
DF121S	121
DF152S	152
DF198S	198
DF240S	240

ОРГАНИЗАТОР
СВЦ "ЭКСПОДОНБАСС" ED

22-25 МАЯ 2001
4-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ДОНЕЦК
центр города

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- спутниковая, сотовая связь, АТС, НУП
- транкинговая, радиорелейная, пейджинговая, почтовая связь
- телекоммуникационные системы и оборудование
- радиоизотопное приворостроение
- проектирование и строительство сооружений связи
- информационные сети, базы данных
- электронная почта, интернет-телефония
- ремонт и сервис телекоммуникационного оборудования

ИНФОРМАЦИЯ

АДРЕС
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР:
Г. ДОНЕЦК
УЛ. ЧЕЛЮСКИНЦЕВ, 18/98

ТЕЛ/ФАКС
(062) 381 21 31
(062) 381 21 81
(0622) 57 77 45

E-MAIL
HTTP: //WWW.EXPODON.DOL.DONETSK.UA
E-MAIL: EXPODON@DOL.DONETSK.UA

время работы

- 22 МАЯ: 12.00-17.00
- 23 МАЯ: 9.00-17.00
- 24 МАЯ: 9.00-15.00
- 25 МАЯ: (не указано)

МИКРОСХЕМЫ DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ВЫСОКИМ КПД

В статье рассмотрены микросхемы фирмы National Semiconductor, предназначенные для использования в малогабаритных импульсных DC/DC преобразователях: микросхема понижающего преобразователя с выходным напряжением 3.3 В и током 2.5 А и микросхема повышающего преобразователя с напряжением питания 1.2 В и выходным током 1 А. Микросхемы позволяют изготовить функционально полный преобразователь с использованием минимального количества внешних компонентов.

Микросхема понижающего преобразователя

Микросхема LM2655 формирует стабилизированное выходное напряжение 3.3 В при токе нагрузки до 2.5 А и имеет КПД свыше 90 %. Основные характеристики микросхемы:

- напряжение питания от 4 до 14 В
- плавный запуск с возможностью регулирования времени выхода на рабочий режим
- встроенный силовой полевой транзистор с сопротивлением ка-

нала 0.033 Ом

- встроенный тактовый генератор частотой 300 кГц
- встроенная защита силового транзистора от превышения тока, микросхемы в целом — от перегрева
- блокировка преобразователя при падении напряжения питания, повышении до 110 % или снижении до 80 % уровня выходного напряжения
- ток потребления в режиме ожидания 12 мкА

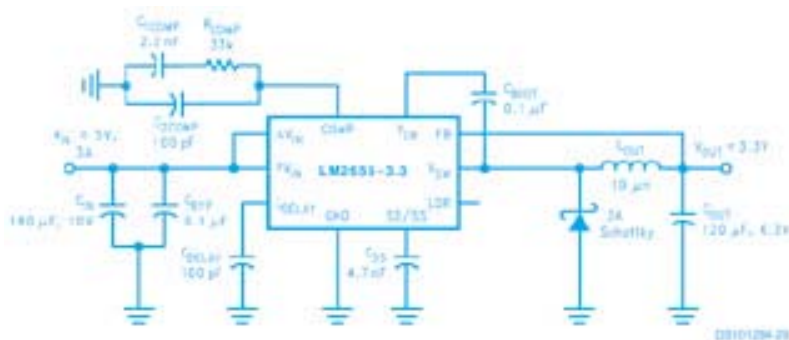


Рис. 1. Схема включения микросхемы LM2655

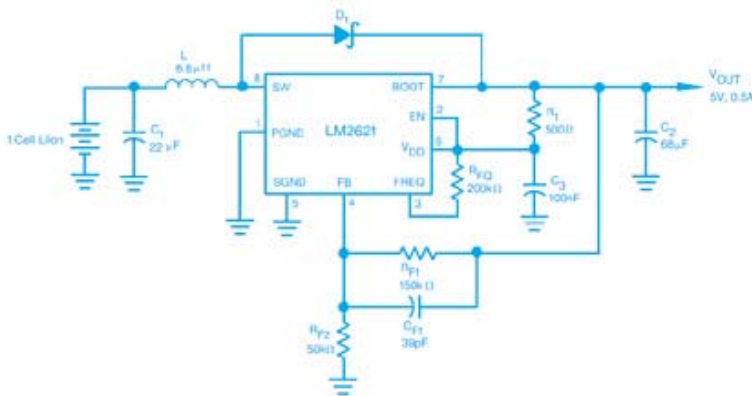


Рис. 2. Схема включения микросхемы LM2621

- диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С
- корпус 16-TSSOP.

Микросхема предназначена для применения в портативной аппаратуре. Рекомендуемая схема включения микросхемы приведена на рис. 1. КПД DC/DC преобразователя, построенного по этой схеме, изменяется в диапазоне от 90 до 94 % при изменении тока нагрузки от 0.2 до 2.1 А.

Микросхема повышающего преобразователя

Микросхема LM2621 стабилизированного повышающего преобразователя напряжения имеет минимальное напряжение питания 1.2 В, выходной ток до 1 А и КПД свыше 80 %. Основные характеристики микросхемы:

- напряжение питания от 1.2 до 14 В
- регулируемое в пределах от 1.24 до 14 В выходное напряжение
- встроенный силовой полевой транзистор с сопротивлением канала 0.17 Ом
- частота преобразования до 2 МГц
- ток потребления в режиме ожидания 80 мкА
- диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С
- корпус mini-SO-8.

Микросхема предназначена для применения в портативной аппаратуре с батарейным питанием. Рекомендуемая схема включения микросхемы приведена на рис. 2. КПД DC/DC преобразователя, построенного по этой схеме, изменяется:

- в диапазоне от 80 до 83 % при напряжении питания 1.8 В и изменении тока нагрузки от 0.01 до 0.3 А
- в диапазоне от 84 до 87 % при напряжении питания 3.0 В и изменении тока нагрузки от 0.01 до 1.0 А.

Дополнительную информацию об этих микросхемах можно получить в сети Интернет по адресу: www.national.com

ИСТОЧНИКИ ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ XFET ТЕХНОЛОГИИ

Новые опорные источники фирмы Analog Devices сочетают преимущества диодов Зенера и "bandgap" стабилитронов.

К современным источникам опорного напряжения относятся [1, 2]:

- источники на основе скрытого перехода Зенера
- источники типа "bandgap"
- источники на основе XFET технологии.

Источники на основе скрытого перехода Зенера отличаются высоким уровнем опорного напряжения (до 10 В и выше), высокой точностью (погрешность не более 0.01 %), температурной (ТКН=0.3 ppm/°C) и временной стабильностью. К недостаткам таких источников следует отнести большую потребляемую мощность (ток потребления 10 мА и выше).

Источники типа "bandgap" имеют высокую точность (погрешность 0.05 %), обеспечивают рабочий режим при напряжении питания 1 В и не требуют внешних резисторов. К недостаткам таких источников следует отнести невысокую температурную стабиль-

ность (ТКН, как правило, 10 ppm/°C), и высокий уровень шумов (не менее 50 мкВ от пика к пику в диапазоне частот от 0.1 до 10 Гц). Новая XFET технология (extra implanted FET) позволила создать источники с низким уровнем шумов, малым током потребления, улучшенным температурным коэффициентом. Напряжение питания этих источников практически не отличается от напряжения питания источников типа "bandgap" [1].

Первое в мире семейство опорных источников на основе XFET технологии разработано фирмой Analog Devices. Параметры источников этого семейства приведены в таблице.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ключи, мультиплексоры и опорные источники. Информационный бюллетень фирмы Analog Devices. — Электронные компоненты и системы, № 1, 2000.
2. В. Голуб. Прецизионные источники опорного напряжения. — Электронные компоненты и системы, № 8, 2000.

Параметры источников опорного напряжения на основе XFET технологии

Тип	Вых. напряжение, В	Погрешность, ± мВ	Погрешность, %	ТКН, ppm/°C	Ток потребл., мА	Шум, п-п, при f=0.1-10 Гц, мкВ	Диапазон рабочих температур, °C	Тип корпуса	Цена FOB в партии 1000 шт., \$
ADR290	2.048	2/3/6	0.1/0.15/0.29	8/15/25	0.012	6	-40 ... 125	SOIC TSSOP TO-92	1.86
ADR420	2.048	0.2	0.05/0.15	0.3	0.5	1.75	-40 ... 125	SOIC μSOIC	планируется к выпуску
ADR291	2.5	2/3/6	0.08/0.12/0.24	8/15/25	0.012	8	-40 ... 125	SOIC TSSOP TO-92	1.69
ADR421	2.5	0.2	0.04/0.12	0.3	0.5	1.75	-40 ... 125	SOIC μSOIC	планируется к выпуску
ADR292	4.096	3/4/6	0.07/0.1/0.15	8/15/25	0.015	12	-40 ... 125	SOIC TSSOP TO-92	1.95
ADR293	5	3/6/10	0.06/0.12/0.2	8/15/25	0.015	15	-40 ... 125	SOIC TSSOP TO-92	1.95

Во всех отделениях связи Украины и Российской Федерации

продолжается подписка на 2001 год

на журнал «**ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ**»

Подписной индекс 40633 в каталоге периодических изданий Украины

и каталоге "Подписка 2001" России.

В марте 2001 г. среди подписчиков ЭКиС была проведена очередная лотерея.

Призы: мониторы, CD-ROM, каталоги продукции всемирно известных фирм-производителей электронных компонентов и систем и мн. др.

Для участия в следующей лотерее

необходимо прислать в редакцию копию квитанции о подписке.



ОДНОПЛАТНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ ФИРМЫ PORTWELL *

ROBO-658 — одноплатный компьютер, обладающий широкими функциональными возможностями. В его составе AGP VGA видеокарта, SCSI-контроллер, адаптер сети Ethernet. Компьютер разработан и производится фирмой Portwell (Тайвань).

Обобщенная информация о продукции фирмы Portwell и технические характеристики выпускаемых ею одноплатных компьютеров (SBC) приведены в ЭКиС № 1/2000. Настоящая публикация раскрывает особенности и дополнительные функции SBC типа ROBO.

Состав одноплатного компьютера ROBO-658:

- Центральное процессорное ядро
- поддерживает процессор Pentium III (866 МГц) или Celeron (700 МГц)
- Память
- два модуля памяти 168 DIMM до 512 Мбайт SDRAM
- Видеокарта
- чипсет Intel i810E (133 МГц)
- Ввод/вывод
- два EIDE канала для подключения до четырех жестких дисков
- два USB порта
- один инфракрасный (IrDA) порт
- Сторожевой таймер
- программируемый таймер (0.5, 1.5, 2.5 ... 254.5 с и 0..5, 1.5, 2.5 ... 254.5 мин).

Работа одноплатного компьютера обеспечивается тремя источниками питания: 5 В (10 А), 12 В (80 мА) и -12 В (20 мА). Размеры шестислойной платы SBC 338.5×122 мм. Диапазон рабочих температур от 0 до 55 °С, температур хранения от -20 до 75 °С.

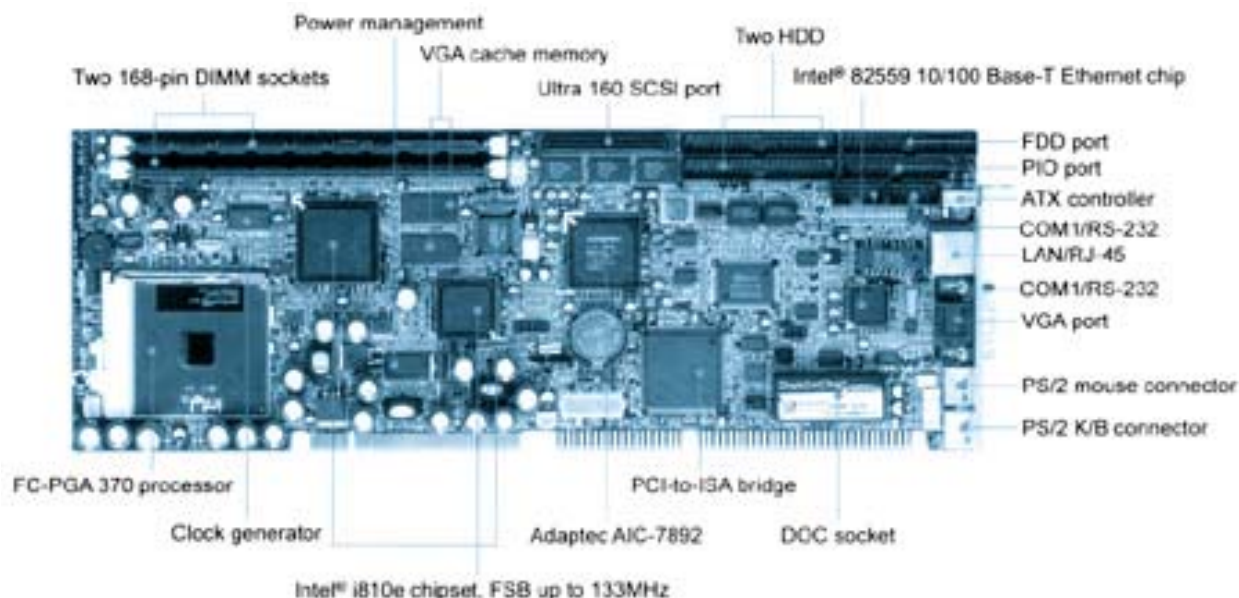
Кроме базового оборудования в составе компьютера имеются устройства, существенно расширяющие возможности SBC. К ним относятся:

- 2 D графический контроллер, обеспечивающий разрешение дисплея 1600×1200 и поддерживающий SDRAM
- сетевой адаптер типа 10/100 Base-T Ethernet на основе ИМС Intel 82559
- SCSI-контроллер (Adaptec AIC-7892), поддерживающий скорость 160 Мбайт/с
- ATX контроллер
- на плате компьютера может быть установлен электронный диск на основе флэш-памяти объемом до 288 Мбайт.

Одноплатный компьютер ROBO-658 выпускается в следующих модификациях:

- ROBO-658 — соответствует полной спецификации
- ROBO-658Z не имеет SCSI-контроллера
- ROBO-658W не имеет адаптера Ethernet.

Более подробную информацию о компьютерах фирмы Portwell можно получить в сети Интернет по адресу: www.portwell.com



Одноплатный компьютер ROBO-658

* Portwell, Product Guide, Ver. 002.

УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ *

Фирма *Siemens* — признанный лидер в создании систем автоматического управления — выпускает семейство устройств *SINUMERIK*, позволяющих решать любые задачи автоматизации оборудования для механической обработки от простых манипуляторов до сложных многоосных обрабатывающих центров.

А. Мельниченко

Семейство *SINUMERIK* содержит следующие устройства:

SINUMERIK FM-NC с аналоговым модулем *SIMODRIVE 611* для управления станками с числом осей вращения не более четырёх. Для расширения возможностей устройства могут подключаться к контроллерам семейства *SIMATIC*.

SINUMERIK 810D с аналоговым модулем *SIMODRIVE 611*. Выпускается в двух вариантах: для управления простыми станками и для управления сложными станками и специальным оборудованием.

SINUMERIK 840C — высокопроизводительный контроллер с аналоговыми или цифровыми модулями *SIMODRIVE 611*. Основное назначение — автономное управление станками, а также работа в интегрированных производственных системах.

SINUMERIK 840D — контроллер с цифровыми модулями *SIMODRIVE 611*, предназначенный для решения наиболее сложных задач управления. Каждый из модулей имеет десять цифровых каналов управления. Устройство применяется для автоматизации станков, предназначенных для изготовления инструмента и шаблонов, а также для единичного и серийного производства сложной продукции.

Все устройства имеют превосходные динамические характеристики, высокую точность и произ-

водительность. Некоторые из них выпускаются со встроенными функциями безопасности, удовлетворяющими требованиям европейских норм и гарантирующими защиту персонала и машины в любых условиях эксплуатации.

SINUMERIK FM-NC

SINUMERIK FM-NC — модульное микропроцессорное устройство непрерывного цифрового управления токарными, фрезерными и сверлильными станками, выполненное в корпусе контроллера *SIMATIC S7*. В качестве человеко-машинного интерфейса используется панель оператора *OP030* со встроенной функцией *MMC* (man-machine communication) либо плоская панель *OP031* с монохромным или цветным дисплеем с диагональю 24 см. В последнем случае к панели крепится один из модулей *MMC*: 100, 101 либо 102. Модуль *MMC 102* имеет встроенный компьютер, позволяющий выполнять двух- и трёхмерное моделирование процесса обработки, а также интерактивное программирование модуля.



Для управления двигателями к устройству *SINUMERIK* подключаются аналоговые модули *SIMODRIVE 611*, обеспечивающие высокую точность и хорошие динамические характеристики, особенно при использовании двигателей *1FT5*. Недорогим и компактным вариантом может быть применение модулей *FM STEPDRIVE* для управления шаговыми двигателями *SIMOSTEP*.

Для обмена данными служат универсальный интерфейс оператора *RS-232C/TTY* и интерфейс *MPI*.

Сочетание высокой точности и скорости обработки достигнуто благодаря использованию следующих функций:

- "look ahead", позволяющей изменять скорость обработки в соответствии с профилем детали (например, при резке изменение профиля детали скорость уменьшается во избежание скругления)
- "jerk limitation", оптимизирующей процесс обработки с целью уменьшения износа оборудования
- прямого регулирования для устранения влияния ошибок слежения на точность обработки.

Для ввода программ разработан новый программный пакет *AUTOTURN*, позволяющий без специальных навыков легко и быстро создавать и редактировать программы обработки. *AUTOTURN* ведёт пользователя шаг за шагом на всех стадиях программирования. После создания программы можно запустить программу визуализации процесса обработки, а также выполнить редактирование созданной программы в интерактивном режиме. При создании программы большую помощь оказывает имеющая-

* По материалам фирмы *Siemens*.

ся обширная технологическая база данных, содержащая набор параметров инструментов и материалов, режимов обработки и др.

SINUMERIK 810D

Устройство SINUMERIK 810D представляет собой компактный модуль для осуществления высокопроизводительного цифрового программного управления, снабженный устройствами связи. Модуль встраивается в корпус программируемого логического контроллера SIMATIC S7. Для управления двигателями устройство дополняется модулями SIMODRIVE 611.

Устройство SINUMERIK 810D имеет пять измерительных каналов для цифрового управления пятью осями или четырьмя осями и шпинделем. Число каналов может быть увеличено установкой дополнительных модулей.

Для связи с оператором используется внешняя интеллектуальная панель оператора с широким набором функций, а также панель управления станком. Имеется портативная выносная панель управления с гибким кабелем.

Связь с внешними устройствами осуществляется посредством универсального интерфейса RS-232/TTY, а также интерфейса MPI.

Устройство имеет три режима работы: автоматический, пошаговый (режим установки), режим интерактивного ввода параметров.

Устройство имеет функции: "look ahead", прямое регулирование, программируемое ускорение.

Для программирования устройства используется программный пакет AUTOTURN, описанный выше. Возможно также создание программ на любом персональном компьютере с последующим переносом в устройство. Для этого используется программа AUTOTURN PC. Для станков с протившпинделем используются соответственно программы AUTOTURN PLUS и AUTOTURN PLUS PC.

При единичном и мелкосерийном производстве предпочтительнее выполнять работу в ручном ре-

жиме с использованием программы MANUALTURN. В этом случае предварительно задаются скорость подачи и число оборотов шпинделя. Ручная подача осуществляется с помощью электронных маховиков. Истинные значения рабочих параметров отображаются на дисплее панели оператора.

SINUMERIK 840C

SINUMERIK 840C разработан для применения в мастерских и в автоматизированных производственных системах и ориентирован на работу в условиях быстро меняющихся требований рынка. Это модульное 32-разрядное микропроцессорное устройство ЧПУ с интегрированным программируемым логическим контроллером для токарных и фрезерных станков. В нём используется удобный способ графического программирования. Оно содержит также средства для интеграции в среду автоматизированного управления.

SINUMERIK 840C состоит из центрального контроллера, панели оператора (с цветным 14- или 9.5-дюймовым дисплеем) и панели управления станком. Могут быть подключены и другие периферийные и интерфейсные модули.

Средства для связи с другими устройствами аналогичны применяемым для SINUMERIK 810D.

Система графического программирования позволяет выполнять программирование непосредственно с чертежа детали. Для этого в интерактивном режиме вводится описание геометрии детали в начальной и конечной стадии обработки. Не требуются ни навыки, ни знание языка программирования. Обширная информационная база данных значительно упрощает процесс программирования.

SINUMERIK 840C имеет ряд встроенных функций безопасности (безопасный останов, ограничение максимальной скорости и др.)

SINUMERIK 840D

SINUMERIK 840D — наиболее мощное устройство ЧПУ, способное выполнять задачи наивысшей сложности. Может управлять стан-

ками, имеющими до 31 оси или шпинделя. Выполнено в корпусе преобразователя SIMODRIVE 611D с подключенными к нему панелью оператора (OP031 или OP032) и панелью управления станком.

В зависимости от выполняемой задачи в устройстве SINUMERIK 840D может применяться один из трёх модулей цифрового управления.

Имея до 10 независимых каналов, отдельные стадии обработки можно выполнять одновременно и тем самым значительно сократить затраты времени. Ряд встроенных функций обеспечивает высокую точность и скорость обработки:

- универсальный интерполятор NURBS, позволяющий интерполировать практически любую кривую
- функция FRAME позволяет выполнять преобразование координат, их перемещение, изменение масштаба, зеркальное отражение
- функции "look ahead" и "jerk limitation" (описаны выше)
- функция прямого регулирования (описана выше)
- функция компенсации квадрантной ошибки с использованием нейронных сетей, позволяющая в кратчайшее время в автоматическом режиме оптимизировать управление
- переменная скорость подачи, позволяющая задавать режим линейного и квадратичного изменения скорости.

В устройство SINUMERIK 840D встроены также функции безопасности.

Новые разработки семейства SINUMERIK

В последнее время всё большее распространение получают системы автоматического управления на основе промышленных компьютеров. Учитывая эту тенденцию, фирма Siemens выпустила новую модель SINUMERIK 840Di: устройство управления на основе промышленного компьютера со стандартной операционной системой. Этот вариант может заинтересовать по-

требителей, которым компьютер необходим и для решения других задач. Одно из преимуществ новой модели: возможность быстрого децентрализованного монтажа приводов и периферии ввода/вывода.

Устройство SINUMERIK 840Di поставляется уже готовым к применению и включает стандартные компоненты: промышленный компьютер, платы с интерфейсом Profibus-DP, операционную систему Windows NT с OPC/COM-интерфейсами для приложений и функциями цифрового управления. Полученная в результате аппаратная и программная открытость SINUMERIK 840Di обеспечивает высокую степень гибкости и возможность расширения.

Для работы с устройством SINUMERIK 840Di фирма Siemens предлагает периферийные устройства ввода/вывода ET200 и преобразователи Simodrive 611U, а также сервоприводы Simodrive Posmo CD и Posmo SI.

Семейство SINUMERIK 802, разработанное для использования в небольших цехах и мастерских, также пополнилось новыми моделями: SINUMERIK 802D для цифровых приводов, SINUMERIK 802C для аналоговых приводов и SINUMERIK 802S для небольших станков.

Устройство SINUMERIK 802D может управлять четырьмя осями и шпинделем. В качестве привода в нем используется преобразователь SIMODRIVE 611U. Все функции — ЧПУ, программируемого контроллера, человеко-машинного интерфейса и обмена информацией — объединены в одном модуле PCU (panel control unit). Модуль состоит из ЖК-дисплея и платы центрального процессора. Для связи с приводом и периферией станка служит интерфейс Profibus.

Устройство SINUMERIK 802S находит применение при управлении несложными токарными и фрезерными станками, особенно в

учебных мастерских. По сравнению с обычными устройствами SINUMERIK 802S при меньших затратах обеспечивает увеличение производительности и уменьшение брака вследствие повышения точности обработки.

Если кто-либо из машиностроителей или потребителей захочет использовать аналоговый сервопривод, он может применить устройство SINUMERIK 802C. Оно выполнено так же, как SINUMERIK 802S, однако имеет аналоговый интерфейс, обеспечивающий более высокие динамические качества и мощность. Оно может управлять тремя осями и шпинделем и отличается, как и предыдущее устройство ЧПУ, простотой в управлении.

Дополнительную информацию об устройствах управления обрабатывающим оборудованием можно найти в сети Интернет по адресу: www.ad.siemens.de/mc

НОВЫЕ МОДУЛИ ЯДРА ПРОЦЕССОРА ETHERNET RABBITCORE *

Z-World анонсирует два новых модуля ядра процессора, дополняющих популярный ряд продукции Rabbit Semiconductor — RCM2100 и RCM2200. Описанные в статье модули ядра процессора, не превышающие по размерам кредитную карту, продвигают развитие встроенных систем с интеграцией в Ethernet.

Модули ядра микропроцессора RCM2100/2200 обеспечивают возможность создания систем управления и коммуникаций с использованием корпоративных и локальных сетей. Модули RCM2100/2200 включают: микропроцессор Rabbit 2000, имеющий высокие технические характеристики; до одного Мбайта память (флэш и SRAM); интерфейс и разъемы для сети Ethernet. Входящие дополнительно в комплект 4 последовательных порта, часы с батарейным питанием, защитный корпус и до 40 линий ввода/вывода делают разработку с использованием RabbitCore быстрой и экономичной. Модули различаются по размерам, объему памяти и конфигурации ввода/вывода и при этом их стоимость не превышает \$ 34 для партии 1000 шт. (цена FOB).

Модули ядра Ethernet поддерживаются обширным ПО, включая укомплектованный TCP/IP пакет, web-сервер и систему разработчика C, которые входят в недорогой комплект разработчика.

** Z-World Press Release, March 20, 2001.*

"Модульное ядро может быть размещено на разработанной пользователем материнской плате и может действовать или как контроллер для системы пользователя, или как сопроцессор для снижения сетевой нагрузки на основной процессор" — говорит вице-президент по продаже и маркетингу Carrie Maha. При конфигурации в качестве сопроцессора — "модули ядра могут контролировать работу системы и проводить дистанционную коррекцию ошибок так же успешно, как это выполняет основной процессор, путем загрузки модернизированного ПО", — добавил Maha.



Основные параметры модулей RabbitCore

Характеристики	RCM2100	RCM2110	RCM2120	RCM2130
Микропроцессор	Rabbit2000™ (22.1 МГц)			
SRAM	512 К × 8	128 К × 8	512 К × 8	128 К × 8
Флэш-память	512 К × 8	256 К × 8	512 К × 8	256 К × 8
Ethernet порт	10Base-T, RJ-45	10Base-T, RJ-45	-	-
Назначение вводов/выводов	<ul style="list-style-type: none"> - 34 паралл. линии ввода/вывода (сгруппированных в пять 8-битовых портов и совмещенных с последовательными портами) - 20 конфигурируемых для ввода или вывода - 8 фиксированных вводов - 6 фиксированных выводов 		<ul style="list-style-type: none"> - 40 паралл. линий ввода/вывода (сгруппированных в пять 8-битовых портов и совмещенных с последовательными портами) - 26 конфигурируемых для ввода/вывода - 8 фиксированных вводов - 6 фиксированных выводов 	
Дополнительные входы	Начальная установка, перезапуск			
Дополнительные выходы	Состояние, часы, сторожевой таймер, повторный запуск			
Входы/выходы памяти	13 адресных линий, 8 линий данных, вводы/выводы чтения/записи/включения буфера			
Последовательные порты	4 КМОП-совместимых порта (макс. асинхронная скорость 690.6 кбод/с, макс. синхронная скорость 5.52 Мбод/с). Два конфигурируются в тактируемые			
Ведомый порт	Позволяет подключить ведомый контроллер к системе на базе модуля RabbitCore			
Таймеры	Пять 8-битовых/два 10-битовых таймера. Пять таймеров каскадируются попарно			
Часы реального времени (RTC)	Дата/часы/минуты/секунды			
Сторожевой таймер	Имеется			
Батарея резервного питания	Для питания SRAM и RTC			
Напряжение питания	4.75 ... 5.25 В			
Ток потребления	140 мА при напряжении питания 5 В и тактовой частоте 22.1 МГц			
Размеры платы	51 × 89 × 13 мм			
Диапазон рабочих температур	-40...70 °С			
FOB цена 1 шт, \$	89	59	69	49
Комплект разработчика, \$	279			

Основные достоинства модулей RCM2100/2200:

- мощный Rabbit 2000™ микропроцессор
- компактность, что упрощает интеграцию во встраиваемую систему
- встроенный 10Base-T порт с зажимом RJ-45 для ЛВС или сети Интернет
- модули без порта Ethernet обеспечивают разработку сосредоточенных систем управления
- до 512 К флэш-память для хранения программ
- до 512 К SRAM для хранения данных
- взаимозаменяемость модулей благодаря идентичной сетке размеров упрощает создание вариантов разработки и ее модификацию
- простыми изменениями в модуле обеспечивается поддержка сети Ethernet или инсталляция различной емкости памяти.

Чтобы обеспечить эффективность использования системы и оптимизировать ее стоимость модули RCM2100/2200 могут поставляться без интегрированного в них порта Ethernet.

Серии RCM2100/2200 стоят от \$ 59/49 при единичных поставках, \$ 42/34 при количестве 1000 шт. и

поступают в продажу с апреля 2001 г.

Встроенная система с использованием модуля Ethernet RabbitCore может программироваться, отлаживаться, управляться и контролироваться через любые сети, включая Интернет.

Комплект разработчика

- Необходимый для разработки комплект включает:
- RCM2100 RabbitCore модуль с Ethernet портом, SRAM и флэш-память по 512 К
 - плату прототипа для упрощения подключения к модулю RabbitCore и внешним цепям
 - систему разработки ПО Dynamic C SE
 - последовательный кабель подсоединения модуля RabbitCore к ПК для программирования и отладки
 - блок для питания платы прототипа
 - детальную инструкцию, обеспечивающую разработчику быстрое начало разработки
 - комплект документации на CD-ROM.

Дополнительную информацию о модулях RabbitCore можно получить в сети Интернет по адресу: www.rabbitsemiconductor.com

КОМБИНИРОВАННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

В результате развития элементной базы конструкция печатных плат претерпела столь серьезные изменения, что для них потребовалась разработка новых методов тестирования и новых тестирующих устройств. В статье кратко рассмотрены такие устройства и приведены требования к конструкции печатных плат, обеспечивающие возможность контроля с использованием новых тестирующих устройств.

А. Ермолович

Одним из факторов обеспечения надежности радиоэлектронных устройств является своевременное выявление дефектов, возникших при монтаже печатных плат. Если в процессе производства возникает много дефектов, увеличиваются издержки, связанные с тестированием и ремонтом. В сложных изделиях вклад тестирования в общую стоимость может составлять до 30 % [1]. Поэтому для повышения рентабельности производства необходимо использовать эффективное тестовое оборудование, а печатные платы конструировать так, чтобы обеспечить технологичность производства и контролепригодность как печатных плат, так и изделий в целом.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

В настоящее время широко используются четыре метода выявления дефектов печатных плат, которые можно разделить на две группы: электрические (внутрисхемное и функциональное тестирование) и неэлектрические (оптический и рентгеноскопический контроль качества пайки). Рассмотрим преимущества и недостатки этих методов тестирования.

Оптический и рентгеноскопический контроль

Оптический контроль (ОК) — самый старый из методов контроля качества сборки печатных плат. В мелкосерийном производстве осуществляется визуальный контроль качества монтажа с использованием штативных луп и стереоскопических оптических систем. Для серийного производства в настоящее время выпускаются автоматизированные установки оптического контроля (АОК), снабженные системой технического зрения и программами анализа изображений. Такие установки позволяют обнаружить отсутствующие электрические и конструкционные компоненты, наличие деформаций выводов компонентов, неправильную маркировку платы и компонентов, обрывы проводников и паразитные перемычки, недостаточное количество припоя в паяном соединении, непропаянные соединения и т. д. Основным недостатком метода оптического контроля является то, что он не позволяет проверить работоспособность платы. Другой недостаток заключается в том, что он не позволяет прокон-

тролировать проводники, контактные площадки и выводы, расположенные под корпусами компонентов.

В частности, системы оптического контроля не позволяют диагностировать качество пайки выводов микросхем типа BGA, CSP и микросхем с выводами в виде буквы "J". Для контроля качества пайки таких микро-

схем в настоящее время освоено выпуск автоматических систем рентгеноскопического контроля (АХК), формирующих трехмерное или послойное изображение выводов [2]. К недостаткам таких систем можно отнести высокую стоимость.

Функциональное тестирование

Функциональное тестирование (ФТ) начали применять вслед за оптическим контролем. Однако такое тестирование позволяет проверить работоспособность изделия только на ограниченном наборе входных сигналов и не позволяет локализовать дефекты. По оценкам специалистов функциональное тестирование может выявить около 90 % дефектов, что является весьма скромным показателем. Практика показывает, что плата средней сложности может успешно выдержать функциональное тестирование даже тогда, когда до 10 компонентов установлено неправильно [3]. Это объясняется тем, что при функциональном тестировании невозможно учесть все возможные комбинации сложных входных сигналов.

Другой серьезный недостаток функционального тестирования заключается в том, что при подаче напряжения изделие с дефектами может получить серьезные повреждения и возрастет сложность его ремонта. Поэтому функциональное тестирование следует применять только как завершающий этап проверки платы на работоспособность.

Внутрисхемное тестирование

Внутрисхемное тестирование (ИСТ) — наиболее универсальный метод контроля качества монтажа плат. Внутрисхемное тестирование плат позволяет обнаружить отсутствующие или неправильно установленные компоненты, дефектные компоненты, паразитные перемычки и обрывы проводников, ошибки в установке компонентов и т. д. Но внутрисхемное тестирование тоже имеет свои недостатки. Например, если на плате есть непропаянные выводы компонентов, а тестирование производится путем подключения зонда непосредственно к выводу, дефект монтажа не будет выявлен, поскольку зонд во время проверки прижмет вывод к контактной площадке.

Внутрисхемное тестирование в его традиционной форме можно с успехом использовать в тех случаях, когда конструкция платы позволяет применять тести-

рующие устройства с контактронами (контактными приспособлениями с матрицей зондов). Когда компоненты имеют малое расстояние между выводами, а на плате не хватает места для размещения специальных контактных площадок, не всегда удается выполнить полноценное внутрисхемное тестирование. Если смонтированные на плате микросхемы имеют порты JTAG, то для обнаружения дефектов платы можно использовать метод периферийного (граничного) сканирования [4, 7] и таким образом уменьшить число необходимых для тестирования контактных площадок.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕСТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Как было показано выше, используемые методы тестирования имеют недостатки и поэтому не обеспечивают выявление всех возможных дефектов. Кроме того, тестирование ощутимо повышает стоимость конечной продукции. Поэтому в производстве не все платы подвергаются тестированию. По оценке генерального директора фирмы Reinhard Electronic GmbH, специализирующейся на производстве тестового оборудования, в настоящее время примерно 1/3 выпускаемых плат не проверяется, 1/3 проверяется с использованием оптических методов контроля и только от 10 до 15 % тестируется электрически [3]. Тем не менее, в Европе объем продаж тестового оборудования продолжает возрастать. В частности, в 1999 и 2000 гг. объем продаж тестового оборудования рассмотренных выше типов возрос на 24.8 и 12.6 % соответственно. Однако прогнозируется, что к 2003 г. рост объема продаж подобного оборудования снизится до 1.1 % [3].

Такое падение роста объемов продаж вовсе не означает, что падает значение вклада тестирования в обеспечение надежности радиоэлектронных изделий. Просто с развитием SMD компонентов и микросхем с малым шагом расположения выводов разработчики потребительских изделий и тестового оборудования вынуждены менять стратегию тестирования. Разработчики тестового оборудования осваивают выпуск устройств нового типа, в которых реализовано комплексное применение разных методов тестирования, а разработчики потребительских изделий ищут новые методы проектирования плат, упрощающие выявление дефектов и неисправностей.

К подобным устройствам тестирования нового типа можно отнести тестеры с перемещаемыми зондами (flying probe testers, moving probe testers или fixtureless test systems). На последней выставке Productronica, прошедшей в г. Мюнхене в 1999 г., подобное оборудование представили семь фирм.

Тестеры с перемещаемыми зондами

Тестер с перемещаемыми зондами — это быстродействующая измерительная система, состоящая из электромеханической тестирующей головки, обеспечивающей доступ зондов и системы технического зрения к компонентам и контрольным точкам платы (система перемещения зондов подобна системе перемещения пера планшетного графопостроителя), электронной измерительной системы и персонального компьютера, управляющего работой всех систем тестера и осуществляющего обработку данных. Электронная измерительная система формирует испытательные сигналы и преобразует сигналы, измеренные в разных точках платы, в цифровую форму и передает их для анализа и принятия решения в персональный компьютер. Подобные тестеры могут выполнять автоматическую оптическую и электрическую проверку печатных плат и электронных сборок. Сначала такой тестер выполняет оптический контроль, затем внутрисхемное тестирование и периферийное сканирование, а на завершающем этапе выполняет программирование памяти микросхем и функциональное тестирование платы. Подобные тестеры могут работать как автономно, так и в составе производственной линии, и предназначены для применения в производстве с малым и средним объемом выпуска продукции. Ниже в качестве примера приведены параметры установок GR Pilot LX, выпускаемой фирмой GenRad (США) [5].

Установка GR Pilot LX

Установка GR Pilot XL предназначена для комплексного тестирования аналоговых, цифровых и аналого-цифровых печатных плат и может выполнять оптический контроль правильности монтажа, внутрисхемное тестирование, периферийное сканирование и функциональное тестирование. Развитое программное обеспечение обеспечивает автоматическую генерацию тестов (в том числе в режиме обучения). Установка работает в автоматическом режиме и может эксплуатироваться автономно или в составе производственной линии, выполненной в соответствии со стандартом SMEMA. Основные характеристики установки GR Pilot LX:

- максимальный размер тестируемой печатной платы 610×610 мм
- максимальная высота компонент

над платой:

- на верхней стороне 44 мм
- на нижней стороне 100 мм
- система оптического контроля содержит две телевизионные камеры (одна с полем зрения 12.5×15 мм используется для распознавания реперных знаков, кон-



Рис. 1. Внешний вид установки комплексного тестирования GR Pilot LX

троля правильности монтажа компонентов и выполнения надписей на плате; другая с полем зрения 23×23 мм используется для контроля положения зондов при электрическом тестировании)

- в стандартном исполнении над платой размещены четыре подвижных зонда, под платой — десять фиксированных; по заказу выпускаются установки с увеличенным числом зондов
- характеристики подвижных зондов:
 - для обеспечения доступа к контактным площадкам, расположенным с минимальным шагом 0.4 мм, два зонда отклонены от нормали к плате на угол 4°, и два — на 12°
 - диаметр наконечников зондов 0.15 мм
 - погрешность позиционирования зондов не более 40 мкм
- аналоговая измерительная система обеспечивает обнаружение замыканий и обрывов в электрических цепях; выполняет емкостное тестирование качества пайки выводов микросхем; измеряет величину сопротивления, индуктивности и емкости; определяет полярность включения диодов и транзисторов; измеряет значение постоянного и переменного напряжения; в составе измерительной системы два программируемых источника постоянного напряжения и один программируемый источник тока, программируемый генератор испытательного сигнала.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИСХЕМНЫХ ТЕСТЕРОВ С ПЕРЕМЕЩАЕМЫМИ ЗОНДАМИ [6]

Различия алгоритмов работы внутрисхемных тестеров с контактронами и тестеров с перемещаемыми зондами наиболее сильно проявляются в поиске короткозамкнутых цепей и тестировании цифровых микросхем. Эти различия обусловлены различием числа зондов, участвующих в тестировании (большинство изготовителей комплектует тестеры четырьмя перемещаемыми зондами).

Методы тестирования аналоговых компонентов

Аналоговые компоненты проверяются в тестере с перемещаемыми зондами так же, как в тестере с контактроном. Для пользователя единственное отличие будет только во времени тестирования. В зависимости от модели тестера и особенностей конструкции тестируемого устройства время тестирования возрастет в 3...7 раз.

Методы поиска короткозамкнутых цепей

Если проверяемое устройство имеет N электрических узлов, максимально возможное число TS короткозамкнутых цепей между двумя узлами определяется соотношением:

$$TS=N(N-1)/2.$$

В тестерах с контактронами обычно проверяется максимально возможное число короткозамкнутых цепей несмотря на то, что в некоторых цепях вероятность возникновения короткого замыкания пренебре-

жимо мала, т. к. возможность доступа ко всем узлам одновременно позволяет быстро выполнить эту работу. Например, если $N=500$, то тестеру с контактроном необходимо $M=N=500$ измерений для поиска короткозамкнутых цепей, потому что каждый узел одновременно тестируется по отношению ко всем другим узлам. Но тестеру с перемещаемыми зондами для проверки всех возможных пар с использованием двух зондов необходимо выполнить значительно большее число измерений:

$$M=500(500-1)/2=124\ 750.$$

Если в каждом цикле измерений использовать четыре зонда, то необходимо выполнить существенно меньшее, но все еще слишком большое число измерений:

$$M=3p(p+1)/2+q(p+1)=41\ 750,$$

где: $p=[(N-1)/3]$ (целая часть)

$$d=(N-1)/3-p$$

$$q=0, \text{ если } d=0$$

$$q=1, \text{ если } d=0.2$$

$$q=2, \text{ если } d=0.6$$

(p, d, q — безразмерные числа).

Очевидно, что в тестерах с перемещаемыми зондами необходимо использовать программный алгоритм, уменьшающий число измерений, необходимых для обнаружения короткозамкнутых цепей. С этой целью тестеры комплектуются программами анализа геометрии печатной платы (Gerber-файл) для того, чтобы исключить из испытаний на короткозамкнутые цепи те пары, в которых пренебрежимо мала вероятность возникновения короткого замыкания. Такие программы обычно находят минимальное расстояние между площадками, выводами, металлизированными отверстиями или дорожками для того, чтобы определить, может ли возникнуть короткое замыкание между ними. Общее количество измерений, необходимых для обнаружения короткозамкнутых цепей, может уменьшиться до 1% от максимально возможного (TS) при сохранении уровня 99% охвата возможных отказов из-за коротких замыканий. При использовании тестеров, снабженных дополнительными фиксированными зондами, время тестирования коротких замыканий может быть еще больше сокращено путем размещения этих зондов на цепях питания и общего провода.

Методы тестирования цифровых микросхем

Очевидно, что с использованием четырех подвижных зондов можно выполнить проверку таблицы истинности только для простых логических микросхем. Но с другой стороны, возросшая сложность цифровых компонентов и их высокая надежность позволяют пользователю перейти от тестирования микросхем к верификации обработки информации в микросхеме. По этой причине стратегией тестирования в устройстве с перемещаемыми зондами является не проверка правильности функционирования цифровых микросхем, а проверка правильности монтажа.



Дополнительные функции

После подачи напряжения питания на тестируемое устройство тестер с перемещаемыми зондами может выполнить:

- проверку функционирования аналоговых микросхем (ОУ, АЦП, ЦАП и т. д.)
- периферийное сканирование
- сигнатурный анализ логических цепей
- внутрисхемное программирование по последовательному интерфейсу микросхем памяти, программируемых логических микросхем, микропроцессоров и цифровых сигнальных процессоров
- проверку функционирования платы.

ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Чтобы обеспечить эффективность применения тестеров с перемещаемыми зондами при проектировании печатной платы, необходимо выполнить ряд специальных требований к конструктивному исполнению механических и электрических узлов. Эти требования, сформулированные в [6], отчасти перекликаются с общими требованиями обеспечения контролепригодности печатных плат, изложенными в [7].

Требования к конструированию электрических цепей

Далее в тексте точки тестирования означают те точки электронных узлов, к которым обеспечивается доступ зондов тестера. Точкой тестирования может быть:

- тестовая контактная площадка
- металлизированное отверстие
- контактная площадка со сквозным отверстием, в которое смонтирован вывод компонента
- контактная площадка, на которую смонтирован компонент SMD
- вывод компонента.

Тестерам с перемещаемыми зондами нужна как минимум одна точка тестирования для одного узла схемы, расположенная на той стороне тестируемого устройства, с которой производится тестирование. Чтобы увеличить скорость тестирования, некоторые тестеры могут учитывать и использовать более одной точки тестирования на цепь. Программное обеспечение в зависимости от предыдущих положений зонда определяет, какую точку тестирования следует использовать для следующего измерения.

Неиспользуемые выводы микросхем необходимо снабдить тестовыми контактными площадками, поскольку короткое замыкание между одним неиспользуемым выводом и одним используемым может нарушить работоспособность устройства. В этом случае в качестве точки тестирования можно использовать вывод микросхемы. В других случаях без крайней необходимости не следует использовать выводы компонента в качестве точки тестирования.

На стороне тестируемого устройства, противоположной тестируемой, рекомендуется разместить крупные контактные площадки (2.5 мм в диаметре) для

пей питания и общего провода. Эти площадки будут использоваться для подсоединения фиксированных зондов питания платы, а также для снижения времени тестирования коротких замыканий.

Чтобы измерить величины сопротивления низкоомных резисторов (сопротивлением менее 100 Ом) с помощью моста Томсона, необходимо каждый вывод резистора снабдить двумя тестовыми контактными площадками.

Все тестовые контактные площадки должны быть пронумерованы в САПР, поскольку в этом случае упрощается идентификация точек тестирования при ручной отладке.

Электрическая развязка компонентов

Основная цель внутрисхемного тестирования состоит в проверке тестируемого устройства путем выполнения ряда автономных поочередных измерений на всех компонентах даже в том случае, если они электрически соединены. Чтобы обеспечить такой режим проверки, следует развязать параллельно включенные микросхемы с использованием резистора (типичная величина 330 Ом) или буфера (рис. 2). В том случае, когда два или более цифровых компонента соединены с шиной, в цепь выборки микросхем следует включить небольшой резистор (типичная величина 68/220 Ом для ТТЛ/КМОП микросхем), что позволит включать одни и выключать другие компоненты для проверки (рис. 2).

Когда в тестируемом устройстве установлена батарея резервного электропитания или конденсатор с двойным электрическим слоем емкостью от 0.1 до 1 Ф, тестирование короткозамкнутых цепей или другие низковольтные аналоговые измерения будут затруднены из-за наличия "высокого" напряжения источника, от которого питается плата или одна из ее секций. Установив съемную перемычку для отключения батареи или конденсатора во время тестирования, разработчик может избежать этих неудобств.

Имена компонентов и цепей

Чтобы улучшить автоматическое генерирование тестовых программ, при создании файлов САПР рекомендуется придерживаться ряда простых правил. Например, различным типам компонентов рекомендуется дать различные имена:

- Dxx — диодам, LDxx — светодиодам, DZxx — стабилитронам вместо общего имени Dxx для всех видов диодов
- Cxx — обычным конденсаторам, CPxx — полярным конденсаторам
- Rxx — резисторам, RPxx — резисторным сборкам, RTxx — подстроечным резисторам.

При выполнении этого простого правила генератор тестовых программ сможет автоматически оптимизировать программу тестирования без вмешательства оператора.

Распространенная ошибка заключается в том, что некоторые разработчики присваивают общее имя ти-

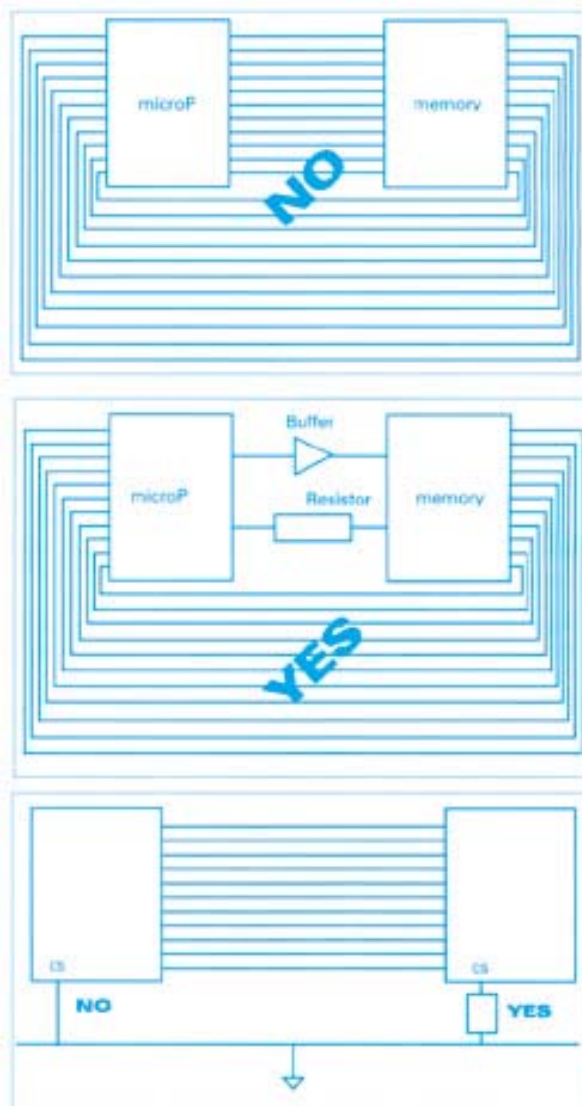


Рис 2. Правила развязки цифровых компонентов

па "неиспользуемый" или "неподключенный" всем выводам микросхем, не используемым в тестируемом устройстве. Это создает множество проблем при тестировании короткозамкнутых цепей, потому что все эти выводы будут считаться короткозамкнутыми и подсоединенными к одному узлу. Даже если неиспользуемые выводы не снабжены контактными площадками, разработчик должен дать им различные имена, поскольку тестер с перемещаемыми зондами может контактировать непосредственно с выводами компонентов. Это позволит генерировать в автоматическом режиме корректную программу проверки короткозамкнутых цепей.

Дополнительные рекомендации

Скорость тестирования платы можно существенно повысить, если установить на ней дополнительный соединитель для цепей питания и общего провода. Такой

соединитель увеличивает число каналов связи тестера и тестируемого устройства. Второй соединитель, на который заведены сигналы TDI, TMS, TCK, TDO и TRST (если таковые есть), позволит повысить скорость периферийного сканирования.

Если на некоторые компоненты SMD необходимо установить теплоотводы, это рекомендуется сделать после тестирования для того, чтобы обеспечить возможность тестирования компонентов, размещенных под теплоотводом.

Для маркировки плат, успешно прошедших тестирование, рекомендуется пользоваться приведенным ниже методом. На плате нужно выполнить узкую печатную дорожку, соединяющую две контактные площадки. Если тестирование платы завершено успешно, тестер пережигает эту дорожку как плавкий предохранитель. Проверив наличие дорожки, можно определить, исправна плата или нет.

Требования по электрическому конструированию

Резюмируя требования по электрическому конструированию, можно разделить их на три различные категории (обязательные, рекомендуемые и желательные).

Обязательные:

- каждый электрический узел на печатной плате должен иметь по крайней мере одну тестовую контактную площадку
- все неиспользуемые выводы микросхем должны иметь различные имена
- выводы выборки/разблокировки цифровых микросхем необходимо снабдить развязывающими резисторами
- на стороне платы, противоположной тестируемой, разместить крупные тестовые площадки для подвода напряжений питания и общего провода
- использовать различные имена для различных типов компонентов
- избегать параллельного соединения двух или более микросхем
- батареи или конденсаторы с двойным электрическим слоем снабдить съёмными перемычками.

Рекомендуемые:

- сформировать две тестовые контактные площадки для каждого вывода резистора сопротивлением менее 100 Ом
- каждый неподключенный вывод микросхемы должен иметь точку тестирования
- при проектировании платы нумеровать тестовые контактные площадки
- на схеме электрической принципиальной указать номера точек тестирования.

Желательные:

- нанести на плату номера контактных площадок
- снабдить плату дополнительным соединителем, предназначенным для подключения тестера
- выполнить "дорожку-предохранитель" на плате для

индикации успешного завершения тестирования платы.

Требования к конструированию механических узлов Требования к тестовым контактным площадкам

Чем больше размеры тестовых контактных площадок, тем лучше выполняется тестирование, поэтому разработчик платы должен стараться сформировать максимально большие контактные площадки для тестирования. Типовой минимальный размер стороны тестовой контактной площадки 10 миллидюймов (0.254 мм). Для малых SMD компонентов иногда лучше удлинить контактные площадки для выводов таким образом, чтобы с ними мог контактировать зонд тестера.

Типовое значение минимального расстояния между центрами контактных площадок составляет 16 миллидюймов. В большинстве случаев допустимо использовать межцентровое расстояние 12 миллидюймов. При межцентровом расстоянии 16 миллидюймов размер тестовых площадок может достигать 12 миллидюймов.

Требования к высоте компонентов

В то время как требования к размеру и шагу расположения контактных площадок практически совпадают для всех моделей тестеров, требования к максимальной высоте компонентов существенно различаются. Эти требования могут накладывать ограничения на типы теплоотводов, соединителей, трансформаторов и т. д., которые можно устанавливать на плату. Чтобы преодолеть эти ограничения, производители тестеров совершенствуют системы перемещения зондов и вводят зоны, запрещенные для перемещения зондов. Введение зон, запрещенных для перемещения зондов, дает возможность зондам обходить высокие компоненты. Эти зоны вводятся программами тестирования автоматически на основании данных САПР, в которых проектировалась печатная плата.

Требования по позиционированию в пределах платы

Очень важно плату тестируемого устройства при разработке снабдить координатными метками или маркерами. Эти маркеры используются как при монтаже платы, так и при тестировании. Подход, используемый большинством изготовителей тестеров, состоит в том, чтобы отцентрировать зонды относительно контактных площадок тестируемого устройства путем оптического контроля положения маркеров. Когда определено положение центра маркера, смещение (расстояние между видимым положением центра маркера и расчетным, взятым на основании данных САПР) добавляется к положению по осям X и Y всех тестируемых точек.

Дополнительные рекомендации по механическому конструированию:

- сквозные отверстия должны иметь минимальный диаметр 12 миллидюймов (0.3 мм), должны быть заполнены припоем и свободны от паяльной маски
- контактные площадки для пайки SMD компонентов с

шагом расположения выводов менее 25 миллидюймов (0.635 мм) должны быть удлиненными для того, чтобы зонд мог контактировать с площадкой, а не выводом

- если плата двусторонняя, то компоненты с высотой, превышающей максимально допустимую для тестера, следует размещать на стороне платы, противоположной той, на которой осуществляется тестирование перемещаемыми зондами
- чтобы плату можно было надежно закрепить в тестере, компоненты не следует размещать ближе 2 мм от края платы
- если используется емкостное тестирование паяных соединений, все тестируемые микросхемы должны располагаться на одной стороне платы
- тестирование платы необходимо выполнить перед установкой тех компонентов или конструкционных элементов, которые будут мешать тестированию
- в составе платы необходимо выполнить два или более маркера, расположенных по диагонали; маркеры должны быть крупными и свободными от припоя, паяльной маски и защитного покрытия
- если тестируется сборка, содержащая несколько плат, каждая плата в составе сборки должна иметь маркеры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье дано достаточно подробное описание наиболее сложной модели комбинированного тестера для проверки печатных плат и приведены рекомендации по его применению. В настоящее время выпускается ряд таких тестеров, начинающийся с относительно простых моделей, предназначенных только для выявления производственных дефектов печатных плат. Все эти тестеры, отличающиеся наличием перемещаемых зондов, оптимизированы для тестирования печатных плат с компонентами SMD и микросхемами с малым шагом расположения выводов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Bob Neal. Design for testability — Test for designability (www.agilent.com).
2. Системы для исследования качества пайки микросхем в корпусах BGA и Flip-Chip. — ЭКиС, № 7/2000.
3. Combined testing — the way forward. EMI, Feb/Mar 2001/Vol. 12, No 1.
4. Механизм граничного сканирования в неоднородных микропроцессорных системах. — Chip News, №10/2000.
5. GR Pilot LX. GenRad's Premier Fixtureless Production Test System (www.genrad.com).
6. David A. Sigillo, GenRad, USA; and Corli, Seica s.r.l. in Strambino (TO), Italy. Space for fast needles needed. — EPP Europe, August 2000.
7. Jeffery C. Philips. Essential Testability Guidelines for Current Technology (www.agilent.com).

Новые системы фирмы Siemens *

Новые функции модулей LOGO!

В последние модификации универсальных электротехнических модулей Logo! добавлены десять функций. В результате количество основных функций возросло до 8, а дополнительных — до 21. В программный пакет Logo!Comfort, версия 2.0, встроена функция "drag and drop", в результате чего процесс создания программ для модулей стал более удобным.

Новые функции касаются, главным образом, использования модулей в жилых помещениях и гостиницах — это выключение лестничного освещения, задержка включения и выключения и др. Добавлены также функции аналогового компаратора, генератора случайных чисел, реле стеклоочистителя. Возможно соединение в последовательные цепи до 56 функций.

Расширены возможности использования дисплея, увеличен объем выводимой информации. В модули с напряжением питания 12 и 24 В добавлены два аналоговых входа, которые при необходимости можно использовать как цифровые.

Новые сенсоры BERO

Семейство сенсоров Bero фирмы Siemens пополнилось тремя новыми моделями: ультразвуковыми сенсорами 3RG625 и 3RX2210 и оптическим сенсором C40-Shorty. Первый из них предназначен для контроля степени заполнения небольших ёмкостей. Вторая модель может найти применение в печатающих устройствах для контроля наличия бумаги. Оптический сенсор может использоваться как датчик приближения для транспортирующих механизмов.

Сенсор 3RG625

имеет корпус специальной формы, благодаря чему он может служить

"интеллектуальной крышкой", закрывающей ёмкость и одновременно служащей для контроля степени заполнения. Сенсор выпускается в трёх вариантах, отличающихся диапазоном измерения дальности (от 6 до 50, от 20 до 150 и от 25 до 250 см), и может работать в диапазоне температур от -25 до 70 °С. При достижении установленного (минимального или максимального) значения измеряемой величины во внешнюю цепь выдаётся сигнал.

Установка исходного значения расстояния, соответствующего нулевому уровню, осуществляется методом "обучения". При этом ёмкость заполняется до желаемого минимального уровня, после чего следует соединить контакт программирования сенсора с нулевым проводом. Для настройки параметров сенсора служит программа Sonprog-3RX4000, позволяющая, кроме границ срабатывания, устанавливать время реакции и вид выходного сигнала (замыкание или размыкание).

Сенсор 3RX2210 используется в устройствах контроля веса отдельных листов в печатающих машинах. Для контроля применяются два сенсора: излучатель и приёмник. Контролируются листы бумаги или фольги весом от 20 до 1100 г. Установка исходных значений происходит методом обучения после вкладки первого листа или нажатия кнопки. После этого каждый следующий лист сравнивается с

образцом и при несоответствии выдаётся сигнал ошибки. Малые размеры сенсора позволяют монтировать его в любом месте. Минимальное расстояние между контролируемым материалом и сенсором должно составлять от 5 до 15 мм.

Оптический сенсор C40-Shorty

служит для контроля положения товара в процессе транспортировки, упаковки и складирования. Чувствительность сенсора устанавливается методом обучения посредством нажатия кнопки либо дистанционно через отдельный разъём. Сенсор выпускается не только как оптический, но и как индуктивный датчик приближения. Малые размеры сенсора (40 × 40 мм) позволяют устанавливать его в любом желаемом месте.

Первый адаптер Bluetooth для компьютеров

В ноябре прошлого года на ярмарке в Мюнхене фирма Siemens представила свои разработки для беспроводной коммуникации с использованием технологии Bluetooth. Следующим шагом в развитии этого направления станет появление на рынке в мае этого года первого адаптера, образец которого был показан 8 февраля на конференции в Севилье (Испания). Он также демонстрировался с 22 по 28 марта на выставке CeBIT 2001 в Ганновере. Имея размеры плоского манипулятора типа "мышь", адаптер позволяет осуществлять беспроводной обмен данными со скоростью 1 Мбит/с между устройствами, оснащёнными соответствующими модулями Bluetooth, на расстоянии до 100 м. Адаптер подключается к шине USB настольного или портативного компьютера, при этом для его работы не требуются дополнительные источники питания. Беспроводной доступ в Интернет реализуется через базовые станции, в которых используется технология Bluetooth, или через соответственно оборудованные компьютеры.



* По материалам фирмы Siemens.



дованный мобильный телефон. Адаптер работает на частоте 2.4 ГГц. Стремясь завоевать лидирующее положение на рынке устройств Bluetooth, фирма Siemens планирует выпустить на рынок этим летом одно из них — мобильный телефон.

Четвёртое поколение приводов MICROMASTER

Micromaster 420 — это новый стандартный привод для двигателей переменного тока, разработанный отделением автоматизации и приводов фирмы Siemens. Он выпускается в диапазоне мощностей от 120 Вт до 11 кВт и имеет три типоразмера. Привод имеет ряд новых полезных функций, основные из которых — управление магнитным потоком двигателя и комбиниру-

ванное торможение. Первая гарантирует стабильную работу привода при любых нагрузках, вторая сокращает время торможения при одновременном уменьшении тепловой нагрузки на двигатель. Интерфейс Profibus позволяет интегрировать привод в систему Simatic S7. Простой и компактный дизайн с легко доступными клеммами для подключения облегчает его ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание. Благодаря высокой скорости обработки входных цифровых сигналов привод хорошо работает в условиях динамической нагрузки. После кратковременного пропадания напряжения привод быстро восстанавливает скорость двигателя. Программируемая характеристика "напряжение-частота" позволяет подключать к приводу и синхронные двигатели.

Ввод привода в эксплуатацию упрощается благодаря использо-

ванию структурированных наборов параметров. Так, наиболее часто используемые параметры собраны в группе "быстрый ввод в эксплуатацию". Для приложений, требующих более сложных установок, имеется расширенный набор



параметров, состоящий из нескольких групп. Так называемый "программный фильтр" следит за быстрым и точным выбором желаемых установок.

Широкий выбор напряжений питания приводов позволяет удовлетворить любые требования международных и европейских стандартов к устойчивости работы при колебаниях сетевого напряжения.

Интеллектуальная одежда будущего *

Специалисты исследовательской группы Starlab (Бельгия) работают над созданием интеллектуальной одежды, которая должна содержать измерительные, вычислительные средства и средства телекоммуникаций. Такая одежда уже получила название i-Wear. Созданные по этой технологии рубашки смогут, например, измерять уровень освещенности на улице и с наступлением темноты увеличивать собственную яркость свечения, что позволит повысить безопасность уличного движения в ночное время. Кроме того, интеллектуальная одежда сможет измерять основные параметры организма спортсмена во время тренировки и передавать их тренеру в реальном масштабе времени.

Группа Starlab использует многослойную технологию при конструировании интеллектуальной одежды. Так, например, первая рубашка (см. рисунок) предназначена для измерения основных параметров организма (температуры тела, давления, частоты пульса), вторая — для измерения параметров окружающей среды, третья — для передачи данных в сеть Интернет. Модульное конструирование одежды дает возможность пользователю самостоятельно выбирать необходимый ему набор функций.

В интеллектуальной одежде в настоящее время применяется батарейное питание, однако в ближайшем будущем для этих целей предполагается использовать солнечную энергию или тепловую энергию человеческого организма.

Как заявляют авторы проекта, интеллектуальная одежда ничем не должна отличаться от обычной. В настоящее время уже созданы опытные образцы интеллектуальной одежды, а в ближайшее время ожидаются ее коммерческие образцы.

Спонсорами i-Wear проекта являются такие известные компании как Adidas, Levi Strauss и Samsonite. Более подробно об этом проекте можно узнать в сети Интернет по адресу: <http://www.iwear.com>



Многослойная интеллектуальная одежда

* Clothes that Look and Act Smart.— Computer, February, 2001.

Новые компоненты фирмы National Semiconductor *

Быстродействующий усилитель LM7372.

Быстродействующий сдвоенный voltage feedback усилитель LM7372 по скорости нарастания выходного сигнала приближается к ОУ типа current feedback. Большой выходной ток (до 150 мА) позволяет использовать этот усилитель в качестве драйвера xDSL линий связи. Нагрузкой LM7372 может служить развязывающий трансформатор (см. рисунок) или полупроводниковый лазер. Возможность работы при напряжении питания ± 15 В позволяет обеспечить большой динамический диапазон и высокое отношение сигнал/шум.

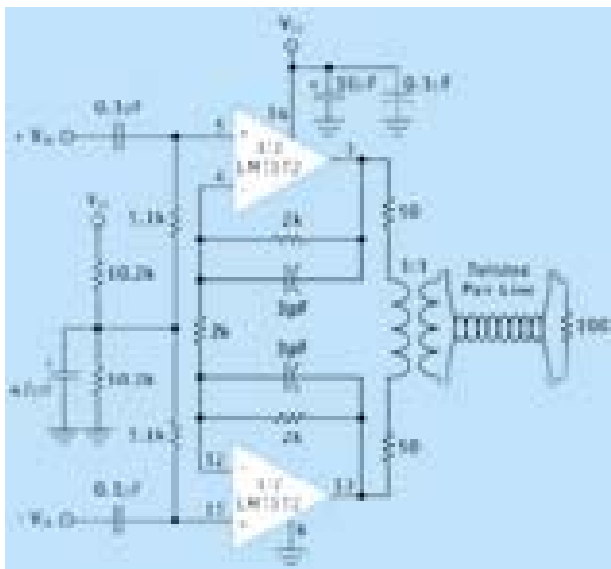
Основные параметры усилителя LM7372:

- частотный диапазон 120 МГц
- скорость нарастания выходного сигнала 3000 В/мкс
- ток потребления 13 мА
- коэффициент усиления разомкнутого ОУ 85 дБ
- выходной ток 150 мА
- амплитудная и фазовая погрешность усиления 0.01 % и 0.02° соответственно
- тип корпуса 14-SO, 8-LLP
- FOB цена в партии 1000 шт. \$ 1.96

Назначение: драйверы HDSL и ADSL линий связи, мультимедийные системы, профессиональные видеокамеры, драйверы кабельных и оптических линий связи, импульсные усилители и пиковые детекторы, усилители для систем телевидения высокой четкости.

Сдвоенный усилитель LM8272

Rail-to-rail по входу и выходу сдвоенный ОУ может работать при напряжении питания от 2.5 до 24 В.



Драйвер ADSL линии связи на основе LM7372

Отличительными особенностями усилителей являются: большой ток нагрузки, широкий динамический диапазон входного сигнала, возможность работы на емкостную нагрузку, низкий ток потребления — 0.9 мА на усилитель.

Основные параметры усилителя LM8272:

- частотный диапазон 15 МГц
- скорость нарастания выходного сигнала 15 В/мкс
- ток нагрузки ± 130 мА
- уровень шума по напряжению 15 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- уровень шума по току 1.4 пА/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- емкостная нагрузка не лимитирована
- тип корпуса 8-MSOP
- FOB цена в партии 1000 шт. \$ 1.30

Назначение: драйверы TFT/LCD дисплеев, буферы АЦП, головные телефоны.

Компараторы LMV7235/7239 с минимальным временем задержки

ИМС LMV7235/7239 представляют собой низковольтные компараторы с малой потребляемой мощностью. Напряжение питания — от 2.7 до 5 В, время задержки 45 нс при токе потребления 65 мкА. Диапазон входного сигнала этих компараторов превышает на 200 мВ уровни напряжения питания. LMV7235 имеет выход с открытым коллектором, а LMV7239 — двухтактный выход.

Основные параметры компараторов LMV7235/7239:

- время задержки 45 нс
- время нарастания/спада 1.2 нс
- напряжение смещения нуля 1 мВ
- тип корпуса 5-SC70, 5-SOT23
- FOB цена в партии 1000 шт. \$ 0.57

Микромощные компараторы LMV7251/7255

LMV7251/7255 — микромощные rail-to-rail компараторы с напряжением питания от 1.8 до 5 В. Основное назначение компараторов — низковольтные устройства с высокой плотностью компоновки. Эти компараторы имеют входные цепи на биполярных транзисторах и выходные цепи на КМОП транзисторах. Это позволяет обеспечить минимальный уровень шумов по входу и максимальный уровень напряжения по выходу. LMV7255 имеет выход с открытым коллектором, а LMV7251 — двухтактный выход.

Основные параметры компараторов LMV7251 и LMV7255:

- время срабатывания 400 нс
- напряжение смещения нуля ± 0.3 мВ
- ток потребления 11 мкА
- тип корпуса 5-SC70, 5-SOT23
- FOB цена в партии 1000 шт. \$ 0.49

* Nationals Focus On New Analog Products. Spring, 2001.

В течение двух дней (15 и 16 марта 2001 г.) в Киеве проходил организованный НПФ VD MAIS семинар по продукции всемирно известной фирмы Analog Devices. Имея большой опыт организации подобных семинаров, на этот раз VD MAIS значительно расширила его рамки.

Во время работы семинара 149 его участников из 16 городов Украины прослушали доклады об особенностях проектирования современной аппаратуры с использованием новейшей элементной базы производства Analog Devices: сигнальных процессоров с фиксированной точкой ADSP-218x (докладчик проф. Е.Т. Володарский, доцент И.Е. Мозговой, НТУУ "КПИ"), сигма-дельта АЦП (докладчик проф. В.И. Губарь, НТУУ "КПИ"), прецизионных быстродействующих ОУ (докладчик доцент В.В. Литвих, НТУУ "КПИ").

Особенностям проектирования аналого-цифровых систем обработки сигналов на базе изделий Analog Devices был посвящен доклад James Bryant, представителя фирмы на европейском континенте. Прибывший на семинар представитель фирмы Analog Devices в России Евгений Вышинский остановился на преимуществах архитектуры сигнальных процессоров производства Analog Devices и на особенностях их использования в системах обработки сигналов реального времени.

Существенным дополнением к хорошо иллюстрированным докладам стали полученные всеми участни-

ками информационные материалы — каталоги Analog Devices, CD-ROM и др. Необходимо подчеркнуть, что семинар, как и все семинары, проводимые VD MAIS, был бесплатным, что позволило всем специалистам, занимающимся разработкой электронной техники, принять в нем участие. Расходы на проведение семинара, по мнению его организатора — директора VD MAIS В. Давиденко, должны окупиться ускорением подъема электронной промышленности Украины.

Эксперимент привлечения к проведению семинара отечественных специалистов — преподавателей одного из ведущих вузов Украины — НТУУ "КПИ", стал первым опытом, воспользовавшись которым в дальнейшем, можно будет по заявкам организовывать циклы лекций на заказанные темы по самым новым направ-

лениям развития электронной техники и современной элементной базы. Достоинством такой практики является возможность проведения этих лекций и семинаров по всей Украине и даже странам СНГ по согласованным программам с предоставлением слушателям комплекта информационных материалов.

Уже стало традиционным проведение на семинарах лотереи среди подписчиков журнала ЭКиС. Приз — 15" монитор Belinea фирмы Maxdata — выиграл Дмитрий Парамонов ("НИО-35", г. Чернигов).



James Bryant

20 марта 2001 г. прошел организованный фирмой VD MAIS семинар по продукции фирмы Motorola (Сектор полупроводниковых компонентов). На семинаре были представлены доклады профессора Панфилова Д.И. (МЭИ, Москва) "TOP продукты от компании Motorola в 2000-2001 гг." и "8-разрядные микроконтроллеры семейства 908".

Выступление представителя компании Motorola в Белоруси и по Украине В. Александрова было посвящено раскрытию алгоритма приобщения пользователей продукции Motorola к возможностям, бесплатно предоставляемым компанией для поддержки разработчиков. Эта поддержка включает формирование CD-ROM под конкретную задачу пользователя, предоставление ему для отработки программы бесплатного ПО, действующего в течение месяца. Цель связи с компанией Motorola включает также регистрацию проектов и заказов, обеспечение технической поддержки разработчиков.

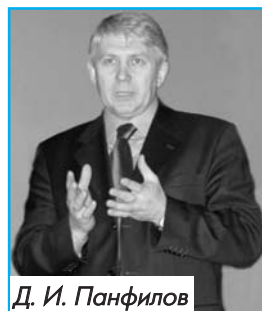
Участники семинара — 78 человек из восьми городов Украины —

получили информацию о микроконтроллерах, DSP процессорах, датчиках давления и др. продукции компании Motorola. Кроме того, им были переданы CD-ROM и каталоги изделий Motorola, а также предоставлена возможность ознакомиться с техническими средствами и методами отладки программ, базой данных технического информационного центра (TIC) Motorola, методами получения технической информации об устройствах Motorola через Интернет. В завершение семинара все желающие могли принять участие в подведении и демонстрации технических возможностей инструментальных средств компании Motorola. Приобретение практических навыков в отладке программ содействовало выполнению двух основных задач семинара: ознакомлению с возможностями и методами отладки программ и демонстрации доступности

этих методов украинским разработчикам.

На семинаре были презентованы две изданные на русском языке московским издательским домом ДОДЕКА книги: "Микроконтроллеры для встраиваемых приложений: от общих подходов — к семействам HC05 и HC08 фирмы Motorola" (автор Т.В. Ремизевич, МЭИ, Москва) и "Датчики фирмы Motorola" (авторы Д.И. Панфилов, В.С. Иванов), которые являются хорошими и своевременно вышедшими в свет первыми пособиями на русском языке, предназначенными для разработчиков встраиваемых микропроцессорных систем на МК фирмы Motorola.

Представители компании Motorola были удовлетворены растущим интересом со стороны украинских разработчиков к ее продукции и выразили надежду на расширение рынка Motorola в Украине и появление новых проектов.



Д. И. Панфилов

СЕМЕЙСТВО 16-РАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОРОВ ADSP-218x

В составе семейства 16-разрядных сигнальных процессоров ADSP-218x в последние два года появились новые изделия серии "М" и "N" с напряжением питания 2.5 и 1.8 В соответственно. Ниже кратко рассмотрены основные характеристики этих процессоров.

В последние два года в составе семейства 16-разрядных сигнальных процессоров с фиксированной точкой ADSP-218x появились устройства с низковольтным питанием серии "М" и "N". Процессоры серии "М" имеют производительность 75 MIPS при напряжении питания 2.5 В, а процессоры серии "N" — 80 MIPS при напряжении питания 1.8 В. Сигнальные процессоры серии "М" и "N" программно и конструктивно совместимы между собой, имеют минимальные размеры корпуса (10×10×1.35 мм), малое потребление и невысокую стоимость. Потребление сигнальных процессоров AD218x серии "М" составляет 0.4 мА/MIPS, серии "N" — 0.3 мА/MIPS.

К основным особенностям процессоров этого семейства следует отнести:

- большой объем внутренней памяти, позволяющий, как правило,

- исключить использование дорогостоящей внешней памяти
- несложный язык ассемблера, обеспечивающий простоту программирования процессоров и устройств на их основе
- встроенное ОЗУ с шестью каналами прямого доступа
- 16-разрядный порт прямого доступа к внешней памяти
- пять режимов с пониженным энергопотреблением, позволяющих увеличить ресурс батарейного питания
- корпус минимальных размеров (miniBGA), обеспечивающий высокую плотность компоновки портативных устройств.

Основное назначение этих процессоров:

- портативные приборы
- встроенные речевые процессоры
- считыватели smart-карт
- управляемые голосом телефоны для водителей автомобилей

- процессоры речевых сигналов
- интерполяторы для синтезаторов речи
- ISDN модемы
- навигационные системы
- офисные АТС
- сотовые телефоны
- шифропроцессоры.

Следует отметить, что процессоры серии "М" выпускаются серийно более года, а первые образцы процессоров серии "N" появились в феврале 2001 года. Процессоры ADSP218x серии "N" по своей производительности и вычислительной мощности сходны с процессорами Texas Instruments семейства TMS54x, однако отличаются от них большим объемом внутренней памяти и более низкой стоимостью. Основные параметры сигнальных процессоров ADSP218x серии "М" и "N" приведены в таблице. Для отладки низковольтных сигнальных процессоров серии "N" может быть использован эмулятор ADDS-218X-EZ-ICE-1.8V, включающий отладочную плату с последовательным интерфейсом для подключения к ПК и отладочное ПО типа VisualDSP++.

Параметры 16-разрядных сигнальных процессоров семейства ADSP-218x серий "М" и "N"

Тип процессора	Производительность, MIPS	Память данных, Кслов	Память программ, Кслов	Кол-во последовательных портов	Напряжение питания, В	Тип корпуса
ADSP-2189N	80	48	32	2	1.8	MBGA, LQFP
ADSP-2189M	75	48	32	2	2.5	MBGA, LQFP
ADSP-2188N	80	56	48	2	1.8	MBGA, LQFP
ADSP-2188M	75	56	48	2	2.5	MBGA, LQFP
ADSP-2187N	80	32	32	2	1.8	MBGA, LQFP
ADSP-2187M	75	32	32	2	2.5	MBGA, LQFP
ADSP-2186N	80	8	8	2	1.8	MBGA, LQFP
ADSP-2186M	75	8	8	2	2.5	MBGA, LQFP
ADSP-2185N	80	16	16	2	1.8	MBGA, LQFP
ADSP-2185M	75	16	16	2	2.5	MBGA, LQFP