

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2001 декабрь № 12 (52)

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, А.С. Гриневиц

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: info@vdm.kiev.ua

Интернет: www.vdm.kiev.ua

Адрес для переписки:

Украина, 01033, Киев, а/я 942

Цветоделение и печать

ДП "Такі справи"
т./ф.: 446-2420

Подписано к печати 24.12.2001

Формат 60x84/8

Тираж 1000 экз.

Зак. № 1.12-153-1786

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Оптоэлектрические печатные платы 3

УСИЛИТЕЛИ

Аудиоусилители мощности 5

Новые прецизионные ОУ фирмы Analog Devices 8

АЦП И ЦАП

16/24-разрядные АЦП с автокалибровкой 10

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Как правильно выбрать сигнальный процессор 14

Новые сигнальные процессоры фирмы Texas Instruments 22

Сигнальные процессоры для военной техники 23

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Периферийные модули для распределенных систем сбора данных ... 24

Новые устройства защиты электродвигателей 25

Современные цифровые мультиметры 27

Сетевой осциллограф 31

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

Чип-компоненты 32

Рекомендации по групповой пайке чип-компонентов

типоразмера 0201 34

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Деятельность ведущих производителей
электронных компонентов в 2000 г. 36

Современный автомобиль и информационные технологии 36

Семейство быстродействующих ЦАП с выходом по напряжению 37

Операционные усилители с микропотреблением 37

Слаботочный E-pHEMT транзистор с одним напряжением питания 38

Система мониторинга давления и
температуры внутри шины автомобиля 38

Лазерный сканер SIGUARD 38

Новая система управления движением
для обрабатывающего оборудования 39

Процесс-спектрометрия
в ближней инфракрасной области спектра 39

Новые сигнальные процессоры
для управления электродвигателями 40

Ежегодная премия им. Роберта Н. Нойса присуждена
председателю правления фирмы Analog Devices Рею Стата 40

Микросхема для анализа ДНК проходит клинические испытания 41

Компания Motorola начала промышленное внедрение
новой полупроводниковой технологии 41

Самый миниатюрный в мире транзистор 41

ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ

II Международный форум
"Партнерство в ім'я злагоди та розвитку" 42

IX международная специализированная выставка
"Информатика и связь — 2001" 42

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2001 г. 44

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Матричный коммутатор AD8151 48

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



NEW TECHNOLOGIES

Optical Backplanes 3

AMPLIFIERS

Audio Power Amplifiers 5

Analog Devices' New Precision Op Amps 8

ADCs AND DACs

Factory-Calibrated 16-/24-Bit ADCs 10

DSPs AND MICROCONTROLLERS

Optimal Choice of Signal Processor 14

New TI DSPs 22

Signal Processors for Military Applications 23

CONTROL AND AUTOMATION

Peripheral Modules for Distributed DAS 24

New Electric Motor Protectors 25

Modern Digital Multimeters 27

Digital Webscope 31

SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

Chip Components 32

Process Parameters Optimization for Mass Reflow of 0201 Components 34

NEWS BRIEFS

Main Chip Manufacturers Activity in 2000 36

Integrated Car Electronics Offer Advanced Features Affordability 36

TI High-Speed Voltage Output DACs 37

TI Micropower Op Amps 37

Single Voltage Low Current E-pHEMT 38

Tire Pressure and Temperature Monitoring 38

SIGUARD Laser Scanner 38

New Motion Control System for Machine-Tools 39

Near IR Process Spectrometry 39

New DSPs for Motion Control 40

Semiconductor Industry Honors

Analog Devices' Ray Stata with 2001 Noyce Award 40

Motorola Ships Its First eSensor™ DNA Biochip for Use in Clinical Trials 41

Motorola Creates Subsidiary to Commercialize Breakthrough Semiconductor Technology 41

The Lowest Transistor over the World 41

EXHIBITIONS, SEMINARS

The Second International Forum on Economic Cooperation 42

IX International Specialized Exhibition "Information Technologies and Communication 2001" 42

JOURNAL IN YEAR 2001

..... 44

PERSPECTIVE PRODUCTS

Digital Crosspoint Switch AD8151 48

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

ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

December 2001 No 12 (52)

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, A.S. Grinevitch

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:
info@vdm.kiev.ua

Web address:
www.vdm.kiev.ua

Printed in Ukraine



ОПТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ

Согласно прогнозам специалистов в 2005-2010 годах начнется применение в средствах телекоммуникаций комбинированных соединительных плат, содержащих кроме печатных проводников световоды для распределения оптических сигналов.

А. Ермолович

Телекоммуникации — наиболее быстро развивающаяся в настоящее время область радиоэлектроники, характеризующаяся наибольшим объемом капиталовложений, поэтому именно потребности разработчиков средств телекоммуникаций определяют закономерности развития элементно-узловой базы радиоэлектроники в целом. Проанализируем эти закономерности.

Передача данных на большие расстояния осуществляется в основном по волоконно-оптическим световодам, альтернативы которым по пропускной способности в настоящее время нет. В высокоскоростных оптических системах связи используются методы DWDM — высокоплотного мультиплексирования каналов по длине волны. Каждый из каналов систем DWDM (таких каналов может быть до 80) допускает использование максимальной частоты модуляции 40 ГГц. В частности, исследователи компании Nortel Networks (Великобритания) продемонстрировали действующий макет дальней линии связи, в которой по оптическому волокну передаются 32 канала со скоростью 40 Гбит/с (суммарная скорость — 1,28 Тбит/с), а расстояние между ретрансляторами составляет 160 км [1].

Аналогично будут возрастать и требования к быстродействию микросхем. Ожидается, что в результате развития InP технологии уже в ближайшее время появятся микросхемы, формирующие потоки данных, передаваемых со скоростью до 40 ГГц [2]. Одновременно будет и далее повышаться степень интег-

рации микросхем в соответствии с реализуемой в настоящее время концепцией "система на кристалле" (SoC — System-on-Chip) или "система в корпусе" (SiP — System-in-Package). Следует отметить, что в телекоммуникационном оборудовании применяются сложные микросхемы типа SoC (или SiP), которые по технологическим и экономическим мотивам изготавливаются в виде многокристальных модулей, смонтированных в корпусе типа SOP, QFP или BGA. На рис. 1 приведена фотография микросхемы типа SoC, которая содержит два кристалла обработки данных, размещенных на кремниевой соединительной плате. В частности, совре-

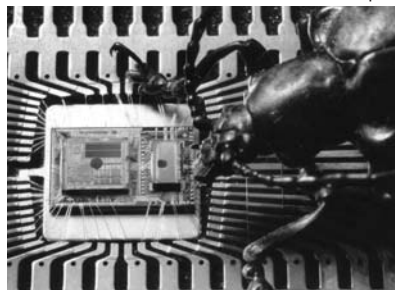


Рис. 1. Микросхема типа SoC

менная технология многокристальных модулей позволяет совместить в одной микросхеме относительно низкоскоростные узлы параллельной обработки, выполненные по классической кремниевой или SiGe технологии, и преобразователь нескольких параллельных потоков данных в один последовательный, выполненный по новой фосфид-индиевой технологии.

По мере повышения быстродействия таких модулей корпуса SOP и QFP будут вытесняться корпусами BGA в связи с тем, что последние имеют уменьшенную индуктивность выводов и позволяют отвести от кристалла большее количество выделяемого им тепла. Размеры же монолитных микросхем будут уменьшаться по мере совершенствования технологии изготовления корпусов CSP (Chip Scale Package — корпус с размерами кристалла) и технологии установки на плату бескорпусных кристаллов. Тенденцию изменения объемов выпуска микросхем в корпусах различных типов иллюстрирует рис. 2 [3].

Таким образом, в ближайшем будущем габариты печатных плат будут уменьшаться в связи с повышением степени интеграции и уменьшением габаритов микросхем. Поэтому в пределах одной

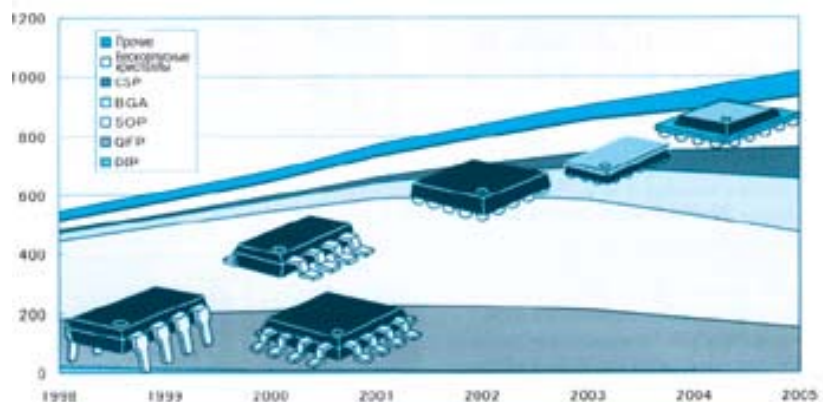


Рис. 2. Прогноз производства интегральных микросхем в корпусах разных типов (в сотнях миллионов штук)

платы будут отсутствовать длинные линии связи, ограничивающие скорость передачи данных. Однако в сложных устройствах, содержащих много печатных плат, при передаче сигналов по объединительной плате длина линий связи может дости-

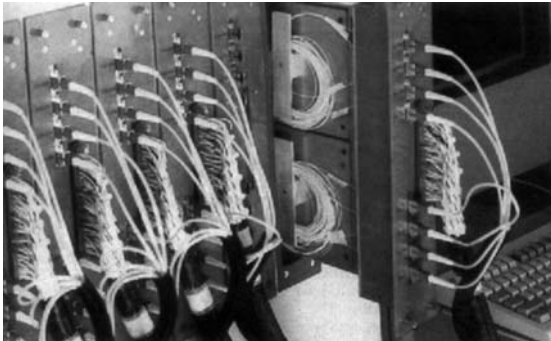


Рис. 3. Объединительная система на основе волоконно-оптической кабельной укладки

гать 1 м. Предельная частота для электрической линии такой длины, выполненной в составе печатной платы, составляет единицы гигагерц. Таким образом, ограниченная полоса пропускания электрических объединительных плат является препятствием к созданию высокоскоростных средств телекоммуникаций.

В настоящее время единственной альтернативой электрическим линиям связи являются оптические. Использование дискретных волоконно-оптических световодов (первое поколение оптических объединительных систем, рис. 3 [4]) или волоконно-оптических жгутов — аналога ленточных электрических кабелей (второе поколение оптических объединительных систем) приводит к удорожанию телекоммуникационного оборудования и ограничивает возможности его миниатюризации. Поэтому в соединительных системах третьего поколения предлагается использовать специальные объединительные печатные платы, содержащие не только электрические проводники, но и оптические световоды.

Исследования возможности создания комбинированных оптоэ-

лектрических печатных плат в настоящее время находятся на начальном этапе: отрабатываются способы формирования полимерных или стеклянных световодов на поверхности или внутри многослойной печатной платы. На рис. 4 приведена фотография поперечного сечения экспериментальной печатной платы такого типа, изготовленной лабораторией C-Lab компании Siemens и содержащей световодную структуру между слоями электрических проводников. Ниже приведен перечень компаний и исследовательских лабораторий, ведущих разработки в области создания таких плат [4]:

- в Европе
 - C-Lab (Siemens)
 - Daimler Chrysler Research
 - Fraunhofer IZM
 - PPC
 - BAe Systems
 - Heriot-Watt University
 - EOCB Joint Development Project
- в Северной Америке
 - Litton Interconnect Technologies
 - Teradyne Connection Systems
 - Tyco (крупнейший в мире производитель соединителей и коммутационных систем)
 - Cortec
- в Азии
 - Fuji Xerox
 - ASET
 - Hitachi Chemical
 - NEC
 - Asahi Glass.

Кроме задачи создания световодной структуры предстоит решить еще ряд весьма сложных сопутствующих задач, в частности: разработки соответствующих оптических соединителей и ответвите-

лей, средств автоматической коммутации световых потоков. Можно ожидать, что эти задачи будут решаться с использованием MEMS (микроэлектромеханических систем), которые появились относительно недавно. Многие ведущие производители интегральных микросхем в настоящее время ведут активные разработки в области MEMS.

Несмотря на наличие ряда решенных вопросов, существуют оптимистические прогнозы того, что первые оптоэлектронные объединительные печатные платы появятся в составе телекоммуникационного оборудования уже в 2005 г. Такие прогнозы основываются на уже назревшей необходимости в использовании подобных плат и имеющихся достижениях.

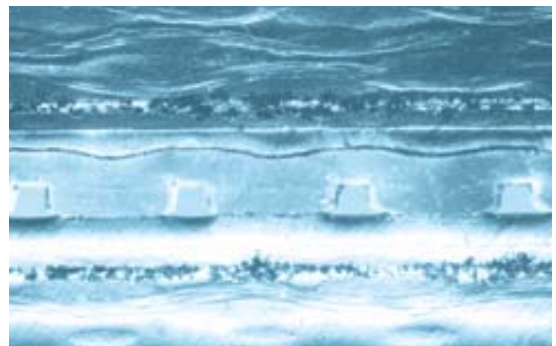


Рис. 4. Поперечное сечение оптоэлектрической объединительной платы

ЛИТЕРАТУРА:

1. Gain-tilt compensation enables transmission at 1.28 Tbit/s. — WDM Solutions, April 2001 (приложение к журналу Laser Focus World).
2. Микросхемы на основе фосфида индия для средств телекоммуникаций//ЭКиС. — Киев: VD MAIS, 2001, 2.
3. Moulding the Future. — European Semiconductor, November 2001.
4. Optical Backplanes. — The Way Forward. — Global SMT & Packaging, vol. 1, No 3, October 2001.

АУДИОУСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ

Фирма *Texas Instruments* выпускает широкий спектр микросхем усилителей мощности для применения в различной аудиоаппаратуре. В статье рассматриваются экономичные стерео- и монофонические аудиоусилители с выходной мощностью до 17 Вт, а также высококачественные усилители для стереотелефонов, предназначенные для применения в мультимедийных платах персональных компьютеров, автомобильных акустических системах, плеерах и т. д.

В. Охрименко

С каждым годом увеличивается количество мобильных устройств с питанием от встроенных батарей и аккумуляторов. Увеличение срока службы элементов питания зависит от правильного выбора на этапе разработки компонентов для мобильного устройства, в том числе и аудиоусилителей мощности. Усилители мощности класса АВ, которые традиционно применялись в мобильной аппаратуре, не удовлетворяют предъявляемым к этой аппаратуре требованиям по энергопотреблению. На смену усилителям мощности класса АВ появились усилители класса D, имеющие большой КПД и благодаря этому широко применяющиеся в современной мобильной аудиоаппаратуре с батарейным питанием [1-5]. К усилителям класса D относятся усилители с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). На выходе усилителей формируется последовательность прямоугольных импульсов, скважность которых пропорциональна мгновенным значениям амплитуды входного сигнала. Частота следования прямоугольных импульсов (несущая) должна быть как минимум вдвое больше максимальной частоты входного аналогового сигнала. Транзисторы выходных каскадов в таких усилителях работают в ключевом режиме, и поэтому КПД таких усилителей может превышать 90 %.

Применение усилителей класса D возможно благодаря избирательности человеческого слуха, который воспринимает акустические сигналы только в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц. На выходе усилителя класса D необходимо включать фильтр нижних частот (ФНЧ), который подавляет сигнал несущей частоты и ее гармоники, а также другие составляющие спектра модуляции. Чтобы улучшить фильтрацию, несущая частота обычно выбирается в диапазоне от 200 до 600 кГц (в некоторых случаях выше). Увеличение частоты несущей выше указанного диапазона позволяет уменьшить габариты ФНЧ, а, с другой стороны, это приводит к дополнительным потерям, вызванным переключением ключевых транзисторов, и, как следствие, к

снижению КПД и увеличению уровня электромагнитного излучения. Кроме того, для минимизации уровня гармонических искажений на выходе и высокочастотных помех, излучаемых при переключении ключевых транзисторов, параметры фильтра должны быть согласованы с нагрузкой (акустической системой). При переходе на другой тип акустической системы (с другим сопротивлением нагрузки) при тех же параметрах фильтра могут резко увеличиться искажения выходного сигнала. При разработке топологии печатной платы необходимо строго придерживаться требований по трассировке проводников выходных цепей. Примеры трассировки обычно приводятся в технической документации на каждый тип усилителя класса D. Кроме того, в усилителях класса D на базе классической ШИМ даже при среднем нулевом напряжении на нагрузке через нее протекает большой ток, что приводит к дополнительным потерям. Эти существенные недостатки (фильтр на выходе усилителя и большой ток через нагрузку в отсутствие полезного сигнала) преодолены в новых серийно выпускаемых аудиоусилителях мощности TPA2000/2001/3000 фирмы *Texas Instruments*. В этих усилителях используется модифицированный оригинальный метод ШИМ, который позволяет снизить потери на переключение и, в ряде случаев, отказаться от фильтра на выходе усилителя. В качестве фильтра можно использовать акустическую систему (динамик). Схема включения усилителя TPA2000D2 приведена на рис. 1. Тем не менее, сохраняются весьма жесткие требования к топологии печатной платы, на которой размещена микросхема усилителя [3]. Детально ознакомиться с преимуществами и недостатками метода ШИМ, применяемого в усилителях TPA 2000/2001/3000, можно в [1].

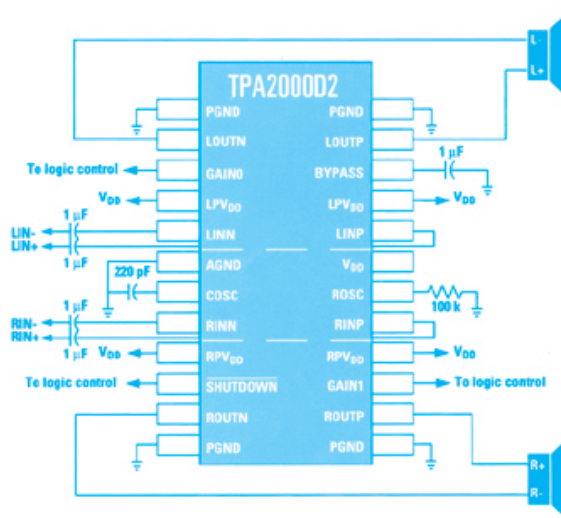


Рис. 1. Схема включения усилителя TPA2000D2

Таблица 1. Основные параметры стереофонических аудиоусилителей мощности

Тип	Выходная мощность, Вт	Сопротивление нагрузки, Ом	Коэффициент гармонических искажений (тип. значение), %	Напряжение питания, В	Дополнительные сведения	Диапазон рабочих температур, °С	Тип корпуса
Класс D							
TPA032D02 TPA032D04	10	4	0.5	8 ... 14	- имеется выход на стереотелефоны (класс АВ)	-40 ... 125	48-TSSOP
TPA2000D2 TPA2000D4	2	3 4	0.2	4.5 ... 5.5 3.7 ... 5.5	- имеется выход на стереотелефоны (класс АВ)	-40 ... 85	24-TSSOP 32-TSSOP 24-TSSOP
TPA2001D2	1	8	0.5	4.5 ... 5.5	-		
Класс АВ							
TPA6010A4 TPA0212	2	3	0.5 0.75	4.5 ... 5.5	- вх. мультиплексор	-40 ... 85	28-TSSOP 24-TSSOP
Экономичные усилители для стереотелефонов							
TPA6100A2 TPA6101A2 TPA6102A2	0.05	16	0.2 0.4 0.4	1.6 ... 3.6	Кэфф. усиления регулируется внешними резисторами. Совместимы по расположению выводов с TPA102 и LM4881	-40 ... 85	8-SOIC 8-MSOP
TPA6110A2 TPA6111A2 TPA6112A2	0.15	16	0.6	2.5 ... 5.5	Совместимы по расположению выводов с TPA 1x2		8-MSOP 10-MSOP

В табл. 1 приведены основные параметры экономичных стереофонических усилителей класса АВ и усилителей для стереотелефонов, выпускаемых фирмой Texas Instruments. В табл. 2 приведены основные параметры монофонических усилителей класса В и

АВ, выпускаемых фирмой Texas Instruments.

Все усилители работают от одного источника питания, имеют малый коэффициент гармонических искажений и "дежурный" режим работы. Мостовая схема включения выходных каскадов (Bridge Tied Load — BTL)

Таблица 2. Основные параметры монофонических аудиоусилителей мощности

ТИП	Выходная мощность, Вт	Сопротивление нагрузки, Ом	Коэффициент гармонических искажений (тип. значение), %	Напряжение питания, В	Дополнительные сведения	Диапазон рабочих температур, °С	Тип корпуса
Класс D							
TPA032D01 TPA032D03	10	4	0.5	8 ... 14	Имеется выход на стереотелефоны	-40 ... 125	48-TSSOP
TPA2000D1 TPA2001D1	2 1	4 8	0.2 0.1	2.7 ... 5.5 2.7 ... 5.5	- -	-40 ... 85	16-TSSOP 16-TSSOP
Класс АВ							
TPA0213 TPA0223 TPA0233 TPA0243 TPA0253	2	4	0.2	2.5 ... 5.5	Имеется выход на стереотелефоны	-40 ... 85	10-MSOP
TPA0211 TPA4860 TPA4861	2 1	4 8	0.4 0.2	2.5 ... 5 2.7 ... 5.5	Имеется выход на телефоны -		8-MSOP 16-SOIC 8-SOIC



усилителей позволяет получить значительную мощность в нагрузке при малых напряжениях источника питания и избавиться от переходных конденсаторов. В некоторых усилителях имеется возможность изменения коэффициента усиления с помощью внешних резисторов. На входе других имеется мультиплексор, что позволяет использовать усилитель в разных схемах включения. Во всех усилителях предусмотрена защита от короткого замыкания по выходу и перегрева корпуса микросхемы.

TPA032D0x (TPA — Texas Instruments Power Amplifier) — высококачественные аудиоусилители мощности класса D обеспечивают среднюю выходную мощность до 10 Вт (пиковую до 32 Вт) в нагрузке сопротивлением 4 Ом при напряжении питания 12 В. Усилители семейства TPA032D0x отличаются возможностью усиления стерео- или монофонических сигналов, а также различной комбинацией встроенных усилителей класса АВ для стереотелефонов. Напряжение питания TPA032D0x составляет 8...14 В, а на выходе усилителя обязательно необходимо включать фильтр нижних частот. Во всех усилителях TPA032D0x предусмотрен "дежурный" режим работы с низким током потребления. Усилители TPA032D0x (единственные из представленных в таблицах) предназначены для работы в диапазоне температур от -40 до 125 °С.

TPA2000Dx, TPA2001Dx — усилители класса D, в которых применен модифицированный метод ШИМ, что позволило исключить фильтр нижних частот на их выходе. При длине незранированных проводников от усилителя до акустической системы не более 200 мм выполняются требования по электромагнитной совместимости с расположенными рядом устройствами. Ток потребления в дежурном режиме (Shutdown) составляет всего 1 мА. Ток потребления в рабочем режиме (без выходного ФНЧ) составляет 8 мА. Частота ШИМ сигнала находится в диапазоне от 200 до 300 кГц.

TPA3000D1, анонсированный осенью 2001 г., — монофонический усилитель класса D, который можно применять без выходного фильтра нижних частот в диапазоне сопротивлений нагрузки от 4 до 8 Ом. Напряжение питания TPA3000D1 от 8 до 18 В. Максимальная выходная мощность составляет 17 Вт на сопротивлении нагрузки 8 Ом при напряжении питания 18 В. Ток потребления при напряжении питания 12 В — 8 мА. В дежурном режиме (Shutdown) ток потребления менее 1 мкА. Коэффициент гармонических искажений менее 0.1 % (при частоте 1 кГц). КПД усилителя TPA3000D1 достигает 85 %. TPA3000D1 предполагается выпускать в корпусах типа 24-TSSOP для работы в диапазоне рабочих температур от -40 до 85 °С.

Предполагаемая цена \$ 2.79 (при партии 1000 шт.).

TPA6110A2/6111A2/6112A2 — идеальные аудионосители для малогабаритной аппаратуры с батарейным питанием, работающей на стереотелефоны (аудио- и CD-плееры, бесшнуровые телефоны и т. д.) Коэффициент усиления каждого канала регулируется двумя внешними резисторами. Схема включения усилителя TPA611A2 приведена на рис. 2.

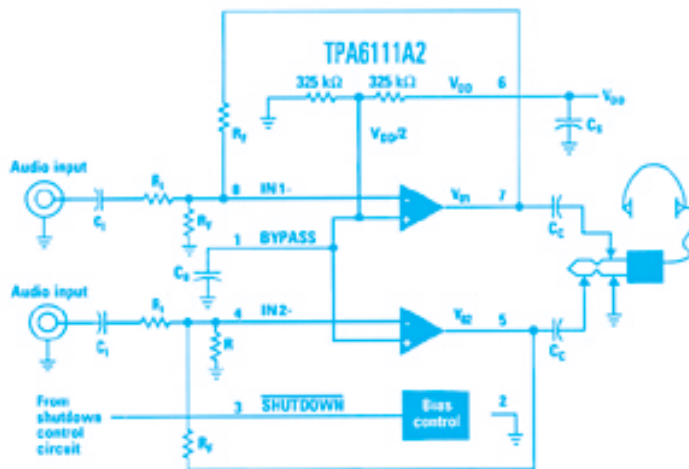


Рис. 2. Схема включения усилителя TPA611A2

Высокие параметры усилителей класса D и АВ, низкое энергопотребление, широкий диапазон рабочих температур усилителей, выпускаемых фирмой Texas Instruments, позволяют применять их в портативных компьютерах, мобильных средствах связи с батарейным питанием, в автомобильной аудиоаппаратуре, переносных аудиоплеерах, бесшнуровых телефонах и многих других устройствах. Чтобы ускорить продвижение на рынок этих усилителей, фирма Texas Instruments предлагает также большой выбор оценочных модулей (evaluation modules — evm).

Полный перечень аудиоусилителей мощности и оценочных плат, а также информацию о применении усилителей, выпускаемых фирмой Texas Instruments, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.ti.com/sc/docs/products/msp/audio.htm>

ЛИТЕРАТУРА:

1. Усилители мощности класса D // ЭКиС. — Киев: VD MAIS, 2001, 2.
2. TPA032D04. 10-W Stereo Class-D Audio Power Amplifier. — Texas Instruments, 2000.
3. TPA2000D4. Stereo 2-W Class-D Audio Power Amplifier with Stereo HP Amplifier. — Texas Instruments, 2000.
4. TPA4860. 1-W Mono Audio Power Amplifier. — Texas Instruments, 2000.
5. <http://www.ti.com>

НОВЫЕ ПРЕЦИЗИОННЫЕ ОУ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

AD8021 — прецизионный быстродействующий усилитель типа "voltage feedback", предназначенный для использования в широкополосной 16-разрядной измерительной аппаратуре и высококачественных видеосистемах. Усилитель имеет управляющий вход отключения и снижения энергопотребления, выпускается в корпусе 8-SOIC или 8-micro SOIC и может работать в диапазоне температур от -40 до 85 °С.

Основные параметры усилителя:

- приведенное ко входу напряжение смещения не более 1 мВ
- разность входных токов не более 0.5 мкА
- коэффициент ослабления синфазного сигнала не менее 98 дБ
- коэффициент ослабления помех по цепям питания не менее 86 дБ
- спектральная плотность напряжения шума на частоте 50 кГц не более 2.6 нВ/√Гц
- спектральная плотность шумового тока (типичное значение) 2.1 пА/√Гц
- уровень 2/3 гармоника на частоте 1 (5) МГц (типичное значение) -93/108 (-70/80) дБ
- напряжение питания от 4.5 до 24 В.

Типовые схемы включения AD8021 приведены на рис. 1, АЧХ — на рис. 2, параметры неинвертирующего усилителя при различных коэффициентах усиления — в таблице. Следует отметить, что усилитель AD8021 не рекомендуется применять в низкочастотных малошумящих устройствах, поскольку на частотах ниже 10 кГц в нем возрастают спектральные плотности шумового напряжения и тока (на частоте 10 Гц они достигают значений 30 нВ/√Гц и 30 пА/√Гц соответственно).

OP1177/2177/4177 — соответственно одинарный/сдвоенный/четверный прецизионный операционный усилитель, отличающийся низким уровнем шума, напряжения смещения, энергопотребления и устойчиво работающий на нагрузку емкостью до 1000 пФ. Усилитель имеет встроенные резисторы защиты входа от повреждения при повышенном уровне напряжения входного сигнала и предназначен для применения в измерительной технике, системах управления, прецизионных фильтрах. Одинарный и сдвоенный усилители выпускаются в корпусах 8-MSOP и 8-SOIC и могут работать в диапазоне температур от -40 до 125 °С.

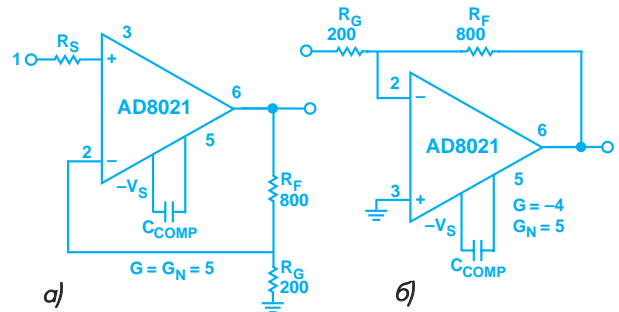


Рис. 1. Схемы включения AD8021 в неинвертирующем (а) и инвертирующем (б) режимах

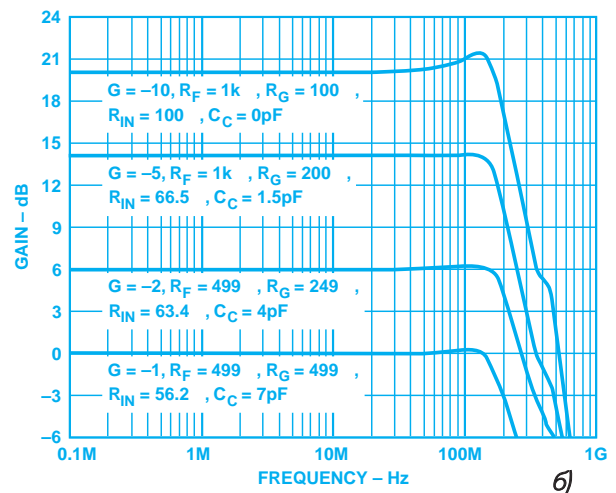
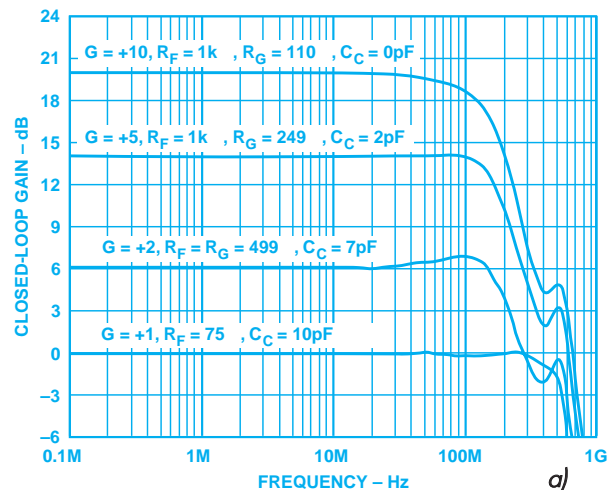


Рис. 2. АЧХ неинвертирующего (а) и инвертирующего (б) усилителя на базе AD8021



Параметры неинвертирующего усилителя на базе AD8021 при различных коэффициентах усиления

Коэффициент усиления	R _S , Ом	R _F , Ом	R _G , Ом	C _{КОМП} , пФ	Скорость нарастания, В/мкс	Полоса частот по уровню -3 дБ, МГц	Шум на выходе усилителя, нВ/√Гц	
							только AD8021	AD8021, R _S , R _F и R _G
1	75	75	-	10	120	490	2.1	2.8
2	49.9	499	499	7	150	205	4.3	8.2
5	49.9	1000	249	2	300	185	10.7	15.5
10	49.9	1000	110	-	420	150	21.2	27.9
20	49.9	1000	52.3	-	200	42	42.2	52.7
100	49.9	1000	10	-	34	6	211.1	264.1

Основные параметры усилителя:

- приведенное ко входу напряжение смещения не более 100 мкВ
- разность входных токов не более 1 нА
- коэффициент ослабления синфазного входного сигнала не менее 120 дБ
- коэффициент ослабления помех по цепям питания не менее 120 дБ
- типовое значение напряжения шумов в полосе частот 0.1...10 Гц (от пика до пика) 0.4 мкВ
- спектральная плотность напряжения шума на частоте 1 кГц не более 8.5 нВ/√Гц
- спектральная плотность шумового тока на частоте 1 кГц не более 0.2 пА/√Гц
- коэффициент нелинейных искажений на частоте до 3 кГц (типичное значение) 0.00025 %
- частота единичного усиления не менее 1.3 МГц
- скорость нарастания выходного напряжения не менее 0.7 В/мкс
- выходной ток при падении напряжения на выходном каскаде не более 1.2 В не менее 10 мА
- напряжение питания от 5 до 30 В
- ток потребления (типичное значение) 0.4 мА/усилитель.

AD8610 — прецизионный усилитель со входным каскадом на полевых транзисторах, отличающийся низким уровнем напряжения смещения, тока и напряжения шума и устойчиво работающий на нагрузку емкостью до 500 пФ. Предназначен для применения в измерительной технике, профессиональной аудиоаппаратуре, медицинских томографах и аппаратуре УЗИ, усилителях тока фотодиода и прецизионных фильтрах. Усилитель выпускается в корпусе 8-MSOP или 8-SOIC и может работать в диапазоне температур от -40 до 125 °С. Основные параметры усилителя:

- приведенное ко входу напряжение смещения не более 100 мкВ
- разность входных токов не более 10 пА
- коэффициент ослабления синфазного входного сигнала не менее 90 дБ

- коэффициент ослабления помех по цепям питания не менее 100 дБ
- типовое значение напряжения шумов в полосе частот 0.1...10 Гц (от пика до пика) 1.2 мкВ
- спектральная плотность напряжения шума на частоте 1 кГц (типичное значение) 6 нВ/√Гц
- спектральная плотность шумового тока на частоте 1 кГц (типичное значение) 5 фА/√Гц
- частота единичного усиления не менее 25 МГц
- скорость нарастания выходного напряжения не менее 40 В/мкс
- время установления выходного напряжения с погрешностью 0.01 % (типичное значение) 600 нс
- выходной ток при падении напряжения на выходном каскаде не более 1.2 В не менее 15 мА
- напряжение питания от ±5 до ±13 В
- ток потребления (типичное значение) 4 мА.

Серийный выпуск этого усилителя планируется в ближайшее время.

AD8510/8512/8513 — соответственно одинарный/сдвоенный/счетверенный прецизионный усилитель на полевых транзисторах, имеющий несколько худшие по сравнению с AD8610 характеристики при более низкой стоимости. Параметры усилителя, по которым он отличается от AD8610:

- приведенное ко входу напряжение смещения не более 800 мкВ
- разность входных токов не более 13 нА
- спектральная плотность напряжения шума на частоте 1 кГц (типичное значение) 8 нВ/√Гц
- спектральная плотность шумового тока на частоте 1 кГц (типичное значение) 150 фА/√Гц
- частота единичного усиления не менее 7.5 МГц
- скорость нарастания выходного напряжения не менее 20 В/мкс
- напряжение питания от ±5 до ±15 В.

Серийный выпуск этого усилителя планируется в ближайшее время.

Дополнительную информацию можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com

16/24-РАЗРЯДНЫЕ АЦП С АВТОКАЛИБРОВКОЙ

Описываются сигма-дельта АЦП с автокалибровкой AD7708/18/09/19 фирмы Analog Devices, предназначенные для цифрового преобразования аналоговых сигналов измерительных датчиков и отличающиеся высокой чувствительностью и точностью.

В. Голуб

Описываемые 16/24-разрядные АЦП с автокалибровкой AD7708/09/18/19 [1 - 3] являются результатом дальнейшего совершенствования сигма-дельта АЦП AD7705/06/07/14/15 [4] и отличаются от них более высокой точностью, а также расширенными функциональными возможностями. AD7708/18/09/19 являются сигма-дельта АЦП, в которых обеспечиваются высокая разрядность выходных данных, линейность амплитудной характеристики преобразования и цифровая фильтрация преобразуемого сигнала [5 - 7]. Кроме того, в AD7708/18/09/19, в отличие от других АЦП, имеется новый режим работы — "Chopping", в котором производится автокалибровка тракта преобразования. При работе в этом режиме компенсируются смещение и дрейф "нуля", снижаются дрейф коэффициента передачи и уровень шума [1 - 3].

АЦП AD7708/18. АЦП различаются разрядностью выходных данных: AD7708 — 16 разрядов, AD7718 — 24 разряда. На рис. 1 приведена структурная схема AD7708/18. АЦП могут работать как в обычном режиме, согласно приведенной на рис. 2 функциональной схеме, так и в режиме "Chopping" с компенсацией вносимых погрешностей, возникающих в тракте преобразования. Компенсация осуществляется в результате сравнения выходных данных коммутируемых "противофазных" значений преобразуемого сигнала. Коммутация сигнала производится с частотой $f_{\text{CHOP}} = f_{\text{ADC}}/2$, где f_{ADC} — частота отсчетов на выходе АЦП.

Количество входов АЦП — 10, два из которых могут быть использованы для подключения источника опорного напряжения REFIN2 (рис. 1). Входы АЦП могут быть конфигурированы как дифференциальные (4 или 5 каналов) или как псевдодифференциальные (8 или 10 каналов). Для псевдодифференциальных используется общий для всех каналов вход — AINCOM.

Как показано на рис. 1, 2, тракт преобразования при работе АЦП в обычном режиме содержит мультиплексор с дифференциальным выходом, буферные усилители, усилитель с программируемым коэффициентом усиления, сигма-дельта модулятор и цифровой SINC³ фильтр нижних частот. Уровень поступающего на вход аналогового сигнала находится в пределах

от ± 20 мВ до ± 2.56 В. Тактовая частота сигма-дельта модулятора $f_{\text{MOD}} = 32.768$ кГц. Частота отсчетов на выходе тракта $f_{\text{ADC}} = f_{\text{MOD}}/(8\text{SF})$, где 8SF — коэффициент децимации, а величина SF программируется в пределах от 3 до 255 в зависимости от диапазона частот входного сигнала. Частота отсчетов f_{ADC} при различных значениях SF может быть в пределах от 16.06 до 1365.33 Гц. Частотный диапазон входного сигнала определяется частотой среза АЧХ SINC³ фильтра, которая, в свою очередь, зависит от f_{ADC} и равна $f_{-3\text{дБ}} = 0.262f_{\text{ADC}}$. На рис. 3, а показана АЧХ тракта для случая с SF = 68, $f_{\text{ADC}} = 60.2$ Гц, $f_{-3\text{дБ}} = 15.5$ Гц. Для указанных данных в тракте обеспечивается подавление сетевой наводки на частоте 60 Гц на уровне -147 дБ (относительно уровня сигнала на частоте 0 Гц) и -77 дБ в диапазоне (59 ... 61) Гц. Аналогичное подавление наводки может обеспечиваться и на частоте 50 (49 ... 51) Гц при соответствующем программировании фильтра.

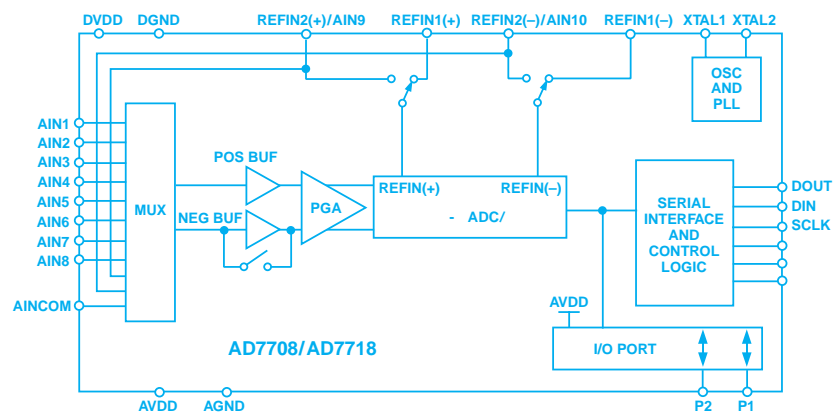


Рис. 1. Структурная схема АЦП AD7708/18

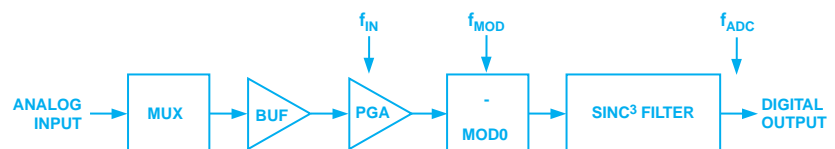


Рис. 2. Функциональная схема тракта преобразования AD7708/18

При работе в режиме "Chopping" используется более сложная схема тракта, для которого частота отсчетов $f_{ADC} = f_{MOD}/(24SF)$ может быть в пределах от 5.35 до 105.03 Гц. Частота f_{ADC} зависит от величины SF, выбираемой в пределах от 13 до 255. Частота среза АЧХ в режиме "Chopping" равна $f_{3дБ} = 0.24f_{ADC}$ и существенно меньше, а полоса, соответственно, уже, чем в обычном режиме. В тракте обеспечивается описанная выше компенсация погрешностей, а также дополнительная фильтрация. Результирующая АЧХ тракта показана на рис. 3, б. Параметры фильтра, соответствующие АЧХ (рис. 3, б): SF = 68, $f_{ADC} = 20.07$ Гц, $f_{3дБ} = 4.82$ Гц. При этом в тракте обеспечивается подавление сетевой наводки на частоте 60 Гц, а наводки на частоте 50 Гц — при параметрах фильтра: SF = 82, $f_{ADC} = 16.65$ Гц, $f_{3дБ} = 4$ Гц.

Основная схема включения AD7708/18 показана на рис. 4. В качестве опорного источника используется микросхема AD780 (REF195) [4] с прецизионным напряжением 2.5 В. В AD7708/18 имеется автогенератор, к выводам которого извне подключается кварцевый или керамический резонатор 32.768 кГц, и PLL умножитель с тактовой частотой на его выходе, равной 4.194 МГц. Указанная частота используется в цепях управления микросхемой, а в качестве тактовой для сигма-дельта модулятора используется $f_{MOD} = 32.768$ кГц. На схеме показано подключение источника питания, а также выводы для преобразованного цифрового потока данных, поступающих на выход в последовательном формате, и выводы для подключения цепей управления микросхемой (трехпроводного последовательного интерфейса микросхемы).

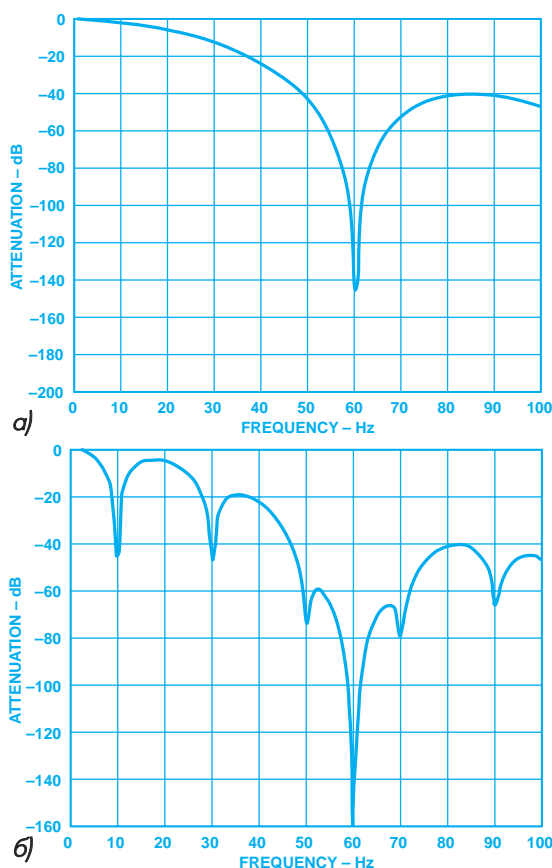


Рис. 3. АЧХ тракта преобразования AD7708/18 в обычном (а) и режиме "Chopping" (б)

АЦП AD7709. 16-разрядный АЦП AD7709 [1, 3], в отличие от AD7708, имеет четыре входа, которые могут быть конфигурированы как два дифференциальных или четыре псевдодифференциальных. В последнем случае используется пятый дополнительный вход, аналогичный AINCOM на рис. 1. Кроме того, в микросхеме содержатся три источника тока, предназначенные для питания датчиков, напряжения на выходе которых подлежат преобразованию в AD7709. Выходные токи двух из источников — по 200 мкА, третьего — 25 мкА. Тракт аналого-цифрового преобразования аналогичен используемому в AD7708/18 в режиме "Chopping". АЧХ тракта соответствует показанной на рис. 3, б.

АЦП AD7719. 24-разрядный АЦП AD7719 [1, 2], схема которого приведена на рис. 5, отличается

от AD7718 следующим. В составе микросхемы содержатся два АЦП, представляющие собой, соответственно, два независимых тракта преобразования — основной (Main Channel) и вспомогательный (Auxiliary Channel). Кроме того, AD7719 содержит температурный сенсор (Temp Sensor) и два источника тока по 200 мкА, аналогичные имеющимся в AD7709. Входы основного АЦП могут быть конфигурированы как два дифференциальных или три псевдодифференциальных (относительно AIN4), а вспомогательного АЦП — как один дифференциальный и два синфазных (AIN3, AIN4 или AIN5, AIN6).

Вспомогательный АЦП не имеет на входе буферного и программируемого усилителей. Максимальное значение входного сигнала этого АЦП составляет 2.56 В. Оба тракта AD7719, основной и вспомогательный, имеют режим "Chopping". АЧХ трактов соответствуют приведенной на рис. 3, б.

На рис. 4, б показано подключение AD7719 к мостовому датчику давления. Питание датчика — от источника тока, расположенного в AD7719. В цепи питания датчика последовательно с ним включен резистор, с которого снимается напряжение, используемое в качестве опорного для АЦП. К одному из псевдодифференциальных входов (AIN1, AIN4) подключен датчик, напряжение на выходе которого пропорционально измеряемому давлению, а к двум другим (AIN2, AIN4 и AIN3, AIN4) — выводы питания датчика. При этом реализуется логометрический метод компенсации температурной нестабильности выходного напряжения датчика, описанный в [8].

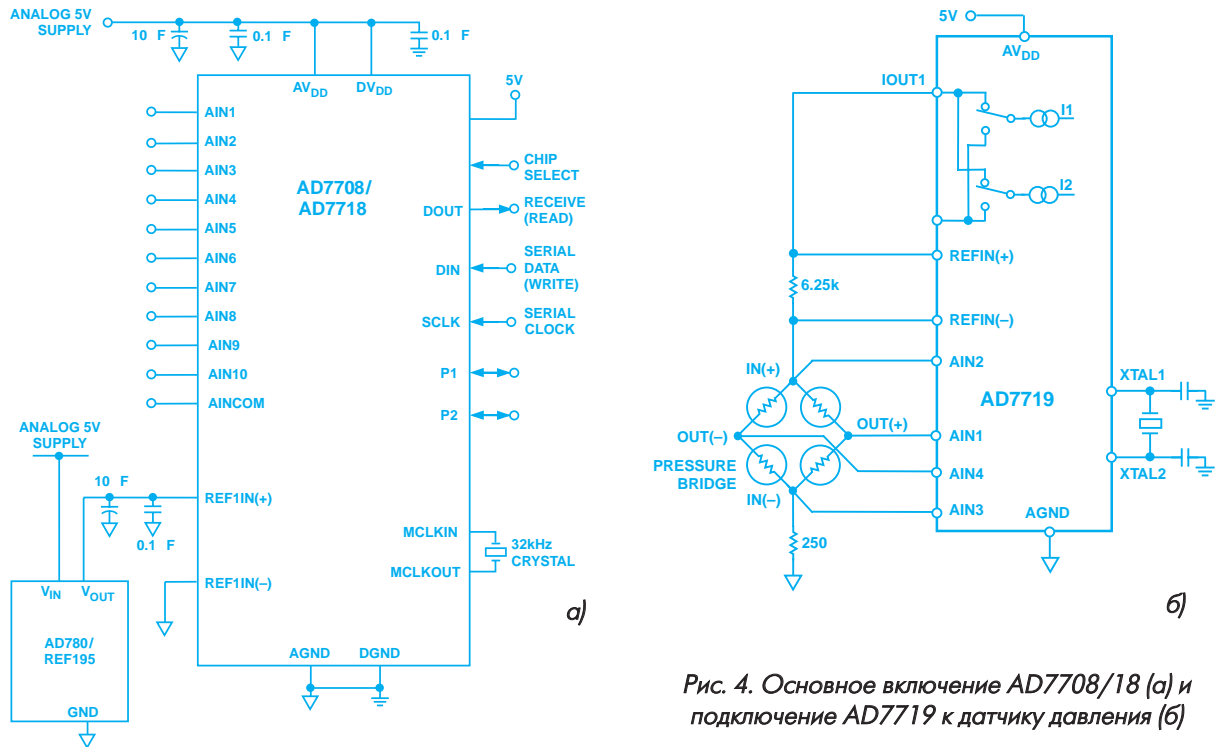


Рис. 4. Основное включение AD7708/18 (а) и подключение AD7719 к датчику давления (б)

Основные параметры AD7708/18/09/19

Параметры		AD7708	AD7718	AD7709	AD7719 *
Количество каналов со входами:	дифференциальными	4 или 5		2	2 (1)
	псевдодифференциальными	8 или 10		4	3 (-)
	синфазными	-		-	- (2)
Разрядность выходных данных, бит		16	24	16	24 (16)
Разрешение, бит, при входном напряжении:	± 20 мВ	13			
	± 2.56 В	16	18	16	18 (16)
Частота отсчетов f_{ADC} , Гц, в режимах:	обычном	16.06 ... 1365		-	
	"chopping"	5.35 ... 105.03			
Диапазон частот (АЧХ 0 ... -3 дБ), в режимах:	обычном	0 ... 0.262 f_{ADC}		-	
	"chopping"	0 ... 0.24 f_{ADC}			
Интегральная нелинейность, ppm		± 15	± 10	15	± 10
Дрейф нуля, тип, нВ/°С, в режимах:	обычном	± 200		-	
	"chopping"	10			± 10
Уровень шума, тип, мкВ, в режимах:	обычном	1.78 ... 1660		-	
	"chopping"	1.25 ... 11.75			
Дрейф коэффициента передачи, тип, ppm/°С		± 0.5		1	± 0.5
Напряжение питания, В		2.7 ... 3.6 или 4.75 ... 5.25		2.7 ... 3.6 или 4.5 ... 5.5	2.7 ... 3.6 или 4.75 ... 5.25
Ток потребления, макс, мА		1.75		-	2.0
Диапазон температур рабочих/хранения, °С:		(-40 ... 85)/(-65 ... 150)			
Тип корпуса	суффикс BR	SOIC-28		SOIC-24	SOIC-28
	суффикс BRU	TSSOP-28		TSSOP-24	TSSOP-28
Оценочная плата EVAL-AD77xxEB		+	+	-	+

* В скобках — параметры вспомогательного АЦП



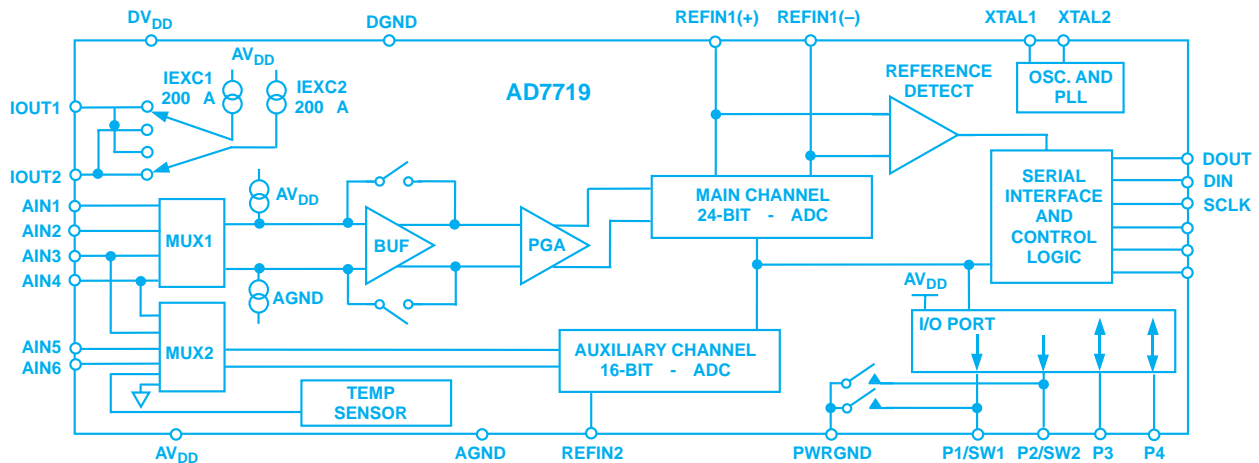


Рис. 5. Структурная схема АЦП AD7719

Основные параметры АЦП AD7708/18/09/19 [2, 3] приведены в таблице. Для микросхемы AD7719, содержащей два АЦП, в таблице в скобках приведены данные вспомогательного АЦП. Обозначение микросхем состоит из основной части (AD7708, ...) и суффикса BR или BRU, где В определяет диапазон рабочих температур, а R и RU — тип корпуса.

Во всех АЦП AD7708/18/09/19 используется трехпроводный последовательный интерфейс, совместимый с SPI™, QSPI™ фирмы Motorola и MICROWIRE™ фирмы National Semiconductor, благодаря чему рассмотренные АЦП могут работать с микроконтроллерами 68HC11 и 8XC51, а также с микро-

процессорами ADSP-2103 и ADSP-2105 [4].

АЦП AD7708/18/09/19 выпускаются фирмой Analog Devices.

Подробнее с параметрами и другими данными рассмотренных АЦП можно ознакомиться в сети Интернет на сайте фирмы Analog Devices по адресу: <http://www.analog.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. The Analog Devices Solutions Bulletin: Analog-to-Digital Converters, April 2001 (ЭКиС, № 8, 2001).
2. Analog Devices' Data Sheets: AD7708/AD7718, Rev. 0, 2001; AD7719, Rev. 0, 2001.
3. Analog Devices' Preliminary Technical Data: AD7709, Rev. PrA, 2001.

4. Short Form 2000 Designers' Guide. — Analog Devices, 2000.

5. Application Note AN-283: Sigma-Delta ADCs and DACs // Application Reference Manual. — Analog Devices, 1993.

6. Kester W., Bryant J., Buxton J., ADCs for Signal Conditioning (Section 8) // Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. — Analog Devices, 1999.

7. Голуб В. Цифровая обработка сигналов: Сигма-дельта АЦП // Электроника: НТБ, № 4, 2001.

8. Романов В. Особенности применения мостовых схем измерения // Электронные компоненты и системы, № 7, 2001.

Во всех отделениях связи Украины и Российской Федерации

продолжается подписка на 2002 год

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

Подписной индекс 40633 в каталоге периодических изданий Украины

и каталоге "Подписка 2002" России.

Среди подписчиков, приславших в редакцию журнала копию квитанции о подписке, будет проведена лотерея. Призы — мониторы, CD-ROM, каталоги продукции всемирно известных фирм-производителей электронных компонентов и систем и мн. др.

Стоимость годовой подписки в Украине 41.04 грн.

КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ СИГНАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР

В статье рассматриваются основные критерии, которыми следует руководствоваться для правильного выбора типа цифрового сигнального процессора.

В. Охрименко

Растущая популярность приложений цифровой обработки сигналов (DSP приложений), примером которых могут служить кодирование речи, обработка изображений, аудио- и видеосигналов и т. п., заставляет разработчиков систем цифровой обработки сигналов ответственно относиться к выбору типа процессора, на базе которого будет создаваться система цифровой обработки. Для реализации DSP приложений можно использовать универсальные микропроцессоры или сигнальные процессоры, мощности которых вполне достаточно для их реализации. Архитектура универсальных микропроцессоров не адаптирована к реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов и поэтому для многих операций, встречающихся при цифровой обработке, требуется выполнить несколько инструкций. Однако, т. к. современные универсальные микропроцессоры работают с большой тактовой частотой (к примеру, Pentium 4 имеет тактовую частоту 1.5 ГГц и более), на их базе можно выполнять многие программы DSP приложений в реальном масштабе времени. Кроме того, в некоторых универсальных микропроцессорах реализованы специализированные инструкции, позволяющие ускорить цифровую обработку сигналов. Примером могут служить процессоры Pentium с расширением MMX и SSE. MMX (Multi-Media-Extension) — мультимедийное расширение, SSE (Streaming SIMD Extension) — потоковое SIMD расширение. Блоки для выполнения операций MMX осуществляют обработку целочисленных данных, а блоки, реализующие операции SSE, — обработку данных, представленных числами с плавающей точкой. В новом Pentium 4 введены 144 новые инструкции, обеспечивающие одновременное выполнение одной операции с несколькими целочисленными операндами (SIMD-обработка). В Pentium 4 с помощью целочисленных MMX-операций можно одновременно обрабатывать слова длиной 128 разрядов (в ранних моделях Pentium — 64 разряда), а SSE-операции с плавающей точкой поддерживают обработку чисел с большой точностью. Реализация подобных операций в Pentium 4 позволяет еще более повысить эффективность его использования при реализации алгоритмов сжатия и кодирования аудио- и видеосигналов, в Интернет приложениях, при обработке изображения и т. п. Справедливости ради,

необходимо отметить один из существенных недостатков универсальных микропроцессоров, который особенно проявляется при обработке сигналов в реальном времени. Все универсальные микропроцессоры имеют встроенную быстродействующую кэш-память. Первоначально основным назначением кэш-памяти было уменьшение объема внешней быстродействующей, а, следовательно, и дорогостоящей памяти. Кэш-память предназначена для хранения наиболее часто используемых инструкций и данных. В процессе выполнения программы кэш-память динамически подгружается инструкциями и данными, т. е., если в кэш-памяти отсутствуют необходимая инструкция или данные, процессор ожидает, пока кэш-память не будет загружена требуемыми данными или инструкциями. Поэтому время выполнения программы зависит от содержимого кэш-памяти. Обработка же сигналов зачастую выполняется в реальном времени, следовательно время выполнения программы должно быть строго фиксированным. Другие недостатки быстродействующих универсальных микропроцессоров — высокие стоимость и энергопотребление по сравнению с сигнальными процессорами. К достоинствам универсальных микропроцессоров относятся: преемственность программного обеспечения, развитые инструментальные средства разработки программного обеспечения, «дружественный» компилятор, доступность и совместимость на программном уровне процессоров разных производителей.

В случае, если процессор предполагается использовать в качестве универсального вычислительного ядра, а не только для цифровой обработки сигналов, необходимо остановить выбор на универсальном микропроцессоре, а в качестве сопроцессора, позволяющего ускорить выполнение программ DSP приложений, использовать сигнальный процессор. Во многих случаях подобный подход обеспечивает наиболее оптимальный результат, а законченная система имеет наилучшие показатели соотношения стоимости и производительности. Однако, если процессор предполагается использовать в основном для выполнения программ цифровой обработки сигналов, целесообразнее остановить выбор на сигнальных процессорах, архитектура которых оптимизирована для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, т. к. в случае построения системы цифровой обработки сигналов на базе универсальных микропроцессоров её стоимость будет необоснованно высокой.

Прежде чем остановить выбор на конкретном типе сигнального процессора, необходимо четко представлять те области применения, в которых предполагается его использовать [1-5].

Сигнальные процессоры применяются в самых разных системах цифровой обработки сигналов от сложных мультипроцессорных, примером которых могут служить радары, базовые станции радиотелефонной мобильной связи и т. п., до простых заказных устройств. Естественно, среди выпускаемых сигнальных процессоров нельзя отыскать такой тип процессора, который можно было бы одинаково эффективно использовать в разных сферах применения. Поэтому первое, что необходимо сделать при выборе типа сигнального процессора, — это выделить те его характеристики, которые будут приниматься во внимание в первую очередь. В большинстве случаев к таким характеристикам относятся:

- производительность
- объем памяти
- форма представления чисел
- формат данных
- стоимость
- энергопотребление
- степень интеграции, т. е. количество встроенных периферийных микроконтроллеров
- габаритные размеры
- наличие инструментальных средств разработки и отладки программного обеспечения.

Большая часть выпускаемых сигнальных процессоров применяется в массовых, недорогих, относительно простых встроенных системах цифровой обработки сигналов, к которым относятся: мобильные телефоны, портативные цифровые аудиоплееры, контроллеры дисководов и т. п. Для подобных систем первостепенное значение имеют стоимость и степень интеграции сигнальных процессоров. Кроме того, для переносных портативных устройств немаловажным показателем является энергопотребление, что обусловлено низкой энергоемкостью встроенных элементов питания. Существование же инструментальных средств разработки и отладки программного обеспечения, а также стоимость проектирования имеют зачастую меньшее значение, поскольку затраты на проектирование окупаются за счет доходов, получаемых от массового выпуска сигнальных процессоров.

Примером систем, в которых требуется обработка больших массивов данных и использование сложных алгоритмов обработки, могут служить сонары, радары, устройства для анализа и прогноза сейсмической активности. Такие системы выпускаются в малых количествах, а для их реализации требуются сигнальные процессоры с большой производительностью и высокой точностью, мультипроцессорная обработка, развитые инструментальные средства разработки и отладки программного обеспечения. Кроме того, одно из требований, предъявляемых к подобным системам — возможность модификации программного и ап-

паратного обеспечения пользователем, а также длительное "время жизни" (15-20 лет). Два последних требования предполагают существование и постоянное пополнение библиотеки основных прикладных программ, на базе которых пользователь может создавать собственное программное обеспечение.

На рис. 1 приведены возможные сферы применения сигнальных процессоров и обобщенные показатели производительности (согласно BDTmark2000), достаточные для их реализации [3].

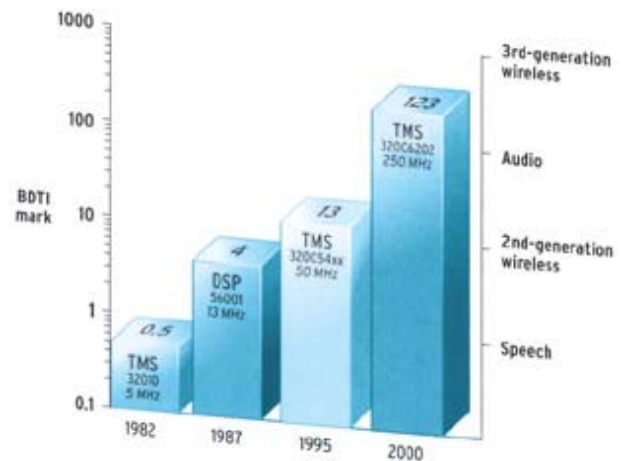


Рис. 1. Сферы применения сигнальных процессоров

Как следует из приведенных выше примеров возможность применения сигнального процессора определяется набором его основных характеристик и параметров, которые могут существенно отличаться в разных типах сигнальных процессоров.

Перед рассмотрением основных критериев, которыми следует руководствоваться при выборе типа сигнального процессора, необходимо вкратце отметить некоторые основные отличительные особенности сигнальных процессоров, архитектура которых оптимизирована для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. На рис. 2 приведена типичная структурная схема вычислительного ядра сигнального процессора с традиционной архитектурой (DSP566xx фирмы Motorola). К отличительным особенностям архитектуры сигнальных процессоров относятся: один или два аппаратных умножителя, выполняющих операции умножения с накоплением в течение одного цикла; специализированное устройство сдвига; многопортовая встроенная память и соответственно несколько шин для доступа к памяти; специализированные адресные генераторы; многофункциональные периферийные высокоскоростные устройства ввода/вывода данных и т. п. Подробнее ознакомиться с особенностями архитектуры сигнальных процессоров можно в [6, 7].

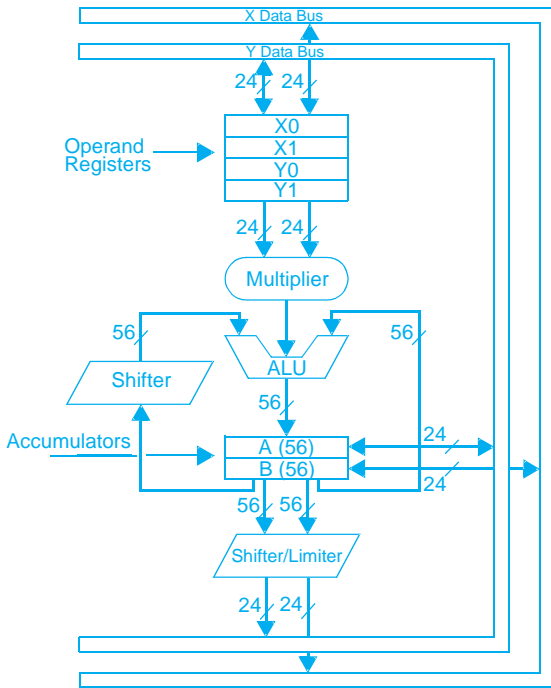


Рис. 2. Типичная структурная схема вычислительного ядра

Пожалуй, самая важная характеристика, учитываемая при выборе типа сигнального процессора, — производительность. Существует несколько подходов к оценке производительности сигнальных процессоров. Традиционно для сравнения производительности разных сигнальных процессоров используется время выполнения самой «быстрой» инструкции. Часто используют величину, обратную времени выполнения самой «быстрой» инструкции, т. е. количество инструкций, выполняемых в течение одной секунды. Обычно в качестве единицы измерения производительности используют MIPS (миллион инструкций в секунду). Сигнальные процессоры с традиционной архитектурой (к примеру, ADSP-21xx, TMS320C54x, DSP560xx) выполняют одну инструкцию в течение машинного цикла. Сигнальные процессоры с параллельной архитектурой, к которой относится архитектура типа VLIW (Very Long Instruction Word), в течение цикла выбирают и выполняют несколько инструкций (к примеру, TMS320C6000 может одновременно выполнять восемь инструкций). Однако, поскольку в сигнальных процессорах с традиционной архитектурой в одной инструкции кодируется несколько операций, а в процессорах на базе VLIW архитектуры используются инструкции, выполняющие одну простую операцию, использование единиц MIPS для сравнения реальной производительности сигнальных процессоров может привести к ошибочной оценке. Более того, даже при сравнении производительности сигнальных процессо-

ров с традиционной архитектурой использование единиц MIPS зачастую может ввести в заблуждение неопытного пользователя, поскольку в течение одного цикла в разных процессорах может выполняться неодинаковое количество операций. Наиболее достоверную оценку производительности сигнальных процессоров обеспечивает метод, предложенный BDTI (Berkeley Design Technology, Inc.), который заключается в измерении времени выполнения программ, реализующих наиболее часто встречающиеся алгоритмы при цифровой обработке сигналов. В качестве показателя производительности используется суммарный показатель, учитывающий время выполнения всех базовых контрольных алгоритмов. На рис. 3 приведено время выполнения разными сигнальными процессорами программы, реализующей алгоритм БПФ (256 точек) [1]. Необходимо также обратить внимание, что MFLOPS или MOPS (миллион операций с плавающей точкой в секунду или миллион операций в секунду соответственно) также нельзя использовать для оценки реальной производительности сигнальных процессоров, поскольку разные фирмы-изготовители вкладывают разный смысл в понятие «операция». Для сравнения производительности сигнальных процессоров разных типов нельзя также использовать тактовую частоту. Внешняя тактовая частота может быть в несколько раз больше или меньше той частоты, которая определяет длительность машинного цикла. Многие современные сигнальные процессоры имеют встроенную схему ФАПЧ, что позволяет использовать пониженную внешнюю тактовую частоту.

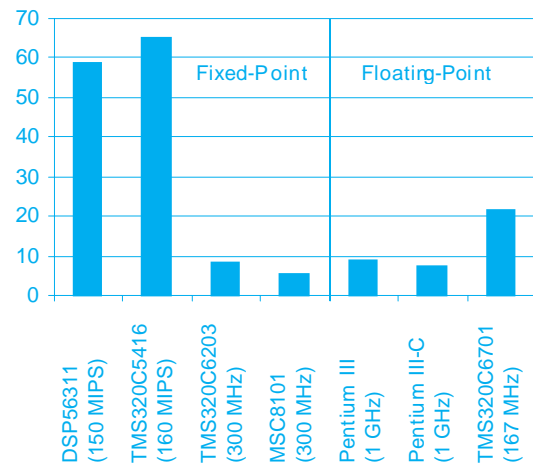


Рис. 3. Время выполнения БПФ (256 точек)

Большое влияние на производительность сигнальных процессоров оказывает организация встроенной памяти. Большинство операций при реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов (в том числе и

одна из фундаментальных — умножение) требуют одновременной выборки инструкции и двух операндов. Поэтому все сигнальные процессоры построены на базе гарвардской или модифицированной гарвардской архитектуры. В последней из них для доступа к памяти программ и данных реализованы три независимые шины (рис. 4). Чтобы уменьшить время выборки инструкции, в некоторых сигнальных процессорах имеется кэш-память программ. Поскольку в подавляющем большинстве случаев сигнальные процессоры с фиксированной точкой применяются во встроенных системах, которые характеризуются небольшим объемом памяти, многие сигнальные процессоры с фиксированной точкой имеют сравнительно небольшой объем встроенной памяти (от 4 до 64 К слов), внешнюю шину данных (16 разрядов) и шину адреса (от 13 до 16 разрядов), что снижает объем необходимой внешней памяти. Сигнальные процессоры с плавающей точкой, имеющие небольшой объем встроенной памяти (к примеру, TMS320C30), могут иметь для доступа к внешней памяти две внешние шины. Например, TMS320C30 имеет 24- и 13-разрядные внешние адресные шины. Однако, современные высокопроизводительные сигнальные процессоры характеризуются большим объемом встроенной памяти (ADSP-21160 имеет 4 Мбита, TMS320C33 — более 1 Мбита, новый ADSP-2192 — 2.4 Мбита).

Кэш-память, которая всегда имеется в универсальных микропроцессорах, редко используется в сигнальных процессорах по той причине, что она вносит не-

предсказуемость в длительность выполнения программы. До недавнего времени в некоторых сигнальных процессорах использовалась кэш-память, предназначенная только для хранения инструкций (но не данных), что позволяло программисту относительно просто рассчитать время выполнения программы. В кэш-памяти, используемой в сигнальных процессорах, имеется возможность блокировать модификацию содержимого некоторых из блоков кэш-памяти, что позволяет хранить в кэш-памяти фрагменты программ, которые должны выполняться с наибольшим быстродействием. Программисты же, таким образом, получают возможность рассчитать время выполнения наиболее важных фрагментов программы и оценить уменьшение быстродействия при выполнении тех фрагментов программы, которые требуют дополнительной загрузки инструкций в кэш-память. В последнее время некоторые производители (к примеру, фирма Texas Instruments) в своих новых сигнальных процессорах применяют кэш-память, которая базируется на таком же принципе работы, как и кэш-память в универсальных микропроцессорах. Например, в TMS320C64x реализована двухуровневая кэш-память программ и данных с принципом организации двухуровневой структуры кэш-памяти, аналогичной используемой в Pentium III (поскольку высокая тактовая частота новых сигнальных процессоров требует применения дорогостоящей сверхбыстродействующей внешней памяти). Предполагается, что TMS320C64x будут работать с тактовой частотой от 600 до 1000 МГц, что как минимум в два раза выше тактовой частоты существующих самых быстродействующих сигнальных процессоров (TMS320C6203 и MSC8101 имеют тактовую частоту 300 МГц). В случае, если используется сигнальный процессор с кэш-памятью, немаловажное значение для программиста имеют инструментальные средства разработки программного обеспечения, использование которых даёт возможность программисту точно определить время выполнения программы. При отсутствии инструментальных средств разработки программисту нелегко составить и оптимизировать программу, предназначенную для выполнения в реальном времени, а для оценки времени выполнения приходится использовать приблизительный расчёт, в то время как для оптимизации — метод проб и ошибок.

Высокая производительность сигнальных процессоров определяется также имеющимися в них мощными средствами, поддерживающими высокоскоростной ввод данных. Контроллеры прямого доступа к памяти (DMA), реализованные во многих сигнальных процессорах, обеспечивают скоростной обмен данными между памятью сигнального процессора и периферийными устройствами ввода/вывода. Новые сигнальные процессоры, предназначенные для применения в мно-

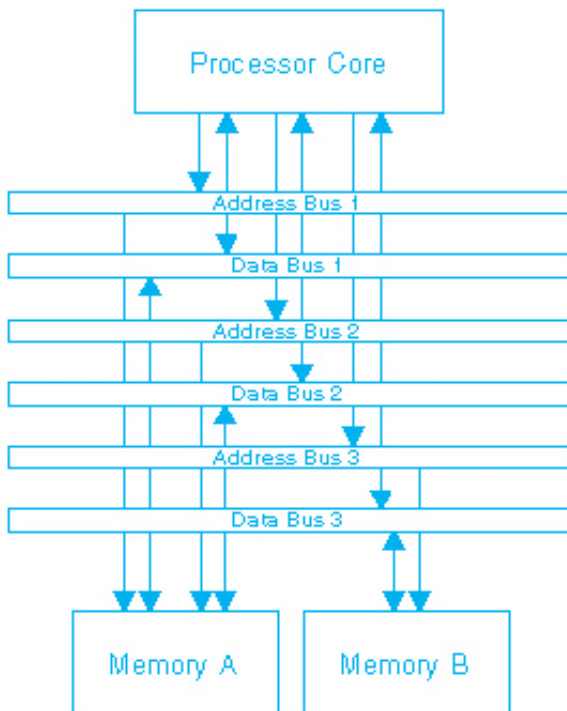


Рис. 4. Модифицированная гарвардская архитектура

гоканальных системах обработки сигналов, характеризуются большим количеством каналов DMA. ADSP-2192 имеет 14 каналов DMA, TMS320VC5421 — 12, TMS320VC5441 — 24.

В тех сферах применения, в которых требуется выполнять большие объемы вычислений (радары, сонары и др.), производительности одного сигнального процессора обычно недостаточно, а для реализации функционально полного устройства необходимо создать мультипроцессорную систему обработки сигналов. Идеальными сигнальными процессорами для реализации мультипроцессорных структур можно считать ADSP-21060/21160/21161. Двухнаправленные шины данных и адреса, блоки встроенной памяти, предназначенной для обмена данными между процессорами, встроенные схемы арбитража, реализованные в ADSP-21060/21160, предоставляют разработчикам систем возможность создавать кластеры процессоров (до шести процессоров) без каких-либо дополнительных внешних компонентов. Обмен данными в кластере осуществляется через общую память, при этом каждый процессор имеет доступ к встроенной памяти любого процессора. Более того, в ADSP-21060/21160 имеются шесть двухнаправленных 4- или 8-разрядных Link-порта, поддерживающих высокоскоростной обмен данными между отдельными процессорами в мультипроцессорной системе, а с помощью сопроцессора ввода/вывода, включающего контроллер DMA, осуществляется управление обменом через внешний параллельный 48- или 64-разрядный порт, Link и стандартные последовательные порты. Однако нельзя забывать, что для организации межпроцессорного обмена необходима эффективная программа взаимодействия отдельных процессоров системы.

К одной из наиболее фундаментальных характеристик сигнальных процессоров относится форма представления чисел (с фиксированной или плавающей точкой). Большинство выпускаемых сигнальных процессоров поддерживают арифметику с фиксированной точкой, в которой числа представлены в виде дробного или целого числа (от -1.0 до 1.0). Сигнальные процессоры с плавающей точкой поддерживают арифметику с плавающей точкой, в которой числа представлены в виде $\text{mantissa} \times 2^{\text{exponent}}$ (mantissa — целое или дробное число в диапазоне от -1.0 до 1.0; exponent — целое число, которое, по сути, представляет количество сдвигов двоичной точки влево или вправо). Арифметика с плавающей точкой по сравнению с фиксированной обеспечивает большую точность при обработке сигналов и даёт возможность оперировать сигналами, представленными в большом динамическом диапазоне, и при этом не нужно беспокоиться о переполнении разрядной сетки, в результате чего составление программы для сигнальных процессоров с

плавающей точкой является менее трудоёмким. Однако нельзя забывать, что сигнальные процессоры с плавающей точкой имеют большую стоимость и мощность потребления, поскольку для реализации арифметики с плавающей точкой необходимы дополнительные арифметические устройства, что, в свою очередь, вызывает увеличение кристалла и соответственно корпуса микросхемы сигнального процессора. Сигнальных процессоров с фиксированной точкой выпускается примерно в десять раз больше, чем процессоров с плавающей точкой, поскольку зачастую главный фактор при выборе типа процессора (особенно для встроенных систем) — стоимость и габариты. В сигнальных процессорах с фиксированной точкой предусмотрена возможность программной обработки чисел с плавающей точкой, результатом чего является снижение быстродействия. Более эффективный результат даёт метод представления чисел с поблочной плавающей точкой, при котором числа с разными мантиссами и одинаковыми показателями степени группируются в отдельные блоки данных. Блоки обычно формируются программистом, хотя в некоторых сигнальных процессорах реализована аппаратная поддержка формирования блоков данных с поблочной плавающей точкой.

Стоимость сигнального процессора зависит от размера корпуса и количества выводов, которые, в свою очередь, определяются используемым форматом данных. Кроме того, объем внешней памяти также зависит от формата данных. Поэтому всегда стараются использовать сигнальный процессор с минимальным форматом данных, удовлетворяющий требованиям конкретного применения. В случае, если требуется точность большая, чем обеспечивает разрядная сетка сигнального процессора, в отдельных фрагментах программы или в подпрограммах можно выполнять обработку данных с удвоенной разрядностью. Однако следует помнить, что в этом случае уменьшается быстродействие процессора. Если же для решения большинства задач требуется повышенная точность, необходимо выбрать сигнальный процессор с большей разрядностью или применить сигнальный процессор с плавающей точкой. Необходимо также отметить, что хотя в подавляющем большинстве сигнальных процессоров разрядность инструкций совпадает с разрядностью данных, имеются и исключения. К примеру, в 16-разрядных сигнальных процессорах семейства ADSP-21xx используются 24-разрядные инструкции.

Поскольку многие сигнальные процессоры применяются в портативных устройствах (мобильных телефонах, твердотельных аудиоплеерах и т. п.), которые имеют ограниченную энергоёмкость элементов питания, в последнее время появилось много сигнальных процессоров с пониженным напряжением питания, ко-

торые в то же время отличаются режимами работы с пониженным током потребления, что позволяет на программном уровне влиять на энергопотребление сигнальных процессоров. Сигнальные процессоры с напряжением питания 3.3, 2.5, 1.8, 1.2 В при той же тактовой частоте имеют значительно меньшую потребляемую мощность, чем процессоры с напряжением питания 5 В. В режимах работы с пониженным током потребления (idle и sleep) предусмотрено отключение некоторых устройств процессора, что позволяет управлять энергопотреблением. Выход из режимов работы с пониженным током потребления обычно осуществляется по сигналам прерываний. В некоторых сигнальных процессорах можно программно изменять тактовую частоту до такой величины, при которой быстроедействие процессора достаточно для реализации конкретного DSP приложения. Существуют сигнальные процессоры, в которых можно отключать встроенные периферийные микроконтроллеры, если они не используются в ходе выполнения программы. Однако, даже если в документации приводится мощность потребления, разработчику зачастую очень сложно выбрать наиболее оптимальный тип процессора (в отношении энергопотребления) для решения поставленной задачи, поскольку обычно приводится типовая или максимальная мощность потребления без упоминания той программы, при выполнении которой измерялась мощность потребления. Фирма Texas Instruments отличается от других изготовителей сигнальных процессоров тем, что приводит более подробные сведения о мощности потребления в зависимости от типа выполняемых инструкций [1]. В последнее время появилось несколько моделей сигнальных процессоров семейства TMS320C5x (TMS320VC5502/5509/5510), которые характеризуются значительно меньшей потребляемой мощностью (0.05 мВт/MIPS) в сравнении с сигнальными процессорами, выпускаемыми другими производителями. Не следует забывать, что, как бы это ни казалось странным, иногда более быстродействующие сигнальные процессоры характеризуются меньшим энергопотреблением. К примеру, сигнальный процессор с большим быстродействием после выполнения отдельных фрагментов программы можно переключать в режим с пониженным током потребления, выход из которого произойдет после поступления новых данных. Следовательно, высокое быстродействие позволяет отключать процессор на отдельные отрезки времени, что соответственно снижает общее энергопотребление по сравнению с более медленным процессором, имеющим меньшую потребляемую мощность.

Обычно при выборе типа процессора, предназначенного для применения в изделиях массового выпуска, основное внимание уделяется стоимости. В таких

случаях стремятся использовать сигнальный процессор, хотя и с ограниченными функциями, но имеющий минимальную стоимость. При этом также не обращают внимания на трудности программирования, что может быть вызвано отсутствием развитых инструментальных средств разработки (затраты при разработке компенсируются доходами, получаемыми при массовом выпуске). Сигнальные процессоры с меньшей стоимостью обычно имеют меньший объём встроенной памяти, меньшую производительность и т. п. Стоимость сигнальных процессоров в большой мере зависит от типа корпуса. Процессоры в пластмассовых корпусах типа PQFP или TQFP имеют значительно меньшую стоимость по сравнению с процессорами в корпусах типа PGA. Кроме того, всегда следует учитывать, что, во-первых, стоимость сигнальных процессоров постоянно снижается, а, во-вторых, она зависит от поставляемой партии. Стоимость одного процессора при поставке партии в 100 тыс. шт. может быть существенно меньше, чем при поставке 1 тыс. шт. и, тем более, в случае заказа единичных экземпляров.

Немаловажное значение при выборе типа сигнального процессора имеют инструментальные средства разработки (программные и аппаратные). В состав программных средств входят: ассемблер, компоновщик, отладчик, симулятор, компилятор, библиотека базовых программ, операционная система реального времени и др. Аппаратные средства — это, в первую очередь, эмулятор и оценочные платы. Существуют также инструментальные средства разработки высокого уровня, с помощью которых осуществляется генерация машинного кода по структурной схеме алгоритма [1]. Кроме средств разработки большую роль играет выбор языка программирования. Обычно программы для сигнальных процессоров создаются на языке ассемблера или языках высокого уровня (например, С или Ada), или на базе комбинации языков. Во многих случаях программы для сигнальных процессоров составляются на ассемблере, поскольку компилятор формирует далеко не оптимальный код при трансляции с языков высокого уровня по сравнению с ассемблером и для его выполнения требуется больше времени. Зачастую, чтобы достичь наибольшего быстродействия и сократить объём программы, оптимизация кода, сформированного ассемблером, выполняется вручную. Обычно с подобной ситуацией сталкиваются при разработке программного обеспечения для систем, которые имеют жёсткие ограничения по стоимости, а, следовательно, вопрос о применении более производительного или дополнительного сигнального процессора вообще не поднимается. Компиляторы с языков высокого уровня лучше адаптированы для формирования кода сигнальных процессоров с плавающей точкой вследствие того, что, во-первых, многие

языки высокого уровня поддерживают арифметику с плавающей точкой, и, во-вторых, процессоры с плавающей точкой имеют инструкции с более регулярной структурой, а, в-третьих, процессоры с плавающей точкой могут адресоваться к значительно большему объёму памяти, что устраняет ограничение объёма программного кода. Следует также отметить, что для сигнальных процессоров с VLIW архитектурой, в которых применяются простые RISC-подобные инструкции и имеется много регистров, генерируемый компилятором программный код намного более эффективен по сравнению с кодом для процессоров на базе других архитектур. Однако даже для процессоров с VLIW архитектурой наиболее оптимальный код (по быстродействию, объёму памяти) формируется при ручной оптимизации ассемблерного кода. Независимо от того, на каком языке будет составляться программа (ассемблер или язык высокого уровня), необходимо обратить внимание на средства отладки (программные и аппаратные), поскольку при их отсутствии можно потерять уйму времени на отладку созданных программ. Если используется язык высокого уровня, очень важно знать, работает ли встроенный отладчик с симулятором или с аппаратным эмулятором. На кристалле современных сигнальных процессоров интегрированы аппаратные средства отладки и эмуляции. Доступ к встроенным средствам осуществляется через стандартный тестовый последовательный интерфейс IEEE 1149.1 JTAG. Название JTAG интерфейс получил по аббревиатуре (Joint Test Action Group) группы, образованной в 1985 г. ведущими производителями электронных компонентов. Группа была создана для разработки концепции тестирования сложных электронных устройств. Разработанная группой архитектура и последовательный тестовый интерфейс затем были приняты как промышленный стандарт IEEE 1149.1 (IEEE Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture). Архитектура же имеет название — архитектура граничного сканирования (Boundary-Scan Architecture). Программист имеет возможность через JTAG-порт загрузить в процессор список точек останова и затем по каждой из них контролировать и изменять содержимое регистров процессора. С помощью подключённых к JTAG-порту отладочных средств можно также получить доступ ко всем периферийным устройствам и памяти (встроенной и внешней), доступным для вычислительного ядра процессора. Принятая большинством производителей сигнальных процессоров архитектура граничного сканирования имеет неоспоримые достоинства и позволяет выполнять отладку систем без удаления микросхемы сигнального процессора с печатной платы, а также позволяет подключаться к уже готовому устройству, в котором имеется разъём JTAG-порта. Работа с внутрисхемным JTAG-эмулято-

ром коренным образом отличается от традиционного метода, при котором предполагалось подключение на место процессора специального устройства (эмулятора) или микросхемы-прототипа. На рис. 5 показаны основные связи между отдельными этапами разработки и отладки программного обеспечения на языке ассемблера.

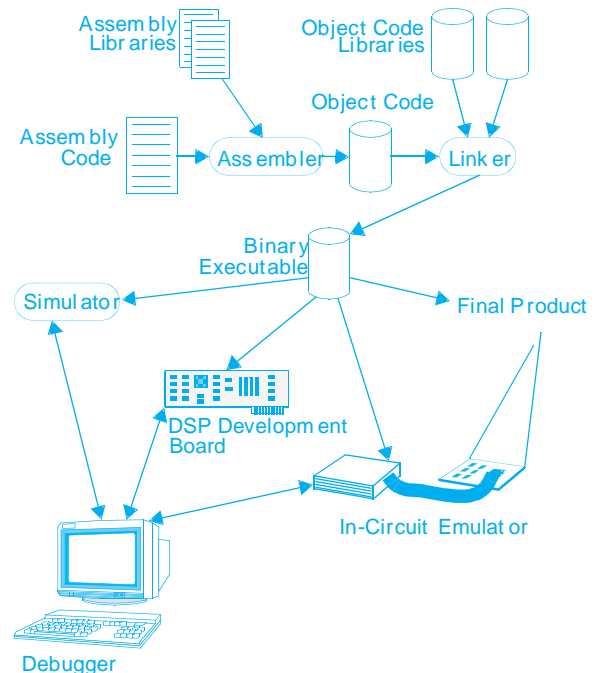


Рис. 5. Связи между отдельными этапами разработки

В заключение следует отметить, что в настоящее время высокоскоростную цифровую обработку сигналов можно осуществлять на базе универсальных микропроцессоров (например, семейства Pentium) и сигнальных процессоров. Первые отличаются высокими стоимостью и энергопотреблением, которые с учётом внедрения новых технологий, вероятнее всего, в ближайшее время будут значительно снижены. Кроме того, для универсальных микропроцессоров существуют развитые инструментальные средства разработки программного обеспечения, включающие "дружелюбные" компиляторы, а новые микропроцессоры совместимы на программном уровне с более ранними моделями. Популярными универсальными микропроцессорами разных производителей также совместимы между собой вплоть до расположения выводов. Сигнальные процессоры по сравнению с универсальными микропроцессорами характеризуются меньшей стоимостью и энергопотреблением. Существенным недостатком сигнальных процессоров является отсутствие совместимости между процессорами, выпускаемыми разными производителями, и даже моделями, выпускаемыми одним производителем. Новые более быстро-

действующие сигнальные процессоры обычно построены на базе новой архитектуры, требуют новых средств разработки и зачастую несовместимы на программном уровне с более ранними моделями, что заставляет пользователя создавать новое программное обеспечение (по крайней мере это относится к ассемблеру). Кроме того, для сигнальных процессоров не существует "дружественных", в полном смысле, компиляторов. В последнее время достигнута фантастическая производительность универсальных микропроцессоров, что позволяет применять их в системах цифровой обработки сигналов в режиме реального времени и в то же время заставляет производителей сигнальных процессоров усовершенствовать архитектуру (параллельная обработка типа VLIW и SIMD), увеличивать тактовую частоту, адаптировать кэш-память для реализации алгоритмов цифровой обработки, совершенствовать инструментальные средства разработки и делать многое другое, что в будущем обеспечит сигнальным процессорам лидирующую роль на мировом рынке средств цифровой обработки сигналов.

Несмотря на то, что каждый производитель характеризует свой сигнальный процессор как самый про-

изводительный, сверхэкономичный, малогабаритный и т. п. в мире, следует ещё раз повторить: идеальный сигнальный процессор для одних сфер применения может оказаться совершенно непригодным для других. Поэтому каждый раз при выборе типа сигнального процессора необходимо установить те его характеристики, которые будут приниматься во внимание в первую очередь: производительность, форму представления чисел, формат данных, тактовую частоту, энергопотребление, стоимость, возможность мультипроцессорной обработки, удобство разработки прикладного программного обеспечения и т. д. Только после составления в очередной раз таблицы о рангах можно приступать к поиску типа сигнального процессора для применения в разрабатываемой системе. Новый выбор может создать и новые/старые проблемы: необходимость изучения архитектуры процессора, освоения новых инструкций и инструментальных средств разработки, переработки уже существующего программного обеспечения (по крайней мере на языке ассемблера) и многие другие.

В таблице приведены основные характеристики некоторых сигнальных процессоров, выпускаемых веду-

Основные характеристики сигнальных процессоров

Изготовитель	Тип	Арифметика		Разрядность		Тактовая частота, МГц	Производительность (BDTImark 2000)	Объем внешней памяти, слов	Напряжение питания процессорного ядра, В	Стоимость, \$ (в партии 10 000 шт.)
		фиксированная точка	плавающая точка	данных	инструкций					
Analog Devices	ADSP-21xx	•		16	24	75	230	16...32K	2.5, 3.3, 5.0	5...68
	ADSP-219x					160	-	16M	2.5	45
	ADSP-2106x		•	32	48	66	250	64M - 4Г	3.3, 5.0	20...445
	ADSP-2116x					80	410	4Г	2.5	99
Infineon Technologies	TriCore	•		32	16/32	80	-	4Г	2.5	-
	Carmel			16	24/48	250	1850	8M	2.5	-
Lucent Technologies	DSP16xx	•		16	16/32	170	810	64K	1.8, 2.5, 3.3	40...90
Motorola	DSP563xx	•		24	24	150	450	16M	1.8, 2.5, 3.3	8...52
	DSP568xx			16	16	40	110	0...64K	3.0...3.6	6...16
	MSC8101			16	16	300	3430	4Г	1.5	96
Texas Instruments	TMS320C2xxx	•		16	16	40	-	192K	3.3, 5.0	3...15
	TMS320C3x		•	32	32	75	-	16M	1.8	10...178
	TMS320C54xx	•		16	16	160	500	0...8M	1.2, 1.5, 1.8, 2.5, 3.3, 5.0	5...84
	TMS320C55xx			16	8...48	160	-	16M	1.6	29
	TMS320C62xx			16	32	300	1920	8M	1.5, 1.8	29...201
	TMS320C67xx		•	32	32	167	820	8M	1.8, 1.9	17...139
Анонсированные сигнальные процессоры										
Analog Devices	TigerSHARC	•	•	8/16/32/40	32	120	-	4Г	1.8	150
Motorola	DSP5685x	•		16	16	120	-	16M	1.8	3.75...4.50
Texas Instruments	TMS320C64xx	•		8/16	32	600	-	1.5Г	1.2	-

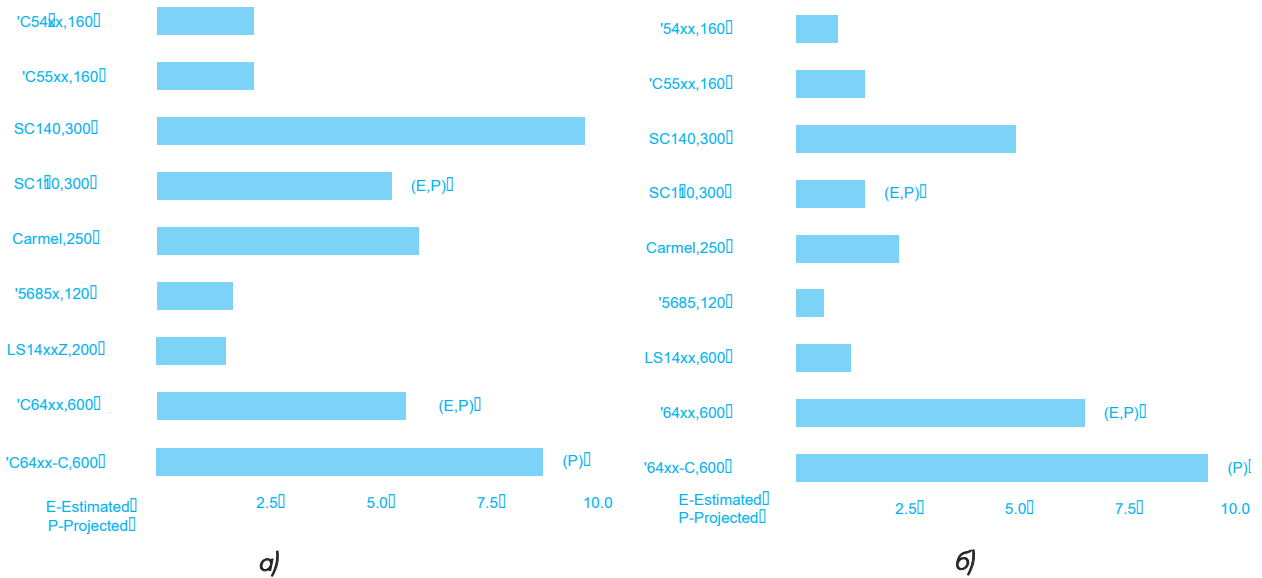


Рис. 6. Быстродействие сигнальных процессоров при реализации БИХ- (а) и КИХ-фильтра (б)

щими мировыми производителями [4]. На рис. 6 приведено быстродействие сигнальных процессоров разных типов при реализации БИХ- и КИХ-фильтров [5].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Choosing a DSP Processor. — BDTI, 1996—2000 (<http://www.BDTI.com>).
2. Evaluating DSP Processor Performance. — BDTI, 1997—2000 (<http://www.BDTI.com>).

3. The Digital Signal Processor Derby — IEEE Spectrum, June 2001.
4. Currently the Latest DSP for Communications Applications. — BDTI, 2001.
5. Evaluating the Latest DSP for Communications Applications. — BDTI, 2001.
6. Особенности архитектуры сигнальных процессоров//ЭКиС. — Киев: VD MAIS, 2001, 8.
7. Производительность сигнальных процессоров//ЭКиС. — Киев: VD MAIS, 2001, 10.

НОВЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ФИРМЫ TEXAS INSTRUMENTS *



Сигнальный процессор TMS320C5509 предназначен для портативных приборов и устройств нового поколения. По мнению разработчиков, этот процессор найдёт широкое применение в цифровых камерах, медицинских приборах, охранных системах. Он полностью совместим со всеми DSP семейства C54x, однако его потребление на 70 % ниже по сравнению с ближайшими аналогами.

Сигнальные процессоры семейства TMS320C64X выполнены по субмикронной технологии (0.13 мкм), имеют частоту 600 МГц, при этом мощность потребления этих устройств не превышает 1 Вт.

Основное применение этих DSP — мультимедийные системы, средства обработки и передачи видео- и аудиоинформации.

* Europe Electronic Express, October 2001.



СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ДЛЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ *

Часто возникает необходимость обеспечить работу аппаратуры (не обязательно военного назначения) при повышенной вплоть до 125 °С температуре окружающей среды. Только микросхемы в военном исполнении могут обеспечить надёжную работу при этой температуре. В составе всех семейств процессоров фирмы Texas Instruments имеются микросхемы с обозначением SMJ (вместо привычного TMS), предназначенные для применения в военной технике. Наибольшее количество таких процессоров содержится в семействах, которые выпускаются уже более десяти лет (это SMJ320C3x и SMJ320C4x). Новые семейства представлены значительно меньшим количеством процессоров в военном исполнении, но их номенклатура постоянно пополняется. При выборе процессора необходимо учитывать, что микросхемы в военном исполнении (табл. 1-5) отличаются значительной большей стоимостью и могут иметь сниженную производительность.

Полную информацию о сигнальных процессорах в военном исполнении можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.ti.com/sc/docs/military>

Таблица 1. Основные параметры сигнальных процессоров SMJ320C62x с фиксированной точкой

Тип	Такт. частота, МГц	Производительность, MIPS	Встроенная память, кбайт		DMA	McBSP	Таймеры	Параллельные порты	Кол-во выводов, тип и размеры корпуса
			данных	программ					
SMJ320C6201BGLPW15	150	1200	64	64	4	2	2	16-разрядный HPI	429, CBGA, 27 мм
SMJ320C6203GLPM17	175	1400	512	384	4	3	2	32-разр. шина расширения	

Таблица 2. Основные параметры сигнальных процессоров SMJ320C54x с фиксированной точкой

Тип	Длит. цикла, нс	Производит., MIPS	Встроенная память, 16-разр. слов		Пространство адресуемой памяти, слов		Напряжение питания, В		Таймеры	Последовательные порты	Кол-во выводов и тип корпуса
			RAM	ROM	данных	программ	ядро	вх./вых.			
SMJ320LC549-66	15	66	32K	16K	64K	8M	3.3	3.3	1	3 (1BSP, 1TDM)	164, CQFP
SMJ320VC5416-100	10	100	128K	16K	64K	8M	1.5	3.3	1	3 (6 каналов DMA)	

Таблица 3. Основные параметры сигнальных процессоров SMJ320C24x с фиксированной точкой

Тип	Производит., MIPS	Встроенная память, 16-разр. слов		Таймеры		Каналы ШИМ	10-разр. АЦП, кол-во каналов/время преобраз., мкс	Интерфейсы			Входы/Выходы	Кол-во выводов, тип корпуса
		RAM	флэш	общего назнач.	сторожевой			SPI	SCI	CAN		
SMJ320F240	20	544	16K	3	1	9/12	16/6	1	1	-	28	132, CQFP
SMJ320LF2407	30/40	2.5K	32K	1	1	10/16		1	1	1	41	

Таблица 4. Основные параметры сигнальных процессоров SMJ/SMQ/SM320C3x с плавающей точкой

Тип SMJ/SMQ/SM	Длит. цикла, нс	Производительность		Встроенная память, 32-х разр. слов		Пространство адресуемой памяти программ и данных	Последоват. порты	DMA	Таймеры	Кол-во выводов, тип корпуса
		MFLOPS	MIPS	RAM	ROM					
320C30GBM50	40	50	25	2K	4K	16 мегаслов	2	1	2	181, CPGA
320C30HFGM40	50	40	20	2K	4K		2	1	2	196, CQFP
320C31GFAM40	50	40	20	2K			1	1	2	141, CPGA
320C31HFGM50	40	50	25	512	начальный загрузчик		1	2	2	132, CQFP
320C32PCMM50	40	50	25	34K			1	1	2	144, QFP
320VC33GNMM150	13	150	75	34K			1	1	2	144, FBGA
320VC33HFGM150										164, CQFP

Таблица 5. Основные параметры сигнальных процессоров SMJ320C4x с плавающей точкой

Тип	Длит. цикла, нс	Производительность		Встроенная память RAM, 32-х разрядных слов	Пространство адресуемой памяти программ и данных	DMA	Таймеры	Кол-во выводов и тип корпуса
		MFLOPS	MIPS					
SMJ320C40GFM40	50	40	20	2K	4 гигабайт	6	2	325, CPGA
SMJ320C40HFHM40	50	40	20	2K				325, CQFP
SMJ320C40GFS60	33	60	30	2K				325, CPGA
SMJ320C40TABM40/10	50	40	20	2K				325, TAB
SMJ320C40TABS60/10	33	60	30	2K				325, TAB

* Military DSP Selection Guide and Support Products. — Texas Instruments, 1/01.

ПЕРИФЕРИЙНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ

В статье приведено краткое описание набора децентрализованных периферийных модулей, отличающихся увеличенным количеством входов или выходов и низкой стоимостью.

Е. Олигов

Автоматизация промышленных объектов предполагает использование средств ввода-вывода аналоговой и дискретной информации. Предложения в области автоматизации достаточно разнообразны, но, как правило, это либо промышленные компьютеры разной производительности с развитыми средствами ввода-вывода, встроенные в крупногабаритные корпуса, либо децентрализованные малогабаритные периферийные модули с малым количеством входов и выходов. Вниманию читателей предлагается набор децентрализованных модулей, отличающихся увеличенным количеством входов или выходов и низкой стоимостью. Модули интегрируются в системы с протоколом связи MODBUS или с протоколом популярных модулей I-7000 для малых систем и обеспечивают скорость обмена данными от 1.2 до 115.2 Кбод. Такие модули крепятся на монтажную планку DIN 35 (DIN-рельс) и позволяют создавать недорогие системы с большим объемом обрабатываемой информации для автоматизации протяженных объектов.

Входы всех модулей имеют гальваническую развязку от канала связи и источника питания; входы и выходы, цепи питания и каналы связи защищены от перегрузок. Питание модулей осуществляется от источника постоянного напряжения 15...27 В, ток потребления составляет 15...25 мА. В состав набора входят модули:

• ввода непрерывных сигналов

◆ UCA10-16 содержит 16 дифференциальных каналов ввода напряжения ± 10 В с погрешностью ± 0.05 %, суммарное время преобразования сигналов всех 16 каналов 120 мс, полоса частот входного фильтра 25 Гц

◆ UCA10-32 содержит 32 дифференциальных канала ввода напряжения ± 10 В с погрешностью ± 0.05 %, время преобразования 80 мс/канал, полоса частот входного фильтра 25 Гц

◆ UCR 1-16 содержит 16 каналов преобразования аналоговых сигналов всех известных низкоомных термометров сопротивления (до 100 Ом) в цифровой код температуры при трёх- или четырехпроводном подключении, погрешность ± 0.1 °С; модуль обеспечивает питание датчиков током 2 мА; градуировка и тип подключения в каждом канале настраиваются индивидуально; время преобразования 80 мс/канал, полоса частот входного фильтра 25 Гц

◆ UCR 2-16 содержит те же каналы, что и UCR 1-16, но к числу настроек каждого канала добавлена работа с источником сигнала напряжением ± 2 В или тока ± 20 мА (с внешним резистором сопротивлением 82 Ом)

• ввода и вывода дискретных сигналов

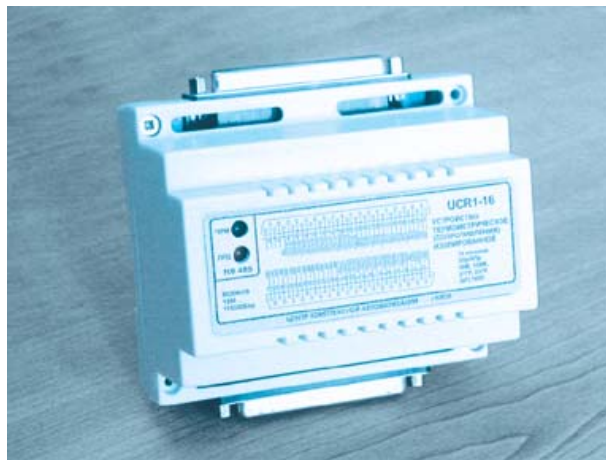
◆ UCF1-4 содержит четыре взаимно изолированных канала измерения частоты следования импульсов в диапазоне частот от 1 до 6500 Гц (основное назначение — измерение числа оборотов вала), погрешность менее ± 0.1 %, уровень входного сигнала от 0.1 до 50 В

◆ UCD1-64 содержит 64 взаимно изолированных канала ввода дискретных сигналов напряжением 15...27 В; входной ток не более 8 мА; модуль имеет светодиоды индикации логического состояния каждого входа

◆ UCDO1-16 содержит 16 взаимно изолированных каналов вывода дискретных сигналов с выходным напряжением 40 В и током до 100 мА; модуль имеет светодиоды индикации логического состояния каждого выхода.

Модули аналогового ввода выполнены на микросхемах AD7705, AD780, ADG508F, ADG509F, AD8552, ADM705, ADM485 фирмы Analog Devices.

Дополнительную информацию можно получить в сети Интернет по адресу: www.sa.org.ua, по электронной почте: sa@sa.org.ua или телефону: (044) 211-82-31.



НОВЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Закрытым акционерным обществом «Ресурсы Кривбасса» разработан и внедрён принципиально новый ряд устройств «Защита» для электродвигателей, работающих в тяжелых промышленных условиях.

М. Бергал, К. Ведмеденко

Общие сведения об устройствах. Как известно, требования "Правил устройства электроустановок по защите электродвигателей от перегрузки" не распространяются на повторно-кратковременный режим (см. ПУЭ 6-е изд., п. 5.3.57) ввиду неэффективности традиционных средств защиты. ЗАО "Ресурсы Кривбасса" восполнило этот пробел: созданные им устройства "Защита" успешно работают с 1995 г. на коксохимическом и горнометаллургических производствах Кривбасса. Эффективность устройств обеспечена принципиально новым способом защиты, являющимся объектом авторского права, а также особенностями схемно-конструктивных решений.

Область применения. Устройства применяются для защиты электродвигателей переменного тока в трех- или четырехпроводных электроустановках 0,4 кВ с изолированной или глухозаземленной нейтралью. При использовании разделительных высоковольтных трансформаторов устройства могут применяться для защиты электродвигателей соответствующего напряжения. Наиболее целесообразно применение устройств «Защита» для электродвигателей с фазным ротором. Диапазон мощностей защищаемых электродвигателей — от 2 до 400 кВт. Примеры машин и механизмов, в которых внедрены устройства «Защита»:

в коксохимическом производстве

- механизмы хода коксовыткатывателей и двересъемных машин
- механизмы компрессоров электровозов ЭК-14
- конвейеры тракта подачи кокса и шихты
- насосы откачки ливневых вод и других жидкостей
- лебедки
- механизмы сортировки кокса

в металлургическом производстве

- насосы отстойников окислы
- насосы радиальных отстойников
- пятисоттонные ножницы прокатных цехов

в горном производстве

- конвейеры фабрик окомкования
- механизмы компрессоров карьерных буровых станков СБШ-250.

Характерные особенности устройств. Устройства выполняют защиту электродвигателей от:

- перегрузки в любом режиме
- недопустимого снижения напряжения
- неполнофазного режима (полную или частичную — в зависимости от типа исполнения устройства).

Встроенная система самодиагностики позволяет выполнить полную проверку устройства всего за 90 с без его демонтажа. Полная унификация устройств обеспечивает быструю замену устройства в случае отказа. Поставка легкоъемных унифицированных ремкомплектов, авторский надзор и сервис при внедрении и эксплуатации, гарантии изготовителя (1 год) позволяют свести к минимуму трудоемкость внедрения и эксплуатации устройств.

Конструкция устройств. Каждое устройство состоит из двух модулей: управления и силового. Три таких устройства изображены на рис 1.



Рис. 1. Внешний вид устройств «Защита» в пластмассовой оболочке

Модуль управления обеспечивает обработку входного сигнала в соответствии с принятым алгоритмом и выдачу сигнала управления на силовой модуль. Силовой модуль обеспечивает питанием модуль управления и разрывает две внешние электрические цепи. Первая из цепей относится к катушке электрического аппарата двигателя, а вторая — к выносной сигнализации. Одна из модификаций силового модуля имеет

встроенный электромеханический счетчик числа срабатываний устройства, который позволяет вести сбор статистических данных о частоте случаев перегрузки электропривода.

Модули имеют пластмассовые оболочки из жароударопрочного полистирена со степенью защиты IP65 по ГОСТ14254-80. Климатическое исполнение устройств и категория размещения по ГОСТ 15150-69: УХЛ3, диапазон рабочих температур от -20 до 55 °С.

Для особо тяжелых условий эксплуатации устройства изготавливаются в металлических оболочках (см. рис. 2) со степенью защиты IP41 по ГОСТ 14254-80.

Результаты внедрения. В настоящее время на различных предприятиях Кривбасса работает более 400 устройств «Защита» различных модификаций. В процессе шестилетнего внедрения устройств были выработаны следующие рекомендации по наиболее эффективному их использованию:

1. Устройства «Защита» следует внедрять в приводы, для которых традиционные средства оказались неэффективными.

2. Одна из модификаций устройства (со счетчиком числа срабатываний) позволяет вести объективный учет возникающих аварийных ситуаций. Полученные данные можно использовать для проведения профилактических мер (снижения нагрузки, использования более мощного электродвигателя и т. д.), направленных на исключение простоев машин по причине выхода из строя электродвигателей. Как показывает практика, данные учета легко позволяют разделить причины срабатываний на две группы: механические и электрические.



Рис. 2. Внешний вид устройств «Защита» в металлической оболочке

3. Устройства «Защита» должны внедряться в первую очередь на высокоаварийных приводах.

Внедрение в 1997 г. партии устройств «Защита» в коксовом цехе № 2 «Криворожстали» (75 шт. — только для 16 % электроприводов) позволило уменьшить среднемесячное число ремонтов электродвигателей по всему цеху на 45 % с фактическим годовым экономическим эффектом 517 грн. на каждое устройство при стоимости последнего 1300 грн.

Дополнительную информацию можно запросить по тел.: (0564) 716635, 789054 или электронной почте: e-mail: privod@ukrtel.dp.ua

УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА!

В НПФ **VD MAIS** работают курсы обучения технологии поверхностного монтажа. В программу обучения входит теоретическая и практическая подготовка. Занятия проводятся на оборудовании корпорации PACE (США), предназначенном для мелкосерийного производства и ремонта печатных плат. В учебном процессе используются платы PACE, материалы корпорации AIM (США) и фирмы Electrolube (Великобритания), современные SMD-компоненты. Преподаватели курсов — специалисты фирмы VD MAIS.

Продолжительность обучения — три рабочих дня. Каждому специалисту, прошедшему курс обучения, выдается квалификационное удостоверение.

Адрес курсов: г. Киев, ул. Жилинская, 29, НПФ VD MAIS, комн. 410 (проезд до станции метро "Республиканский стадион"). Стоимость обучения 660 грн. (включая НДС), форма оплаты — по безналичному расчету.

Для обучения на курсах необходимо подать заявку по факсу: (044) 227-3668 или e-mail: info@vdm.kiev.ua

Дополнительную информацию о курсах можно получить по телефону: (044) 227-1356.

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ МУЛЬТИМЕТРЫ

Современные цифровые мультиметры представляют собой универсальные приборы, предназначенные для измерения различных параметров сигналов и цепей. Ведущими производителями такого оборудования являются компания Agilent Technologies и корпорация Fluke. Если Agilent Technologies специализируется на выпуске мультиметров для решения лабораторных и научных задач, то приборы корпорации Fluke предназначены, в основном, для решения производственных задач, что и определяет их основные характеристики.

В. Макаренко

Мультиметры компании Agilent позволяют [1]: измерять постоянные и переменные напряжения и токи; сопротивление (по двух- и четырехпроводной схеме подключения); частоту и период колебаний; проверять исправность диодов и тестировать цепи на наличие разрывов, КЗ и непредусмотренных нагрузок; собирать статистическую информацию об измеряемом параметре (минимальном, максимальном и среднем значениях); отображать данные измерений в единицах дБм и дБ; выполнять автоматические измерения в заданных пределах значений измеряемой величины; сохранять во внутренней памяти значения систематических погрешностей (сопротивления проводников и др.) для увеличения точности измерений; включать приборы в состав автоматической измерительной системы с помощью встроенных интерфейсов HP-IB или RS-232; программировать приборы с помощью языков SCPI, HP 3478A, Fluke 8840A/42A.

К дополнительным достоинствам мультиметров Agilent относятся: высокая точность измерений переменного напряжения и тока за счет вычисления их среднеквадратических значений; широкий выбор дополнительных принадлежностей для расширения функциональных возможностей мультиметров; возможность автоматизации измерений на ПК с помощью дополнительного программного обеспечения HP BenchLink Meter и представления результатов измерений в виде таблиц, графиков и гистограмм; сохранения результатов измерений и обработки результатов в памяти ПК; наличие внутренней памяти для сохранения результатов измерений; высокая надежность (среднее время наработки на отказ — 50 000 часов).

Внешний вид мультиметров Agilent моделей 34420 и 34401A приведен на рис. 1 и 2 соответственно. Основные технические характеристики мультиметров компании Agilent Technologies приведены в табл. 1. Приборы модели 34401A имеют разрешение 6.5 де-

сятых разрядов, 34420A — 7.5 разрядов, а 3458A — 8.5 разрядов. Такая разрядность обеспечивает возможность измерения мультиметром Agilent 34401A (подробные характеристики приведены в табл. 2) напряжений до 1000 В с максимальной разрешающей способностью 100 нВ на самых чувствительных пределах. При этом погрешность измерения напряжения на постоянном токе не превышает 0.0085 %. На переменном токе дополнительная погрешность вносится за счет вычисления среднеквадратических значений измеряемых сигналов. Для других моделей приборов разрешающая способность еще выше.

Особенностью мультиметра Agilent 3458A является возможность изменять время интегрирования АЦП от 500 нс до 1 с, что особенно важно при измерении очень малых напряжений. При правильном выборе времени интегрирования можно уменьшить влияние помех на результат измерений. В приборе предусмотрена автоматическая калибровка и самотестирование во всех режимах работы, что обеспечивает максимальную точность измерений как на постоянном, так и на переменном токе в диапазоне частот измеряемых напряжений от 1 Гц до 10 МГц. Разрешающая способность при измерении напряжений 10 нВ. Погрешность измерений на постоянном токе не более 0.001 %, на переменном токе — не более 0.014 %.

Мультиметр выполняет измерение сопротивлений с разрешающей способностью 10 мкОм и высокой точностью. Результаты последних измерений (от 512 до 1024, в зависимости от модели) автоматически записываются во внутреннюю память.



Рис. 1. Мультиметр Agilent 34420A



Рис. 2. Мультиметр Agilent 34401A

Таблица 1. Технические характеристики мультиметров компании Agilent Technologies

Параметр	Модель мультиметра		
	Agilent 34401A	Agilent 34420A	Agilent 3458A
Количество разрядов	6.5	7.5	8.5
<i>Постоянное напряжение</i>			
Чувствительность, нВ	100	0.1	10
Число измерений в секунду	1000	250	100 000
Макс. измеряемое напряжение, В	1000	100	1000
<i>Сопротивление</i>			
Погрешность измерений, %	0.01	0.006	0.001
Разрешающая способность	100 мкОм	0.1 мкОм	10 мкОм
<i>Переменное напряжение</i>			
Погрешность измерений, %	0.06	-	0.014
Диапазон частот измеряемых напряжений	3 Гц...300 кГц	-	1 Гц...10 МГц
Измеряемые параметры и выполняемые функции	постоянное и переменное напряжение	постоянное напряжение	постоянное и переменное напряжение
	постоянный и перемен. ток	-	постоянный и перемен. ток
	тестирование диодов	компенсация смещения	компенсация смещения
	частота	малые сопротивления	частота
	период	фиксация напряжения	период
	проверка целостности цепи	температура	-
	отображение результатов измерения в дБ и дБм	встроенные аналоговый и цифровой фильтры	встроенный Basic
	память на 512 результатов измерений	память на 1024 результата измерений	объем памяти 20 кБайт
	двухпроводная и четырехпроводная схема измерения сопротивлений		
интерфейс HP-IB, RS-232	интерфейс HP-IB, RS-232	интерфейс HP-IB	

Корпорация Fluke выпускает широкий ассортимент портативных мультиметров для электрических и электронных измерений. Приборы различных серий отличаются функциональными возможностями, погрешностями измерений, габаритами и массой. Внешний вид некоторых моделей мультиметров приведен на рис. 3.

Мультиметры Fluke в основном предназначены для эксплуатации в производственных условиях, хотя характеристики позволяют использовать их и для лабораторных измерений [2]. Они сочетают в себе высокую точность и удобство эксплуатации с чрезвычайно высокой надежностью и долговечностью. Для защиты от внешних механических и других воздействий мультиметры снабжаются жесткими водонепроницаемыми чехлами. Чехол защищает прибор от проникновения влаги при погружении на глубину до 1 м в течение одного часа, а также от загрязнения (что особенно важно в условиях химического производства), от ударов мелких твердых частиц и от пробоя высоким напряжением корпуса прибора при прикосновении к токоведущим частям. Модель Fluke 27 снабжается водонепроницаемым и пуленепробиваемым чехлом.

Все мультиметры соответствуют требованиям стандарта MIL-STD-28800 (Style A, Class 2). Они могут вы-

держивать чрезвычайно низкие и высокие температуры, высокую влажность, удары и вибрации и защищены от неправильного использования неквалифицированным персоналом. Для этого предусмотрена функция TouchHold®, заключающаяся в том, что мультиметр автоматически определяет характеристики сигналов и блокирует работу прибора, если пределы измерения, установленные вручную, неверны.



Рис. 3. Внешний вид мультиметров корпорации Fluke

Таблица 2. Технические характеристики мультиметров компании Fluke

Характеристика	Серия мультиметров Fluke											
	10	16	110	180	80	70/20	170	867B	8060/A	8062/A	27	
Диапазон измерений:	пост. напряжений, В	0.004...600	0.4...600	0.001...600	0...1000	0...1000	4·10 ⁻² ...1000	10 ⁻⁴ ...1000	0.3...1000	0.2...1000	0.2...1000	0.32...1000
	перем. напряжений, В	0.004...600	0.004...600	0.3...600	2.5·10 ⁻³ ...1000	0...1000	0.4...1000	10 ⁻⁴ ...1000	0.3...1000	0.2...1000	0.2...1000	0.32...1000
	сопротивлений, Ом	4·10 ² ...4·10 ⁷	4·10 ² ...4·10 ⁷	0.3...4·10 ⁷	0...5·10 ⁸	0...4·10 ⁷	320...3.2·10 ⁷	0.1...50·10 ⁶	-	200...3·10 ⁸	200...3·10 ⁸	320...32·10 ⁶
	токов, А	-	0...2·10 ⁻⁹	0.2...10	0...10	0...10	32·10 ⁻³ ...10	10 ⁻⁴ ...10	-	2·10 ⁻⁴ ...2	2·10 ⁻⁴ ...2	3.2·10 ⁻⁴ ...10
	емкостей, мкФ	1...1000	1...10	10 ⁻⁹ ...9999	10 ⁻¹⁰ ...50	10 ⁻¹⁰ ...5	-	10 ⁻⁹ ...9999	-	-	-	-
	частот, Гц	-	-	5...5·10 ⁴	0.5...10 ⁶	0.5...2·10 ⁵	1...2·10 ⁴	2...10 ⁵	2...2·10 ⁶	200...2·10 ⁵	-	-
	температур, °С	-	-10...400	-	-200...1350	-	-	-40...400	-	-	-	-
Время непрерывной работы с одним комплектом батарей, час	650	650	300	72	400	-	-	8	170	170	1000	
Масса, кг	0.286	0.34	0.35	0.545	0.355	0.37	0.37	1.35	0.41	0.41	0.75	
Размеры, мм	142×70×35	28×75×166	46×96×160	100×203×50	31×86×186	37×87×187	37×87×187	70×37×246	180×86×45	180×86×45	203×95×56	
Тест диодов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Автоматическое переключение пределов	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
Контроль соединения со звуковой сигнализацией	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	
Запись в память пиковых значений напряжения за последние 100 часов	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	
"Спящий" режим	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	

Примечание: мультиметр Fluke 867B позволяет наблюдать на экране форму исследуемого сигнала

Для отображения информации используются цифровые жидкокристаллические дисплеи высокого разрешения, в некоторых моделях — графические жидкокристаллические дисплеи. Во многих мультиметрах обеспечивается возможность не только ручного, но и автоматического переключения пределов измерения. Основные функциональные возможности мультиметров Fluke приведены в табл. 2. Все приборы комплектуются пробниками и другими вспомогательными аксессуарами.

Несколько особняком стоит портативный цифровой осциллограф-мультиметр Fluke 123. Это удобный прибор для выявления неисправностей в промышленном оборудовании, измерительных, контрольных и силовых системах. Прибор является точным и надежным портативным цифровым двухканальным осциллографом и одновременно мультиметром с возможностью вывода результатов измерения на принтер. Наиболее характерные области применения прибора: контроль и поиск неисправностей в двигателях постоянного и переменного тока, датчиках и серводвигателях, линиях

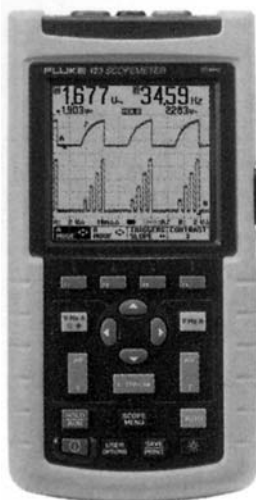


Рис. 4. Внешний вид осциллографа-мультиметра Fluke 123

электропередачи, трансформаторах и конвертерах, аналоговых и цифровых измерительных контурах.

Поскольку процесс соединения и отображения не требует участия оператора (режимы Connect-and-View™ и hands-off), автоматически обеспечивается стабильное отображение сигнала без подстройки осциллографа. Даже для сложных сигналов, таких, которые наблюдаются при тестировании электродвигателей и видеоаппаратуры, вмешательство оператора не требуется.

Кроме наблюдения формы сигнала и определения его характеристик прибор позволяет измерять емкость, сопротивление, осуществлять контроль короткого замыкания в цепи. Небольшие размеры и малая масса (1.2 кг) позволяют оператору легко переносить прибор. Ударопрочный и влагостойкий корпус обеспечивает длительную эксплуатацию прибора в промышленных условиях.

Прибор позволяет измерять 26 различных параметров: постоянное и переменное напряжение; среднеквадратическое значение переменного напряжения; частоту; длительность импульсов; сдвиг фазы между сигналами каналов А и В; ток; температуру; коэффициент формы (crest factor); уровень гармоник и боковых

составляющих в спектрах сложных сигналов в дБн; мощность в дБм; сопротивление; осуществлять прозвонку цепи; измерять характеристики р-п переходов и величину емкости. При анализе телевизионных сигналов в стандартах PAL, SECAM, NTSC имеется возможность выбора номера исследуемой строки. Каждый вход прибора снабжен переключателем полярности исследуемого сигнала, что позволяет, в случае необходимости, изменить фазу отображаемого сигнала на 180°.

Таблица 3. Основные характеристики осциллографа Fluke 123

<i>Электрические характеристики</i>		
Параметр		Значение
Ширина полосы частот, МГц, с пробником:	BB120	20
	STL120	12.5
Время нарастания, нс		17.5
Число входов		2
Погрешность		±(2 % от показания + 0.05 цены деления)
Входное сопротивление, с пробником:	BB120	1 МОм/20 пФ
	STL120	1 МОм/225 пФ
<i>Общие характеристики</i>		
Время непрерывной работы от встроенных NiCd аккумуляторов		до 5 часов
Количество банков памяти		2
Кол-во настроек на измерения		26
Размеры, мм		50×115×232
Масса		1.2 кг

В комплекте с прибором могут поставляться токовые клещи и температурные пробники. Наличие порта для подключения принтера дает возможность распечатать результаты измерений. Основные характеристики осциллографа приведены в табл. 3. Максимальное входное напряжение 600 В (среднеквадратическое значение). Встроенный АЦП обеспечивает преобразование входных сигналов с точностью 8 разрядов; синхронизация осциллографа — от исследуемого сигнала канала А или В. Возможно включение внешнего источника синхронизации через щуп ITP120 с оптоэлек-

Таблица 4. Характеристики осциллографа Fluke 123 в режиме изменения параметров сигналов и цепей

Параметр	Значение
<i>Измерение постоянного напряжения (VDC)</i>	
Пределы измерения, В	0.5, 5, 50, 500, 1250
<i>Измерение переменного напряжения (среднеквадратическое значение VAC или VAC+VDC)</i>	
Пределы измерения (показания не зависят от пик-фактора), В	0.5, 5, 50, 500, 1250
<i>Измерение пиковых величин (PEAK)</i>	
Пределы измерения, В (режимы max peak, min peak или peak-to-peak)	0.5, 5, 50, 500, 1250
<i>Измерение частоты (Hz)</i>	
Пределы измерения в режиме ручной настройки, кГц	0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, 1000, 40 000
Диапазон частот в режиме автоматической настройки на диапазон	15 Гц...30 МГц
<i>Измерение длительности импульса (PULSE)</i>	
Диапазон частот в режиме автоматической настройки на диапазон	1 Гц...30 МГц
<i>Измерение тока (AMP) возможно только с токовым пробником по дополнительному заказу</i>	
Пределы измерения, В (масштабный коэф. 1, 10, 100 мВ/А или 1 В/А)	0.5, 5, 50, 500, 1250
<i>Измерение температуры (TEMP) возможно только с температурным щупом по дополнительному заказу</i>	
Диапазон измеряемых температур, °С (масштабный коэф. 1 мВ/°С)	200
<i>Пик-фактор (CREST)</i>	
Диапазон измеряемых значений	от 1 до 10
<i>Измерение сдвига фаз (Phase)</i>	
Диапазон измеряемых значений, градусы (погрешность ±(1° + 1))	от 0 до 360
<i>Измерение сопротивления (W)</i>	
Пределы измерения, кОм (ток измерения от 0.5 мА до 50 пА)	0.5, 5, 50, 500, 5000, 30 000
<i>Прозвонка (CONT)</i>	
Звуковой сигнал при сопротивлении цепи, Ом (ток измерения 0.5 мА)	до 35
Длительность обнаруживаемого замыкания, мс	>1

тронной развязкой. Характеристики прибора при проведении других измерений приведены в табл. 4.

Приборы спроектированы, изготавливаются и проходят испытания в соответствии со стандартами ANSI/ISA S82.01-1994, EN61010.1 (IEC1010-1), CAN/CSA-C22.2 No.1010.1-92, UL3111-1, регулирую-

щими требования электромагнитной совместимости для измерительного, управляющего и лабораторного электротехнического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.agilent.com>
2. <http://www.fluke.com>



СЕТЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ *

Развитие систем телекоммуникаций создает новые возможности для разработчиков электронной аппаратуры. Корпорация Micro Meter Electronics разработала портативный цифровой осциллограф, который позволяет пользователю производить измерения через локальную сеть или Интернет.

В. Макаренко

Осциллограф предназначен для контроля сигналов в лабораториях, на производстве и всюду, где имеется возможность подключения к локальной сети или Интернет. Осциллограф имеет удобный графический интерфейс. В качестве монитора используется ЖК дисплей высокого разрешения 8.4 дюйма по диагонали. Обучиться работе с таким осциллографом легко и просто. Адаптируемый графический интерфейс позволяет создавать большое количество стилей его оформления.

Встроенный в осциллограф ПК на базе процессора NS GX1-300 МГц (по производительности аналог процессора Pentium III 800 МГц) позволяет реализовать целый ряд функций, характерных для цифровых осциллографов. Объем памяти процессорного модуля 64 Мбайта. Кроме того, на задней стенке прибора имеется разъем для подключения внешнего модуля Compact Flash. Манипулятор типа «мышь» подключается через USB порт, клавиатура — через PS-2. Для подключения других периферийных устройств имеются: порт принтера LPT, USB — для подключения сканера, цифровой фотокамеры или другого устройства, LAN Port — для подключения к локальной сети, COM Port — интерфейс RS-232, SVGA Video Port и Audio Port — для подключения внешнего монитора и аудио-

системы. Основные характеристики осциллографа приведены в таблице. Внешний вид осциллографа показан на рисунке.

Предусмотрено несколько режимов работы схемы синхронизации. Традиционные — сигналами переменного тока или сигналами с постоянной составляющей и дополнительные — с ограничением полосы частот синхронизации. Такие режимы используются для уменьшения дрожи изображения на экране при синхронизации зашумленными сигналами. В режиме RJ синхронизация осуществляется входным сигналом, прошедшим через ФВЧ с частотой среза 30 кГц, а в режиме LF RJ — через ФНЧ с частотой среза 80 кГц. Режим задержанной развертки, позволяющий проводить детальное исследование выбранного участка изображения, расширяет функциональные возможности прибора.

Основные характеристики сетевого осциллографа

Характеристика	Значение
Количество входных каналов	2
Разрядность АЦП канала вертикального отклонения, бит	8
Полоса пропускания, МГц	200
Чувствительность канала вертикального отклонения, мВ/дел	2...10 000
Максимальное значение входного постоянного/переменного напряжения, В	110/125
Входное сопротивление/емкость, МОм/пФ	1/20
Длительность развертки, с/дел	10 ⁻⁸ ... 20
Режимы синхронизации	AC, DC, RJ, LF RJ
Эквивалентная частота дискретизации, Гц	2.6
Объем памяти, Мбайт/канал	1

Примечания: AC — переменный ток, DC — постоянный ток



Внешний вид сетевого осциллографа

Осциллограф позволяет измерять амплитудное значение, максимум и минимум напряжения, размах сигнала и его среднеквадратическое значение. Кроме того, измеряются такие временные характеристики сигналов как период, частота, длительность импульсов, длительность положительной и отрицательной полуволны, длительность фронта и спада импульсных сигналов.

Питание прибора осуществляется либо от сети переменного тока с частотой 50/60 Гц напряжением 110...240 В, либо от встроенного аккумулятора. Длительность непрерывной работы от аккумулятора — не менее 4 часов. Габариты прибора 215×308×60 мм, масса 2.5 кг.

* <http://www.umeter.com.tw>

ЧИП-КОМПОНЕНТЫ

В ответ на запросы разработчиков публикуем справочные материалы по маркировке чип-компонентов и типовым размерам контактных площадок для них. В статье приведены материалы по типоразмерам наиболее часто применяемых компонентов и правила их маркировки, соответствующие рекомендациям МЭК. Этим правилам придерживается большинство производителей.

Чип-резисторы наиболее часто применяемых типоразмеров перечислены в табл. 1. Основные размеры этих резисторов и контактных площадок для них приведены на рис. 1 и в табл. 1 (здесь и далее размеры компонентов и контактных площадок приводятся по изданию: Dummy Components Catalog. — Practical Components, Inc., 2000). Размеры контактных площадок оптимизированы для групповой пайки методом оплавления паяльной пасты в конвекционных печах.

Маркировка резисторов с номинальным значением сопротивления согласно ряду E24 и величиной сопротивления до 100 Ом состоит из двух цифр и буквы

"R", которая используется в качестве запятой, разделяющей целую и дробную часть числа, представленного этими цифрами. Например, резистор сопротивлением 0.47 Ом имеет маркировку R47, сопротивлением 4.7 Ом — 4R7, а сопротивлением 47 Ом — 47R. Маркировка резисторов с величиной сопротивления 100 Ом и более состоит из трех цифр: первые две цифры означают величину сопротивления в омах, а последняя — число "N" в коэффициенте 10^N , на который умножается сопротивление в омах. Например, резистор сопротивлением 1.2 кОм = $12 \text{ Ом} \times 10^2$ имеет маркировку 122. Число "N" может принимать значения от 1 до 6.

Резисторы с номинальным значением сопротивления согласно рядам E48 и E96 имеют аналогичную

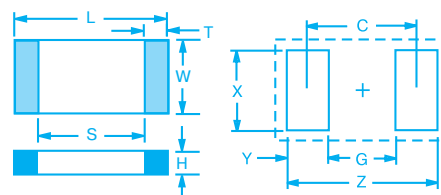


Рис. 1. Размеры чип-компонентов

Таблица 1. Основные размеры чип-резисторов и контактных площадок

Типоразмер в системе		Рассеиваемая мощн., Вт	Размеры, мм									
метрической (в десятых долях мм)	дюймовой (в сотых долях дюйма)		резистора					контактных площадок				
			L, мин/макс	W, мин/макс	S, мин/макс	T, мин/макс	H, макс	Z	G	X	C*	Y*
1005	0402	1/16	1.00/1.10	0.48/0.60	0.40/0.70	0.10/0.30	0.40	2.2	0.4	0.7	1.3	0.9
1608	0603	1/10	1.50/1.70	0.70/0.95	0.70/1.11	0.15/0.40	0.60	2.8	0.6	1.0	1.7	1.1
2012	0805	1/8	1.85/2.15	1.10/1.40	0.55/1.32	0.15/0.65	0.65	3.2	0.6	1.5	1.9	1.3
3216	1206	1/4	3.05/3.35	1.45/1.75	1.55/2.32	0.25/0.71	0.71	4.4	1.2	1.8	2.8	1.6
3225	1210	1/3	3.05/3.35	2.34/2.64	1.55/2.32	0.25/0.71	0.71	4.4	1.2	2.7	2.8	1.6

Таблица 2. Код для маркировки чип-компонентов с номинальными значениями согласно рядам E48 и E96

Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение
01	100	13	133	25	178	37	237	49	316	61	422	73	562	85	750
02	102	14	137	26	182	38	243	50	324	62	432	74	576	86	768
03	105	15	140	27	187	39	249	51	332	63	442	75	590	87	787
04	107	16	143	28	191	40	255	52	340	64	453	76	604	88	806
05	110	17	147	29	196	41	261	53	348	65	464	77	619	89	825
06	113	18	150	30	200	42	267	54	357	66	475	78	634	90	845
07	115	19	154	31	205	43	274	55	365	67	487	79	649	91	866
08	118	20	158	32	210	44	280	56	374	68	499	80	665	92	887
09	121	21	162	33	215	45	287	57	383	69	511	81	681	93	909
10	124	22	165	34	221	46	294	58	392	70	523	82	698	94	931
11	127	23	169	35	226	47	301	59	402	71	536	83	715	95	953
12	130	24	174	36	232	48	309	60	412	72	549	84	732	96	976

Значение — в омах или пФ. Серым цветом выделены номинальные значения, соответствующие ряду E48.

Буквенное обозначение множителя: S — 0.01, R — 0.1, A — 1, B — 10, C — 100, D — 1000, E — 10 000, F — 100 000.

Таблица 3. Основные размеры чип-конденсаторов и контактных площадок

Типоразмер в системе		Размеры, мм									
метрической (в десятых долях мм)	дюймовой (в сотых до- лях дюйма)	конденсатора					контактных площадок				
		L, мин/макс	W, мин/макс	S, мин/макс	T, мин/макс	H, макс	Z	G	X	C *	Y *
* — размеры для справок											
0603	0201	0.57/0.63	0.27/0.33	-/-	-/-	0.33	0.72	0.26	0.32	0.49	0.23
1005	0402	0.90/1.10	0.40/0.60	0.30/0.65	0.10/0.30	0.60	2.20	0.40	0.70	1.40	0.90
1608	0603	1.45/1.75	0.65/0.95	0.45/0.97	0.20/0.50	0.85	2.80	0.60	1.00	1.70	1.10
2012	0805	1.80/2.20	1.05/1.45	0.30/1.11	0.25/0.75	1.10	3.20	0.60	1.50	1.90	1.30
3216	1206	3.00/3.40	1.40/1.80	1.50/2.31	0.25/0.75	1.35	4.40	1.20	1.80	2.80	1.60
3225	1210	3.00/3.40	2.30/2.70	1.50/2.31	0.25/0.75	1.35	4.40	1.20	2.70	2.80	1.60
4532	1812	4.20/4.80	3.00/3.40	2.30/3.46	0.25/0.95	1.35	5.80	2.00	3.40	3.90	1.60

маркировку, состоящую из трех цифр и буквы "R" или из четырех цифр. Например, резистор сопротивлением 10.7 Ом имеет маркировку 10R7, сопротивлением 715 кОм = 715 Ом $\times 10^3$ — маркировку 7153. Если резисторы имеют малые размеры, их маркируют трехсимвольным кодом: двумя цифрами кода сопротивления в омах (см. табл. 2) и следующей за цифрами буквой, означающей величину множителя. На перемычки (резисторы с нулевым сопротивлением) или плавкие вставки наносят маркировку "0" или "000".

Типоразмеры наиболее часто применяемых чип-конденсаторов перечислены в табл. 3. Основные размеры этих конденсаторов и контактных площадок для них приведены на рис. 1 и в табл. 3. Поскольку обозначение "0603" имеется в метрической и дюймовой системах типоразмеров, при закупке конденсаторов с таким обозначением типоразмера нужно четко понимать, какой конденсатор нужен и его ли предлагает поставщик.

Чип-конденсаторы маркируются аналогично чип-резисторам. В маркировке из трех цифр первые две означают емкость в пФ, а последняя — множитель. Если емкость конденсатора менее 1 пФ, то первая цифра "0", а множитель отсутствует. Если емкость конденсатора менее 10 пФ, то последняя цифра "9" соответствует величине множителя 0.1. Если емкость конденсатора от 10 до 68 пФ, то последняя цифра "0" (иногда цифра "0" не наносится).

Трехсимвольная маркировка малогабаритных конденсаторов может также выполняться с использованием кодов, приведенных в табл. 2.

Иногда конденсаторы емкостью от 0.1 до 6.8 пФ или от 0.1 до 6.8 мкФ маркируются трехсимвольным

кодом без множителя. В этом случае в качестве запятой, разделяющей целую и дробную части числа, характеризующего величину емкости, используется буква "R". Например, конденсаторы емкостью 1.5 пФ или 1.5 мкФ могут иметь маркировку 1R5. При одинаковой маркировке такие конденсаторы можно отличить по геометрическим размерам.

В маркировке четырьмя цифрами первые три означают емкость конденсатора в пФ, а последняя цифра — показатель степени "N" множителя 10^N .

Если позволяют геометрические размеры конденсатора, после обозначения емкости наносится буквенное обозначение допуска на отклонение емкости от номинального значения, приведенное в таблице 4; если свободное место отсутствует, наносится цветное обозначение.

Танталовые конденсаторы наиболее часто применяемых типоразмеров перечислены в табл. 5. Основные размеры этих конденсаторов и контактных площадок для них приведены на рис. 2 и в табл. 5.

Маркировка танталовых конденсаторов типоразмера А наносится в один ряд и может быть трех- или четырехсимвольной. Трехсимвольная маркировка состоит из двух букв и цифры. Первая буква означает величину номинального напряжения (G — 4 В, J — 6.3 В, A — 10 В, C — 16 В, D — 20 В, E — 25 В, V — 35 В), вторая — емкость конденсатора в пФ (A — 1.0 пФ, E — 1.5 пФ, J — 2.2 пФ, N — 3.3 пФ, S — 4.7 пФ, W — 6.8 пФ). Цифра, следующая за буквами, означает число "N" в коэффициенте 10^N , на который умножается величина емкости в пФ.

Четырехсимвольная маркировка состоит из буквенного обозначения величины номинального напря-

Таблица 4. Обозначение допуска на отклонение величины емкости от номинального значения

Допуск		±0.1 пФ	±0.25 пФ	±0.5 пФ	±1 пФ	±2 %	±5 %	±10 %
Обозначение:	буквенное	B	C	D	F	G	J	K
	цветовое	-	оранжевый	желтый	коричневый	красный	зеленый	белый
Допуск		±20 %	±30 %	-10...+30 %	-10...+50 %	-10...+100 %	-20...+50 %	-20...+80 %
Обозначение:	буквенное	M	N	Q	T	Y	S	Z
	цветовое	черный	-	-	-	-	фиолетовый	серый

Таблица 5. Основные размеры танталовых конденсаторов в исполнении SMD и контактных площадок

Типоразмер в метрической системе	Код типоразмера	Размеры, мм											
		конденсатора							контактных площадок				
		L, мин/макс	S, мин/макс	W1, мин/макс	W2, мин/макс	T, мин/макс	H1, мин	H2, макс	Z	G	X	C*	Y*
3216	A	3.00/3.40	0.80/1.74	1.17/1.21	1.40/1.80	0.50/1.10	0.70	1.80	4.80	0.80	1.20	2.80	2.00
3528	B	3.30/3.70	1.10/2.04	2.19/2.21	2.60/3.00	0.50/1.10	0.70	2.10	5.00	1.00	2.20	3.00	2.00
6032	C	5.70/6.30	2.50/3.54	2.19/2.21	2.90/3.50	1.00/1.60	1.00	2.80	7.60	2.40	2.20	5.00	2.60
7343	D	7.00/7.60	3.80/4.84	2.39/2.41	4.00/4.50	1.00/1.60	1.00	3.10	9.00	3.80	2.40	6.40	2.60

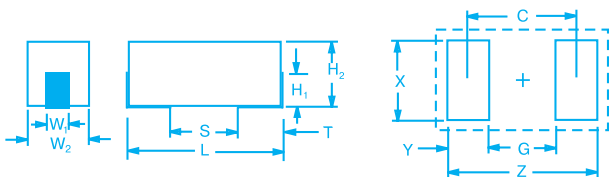


Рис. 2. Размеры танталовых конденсаторов в исполнении SMD и контактных площадок для них

жения (как в случае трехсимвольной маркировки) и трехзначного цифрового обозначения номинальной величины емкости. Первые две из этих цифр означают емкость в пФ, а последняя — число "N" в коэффициенте 10^N , на который умножается величина емкости в пФ. Конденсатор может также иметь четырехсимвольную маркировку, состоящую из двух цифр и двух букв. Первая буква по-прежнему обозначает величину номинального напряжения, цифры означают емкость в мкФ, а в качестве запятой, разделяющей целую и дробную части числа, характеризующего величину емкости, используется буква "μ". Например, конденсатор емкостью 1 мкФ = $10 \text{ пФ} \times 10^5$ с номинальным напряжением 16 В может иметь маркировку CA6, C105 или C1μ0.

Маркировка танталовых конденсаторов типоразмеров B, C и D наносится в две строки и содержит в первой строке две цифры, если обозначение номинальной емкости дается в мкФ, или три, в которых пер-

вые две — обозначение емкости в пФ, а третья — показатель степени множителя 10. Во второй строке дается обозначение номинального напряжения в вольтах. Например, конденсатор емкостью 33 мкФ с номинальным напряжением 10 В может иметь маркировку 33/10V или 336/10V.

Вывод "+" конденсатора маркируется цветной полосой у вывода (так же маркируется катод диода или стабилитрона в аналогичном корпусе).

Следует отметить, что рекомендуемые производителями компонентов конфигурации контактных площадок на практике могут оказаться неоптимальными по плотности размещения компонентов или количеству дефектов монтажа, поскольку в любом производстве на эти показатели существенно влияют параметры используемого оборудования, свойства применяемых материалов, технология сборки и режим пайки. Вопросы выбора геометрии контактных площадок в зависимости от типа используемой паяльной пасты и состава газовой среды, в которой осуществляется пайка чип-компонентов типоразмера 0201, рассмотрены в приведенной ниже статье. Хотя компоненты этого типоразмера отечественные разработчики практически не применяют, материал статьи может помочь в преодолении трудностей, возникающих при монтаже компонентов других типоразмеров.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ГРУППОВОЙ ПАЙКЕ ЧИП-КОМПОНЕНТОВ ТИПОРАЗМЕРА 0201 *

Разработчики все чаще применяют чип-компоненты типоразмера 0201 (в дюймовой системе — *примечание переводчика*). Для организации эффективного серийного производства изделий с такими компонентами нужны отработанные технические решения и технологические процессы. Поэтому спе-

циалисты лаборатории поверхностного монтажа корпорации Universal Instruments (США) исследовали процессы групповой пайки чип-компонентов типоразмера 0201:

- в среде воздуха с использованием паяльных паст, формирующих после пайки остатки:

- не требующие отмычки
- смываемые водой

- в среде азота с использованием паяльной пасты, не требующей отмычки остатков после пайки.

В числе основных параметров, определяющих процент выхода бездефектных сборок, исследовалось влияние:

* Research Paper: Process Parameters Optimization for Mass Reflow of 0201 Components. — Electronics Manufacturing International, May/June 2000. Адаптированный перевод А. Ермоловича, ЭКИС.

- размеров контактных площадок и окон трафарета
- расстояния между соседними компонентами
- ориентации компонента
- типа флюса, входящего в состав паяльной пасты
- состава газовой среды, в которой производилась пайка.

Основными показателями экспериментальных исследований были процент выхода бездефектных сборок и качество пайки (соответствие паяных соединений требованиям действующих стандартов). При определении процента выхода бездефектных сборок учитывались такие дефекты, как "надгробия" (чип-компоненты, поднявшиеся вертикально при пайке из-за действия сил поверхностного натяжения расплавленного припоя и создавшие разрывы в электрических цепях), паразитные перемычки и свободные шарики припоя ("бисер", см. ЭКиС № 11/2001 — примечание переводчика). При определении качества пайки учитывались форма, внешний вид паяного соединения и количество припоя в нем (неприемлемо малое, приемлемое или неприемлемо высокое).

Результаты исследования

Минимальное количество дефектов обоих типов (обрывов и паразитных замыканий) дал процесс пайки в воздушной среде паяльной пастой, не требующей отмытки. Этот процесс также обеспечил формирование самых высококачественных паяных соединений. На втором месте оказался процесс пайки в воздушной среде паяльной пастой со смываемыми водой остатками. Самые плохие результаты дал процесс пайки в среде азота пастой, не требующей отмытки остатков.

Использование среды с низким уровнем содержания кислорода (до $5 \cdot 10^{-5}$) и паяльной пасты с флюсом повышенной активности приводит к снижению процента выхода годных сборок и повторяемости

технологического процесса. При увеличении длительности процесса пайки в конвекционной печи уменьшается число дефектов сборки как в случае пайки в воздушной среде паяльной пастой, остатки которой смываются водой, так и в случае пайки в среде азота пастой, не требующей отмытки.

Расстояние между компонентами

Все три процесса обеспечивают снижение расстояния между соседними компонентами до 0,2 мм, и это не приводит к возрастанию числа паразитных перемычек. Наибольшее число паразитных перемычек формируется при пайке в среде азота паяльной пастой, остатки которой смываются водой. Наблюдалась тенденция возрастания числа паразитных перемычек при уменьшении размера контактных площадок (как их длины, так и ширины).

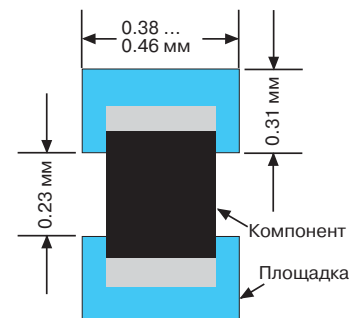
Конструкция трафарета

Количество возникающих в процессе пайки шариков припоя можно снизить (или полностью избежать появления их на плате) путем уменьшения порции паяльной пасты, наносимой на площадки для пайки компонентов. Следует отметить, что число "надгробий" возрастает при увеличении расстояния между нанесенными порциями паяльной пасты. При разработке трафарета расстояние между окнами, формирующими порции паяльной пасты, рекомендуется выбирать в диапазоне от 0,25 до 0,31 мм.

Установка компонента

В результате проведенных исследований было определено, что положение компонента относительно контактных площадок практически не влияет на результаты пайки в воздушной среде пастой, не требующей отмытки. Но при пайке в воздушной среде пастой, остатки которой смываются водой, или в среде азота пастой, не требующей отмытки, нужно обеспечивать правильную ориентацию компонента относительно контактных

площадок. Это вызвано приведенными ниже причинами. Повышенная активность флюса, входящего в состав паяльной пасты, остатки которой смываются водой, по сравнению с флюсом, входящим в состав не требующих отмытки паст, и/или пониженное содержание кислорода при пайке в среде азота увеличивают силу поверхностного натяжения расплавленного припоя и/или скорость смачивания припоем паяемых поверхностей. При возрастании силы поверхностного натяжения и снижении времени смачивания компоненты, установленные на контактные площадки с отклонением от номинального положения, чаще поднимаются в вертикальное положение и формируют "надгробия".

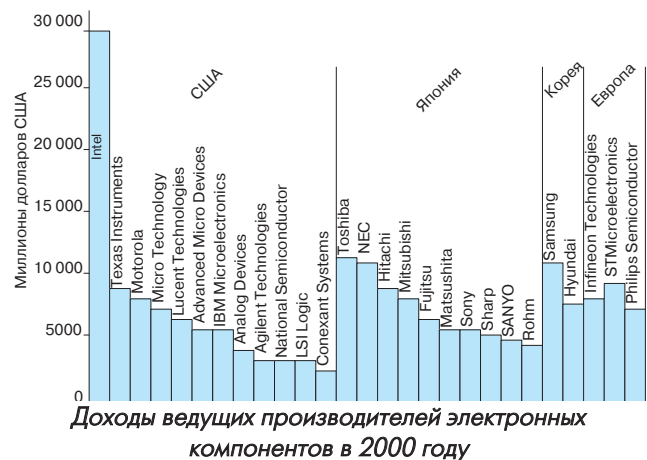


Рекомендации

Рекомендуемые размеры контактных площадок для групповой пайки чип-компонентов типоразмера 0201 приведены на рисунке. Ширину площадок следует выбирать в диапазоне от 0,38 до 0,46 мм в зависимости от типа флюса и среды, в которой выполняется пайка. Площадки шириной 0,46 мм нужно использовать при пайке в среде азота, а также пастами на основе флюсов высокой активности, обеспечивающих быстрое смачивание. При пайке в воздушной среде, а также пастами на основе флюсов малой активности, имеющими повышенное время смачивания паяемых поверхностей расплавленным припоем, ширину площадок можно уменьшить до 0,38 мм.

Деятельность ведущих производителей электронных компонентов в 2000 г. *

Мировой объём продаж электронных компонентов превосходит 200 миллиардов долларов в год. Для сравнения, самолетов гражданской авиации во всём мире продаётся не более чем на 50 миллиардов долларов в год. На диаграмме, представленной на рисунке, приведены доходы крупнейших мировых производителей электронных компонентов стран Европы, а также США, Японии и Кореи. Первое место, как следует из диаграммы, занимает фирма Intel. В первую десятку, кроме того, входят американские компании Texas Instruments и Motorola, японские Toshiba и NEC, европейские Infineon и STMicroelectronics, а также корейские Samsung и Hyundai. Следует отметить, что фирмы Intel и AMD достигли высоких показателей за счёт производства микропроцессоров, Samsung и Hyundai — за счёт производства ИМС памяти. В программе фирмы Motorola — микроконтроллеры, сигнальные процессоры, память и другие компоненты. В двадцатку ведущих производителей уже несколько лет входит известная фирма Analog Devices, занимающая третье место в мире по производству сигнальных процессоров. Несмотря на некоторый спад в мировой электронной промышленности в 2001 году, судя по прогнозам, основные показатели ведущих компаний останутся на уровне прошлого года.



* The road to integration, part II. — European Semiconductor, November, 2001

Современный автомобиль и информационные технологии *

В Европе ежегодно выпускается более 15 миллионов автомобилей. До последнего времени электронными системами управления оснащались только дорогие автомобили экстра класса. В этом году известные автомобильные компании PSA Peugeot Citroen и Fiat CRF разработали новый проект Medea Project A353 глобальной интегрированной системы управления для массового автомобиля. Стоимость такого автомобиля не должна превышать 20 тысяч евро. Проект выполнен в рамках европейской программы MEDEA European microelectronics R&D programme, объединившей 50 международных проектов, в работе над которыми приняли участие 150 фирм из 12 стран. Стоимость программы составила 2 миллиарда евро. В разработке проекта A353 приняли участие следующие компании, специализирующиеся на производстве электронных компонентов и систем: Magneti Marelli (автомобильные компоненты и системы), SAGEM (автомобильная электроника), VALEO (автомобильные компоненты), TEMIC (автомобильное оборудование и микросхемы), Infineon и STMicroelectronics (электронные компоненты). Интегрированная система управления SYSNET AUTO, разработанная в рамках этого проекта, предназначена для выполнения:

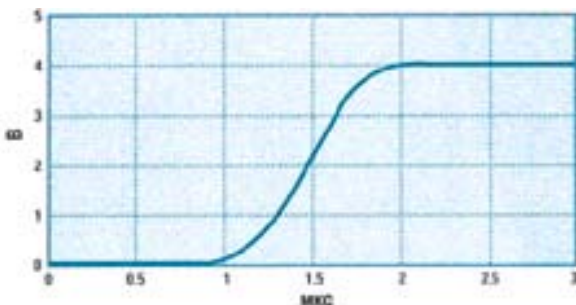
- функций управления и диагностики автомобиля
- телекоммуникационных функций
- контроля параметров окружающей среды.

Система SYSNET AUTO включает центральный компьютер с монитором, а также распределенные контроллеры и датчики. Она позволяет управлять ближним и дальним светом, положением сиденья водителя, стеклоочистителями, климатом в кабине, сигнализировать о несанкционированном доступе, автоматически открывать и закрывать двери и окна и т. п. Система позволяет водителю связываться с домом и офисом, выбирать оптимальный маршрут, избегая пробок, имеет доступ в Интернет. Система даёт возможность контролировать работу основных узлов автомобиля, осуществлять запись основных параметров, следить за параметрами окружающей среды. Раньше подобные автомобили выпускались фирмами Японии и США, однако новый европейский автомобиль обещает быть более эффективным и надёжным, благодаря использованию последних достижений микроэлектроники.

* Integrated Car Electronics Offer Advanced Features Affordably. — Europe Electronics Express, October 2001.

Семейство быстродействующих ЦАП с выходом по напряжению

Семейство 8-, 10- и 12-разрядных ЦАП с выходом по напряжению и минимальным временем установления выходного сигнала разработано фирмой Texas Instruments. Одна микросхема может содержать от одного до восьми ЦАП. К основным особенностям этого семейства следует отнести минимальное время установления от 1 до 3 мкс, наличие стандартного интерфейса, низкую мощность потребления, миниатюрный корпус MSOP размерами 3.05x2.95 мм, наличие режима с пониженным энергопотреблением. FOB цена ЦАП в партии 1000 шт. составляет \$ 1.14. Семейство ЦАП регулярно пополняется новыми преобразователями. Основное назначение этих ЦАП: системы управления технологическими процессами, системы автоматической подстройки напряжения смещения нуля и управления коэффициентом усиления усилителя, системы управления подвижными объектами. Типовое время установления ЦАП этого семейства показано на рисунке, основные параметры приведены в таблице.



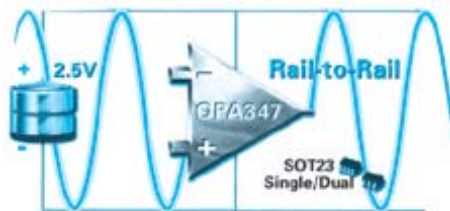
Параметры 12-разрядных ЦАП с выходом по напряжению

Тип ЦАП	Время установления, мкс	Кол-во ЦАП в корпусе	Тип интерфейса	Мощность потребления, мВт	Источник опорного напряжения
TLV5639	1	1	параллельный	2.7	внутренний
TLV5638	1	2	последовательный	4.5	внутренний
TLV5636	1	1	последовательный	4.5	внутренний
TLV5619	1	1	параллельный	4.3	внешний
TLV5618A	2.5	2	последовательный	2.4	внешний
TLV5616	3	1	последовательный	0.9	внешний
TLV5614	3	4	последовательный	3.6	внешний

Операционные усилители с микропотреблением

Фирма Texas Instruments анонсировала новый микромощный rail-to-rail усилитель ОРА347. Основные параметры усилителя:

- ток потребления 20 мкА
- частотный диапазон 350 кГц
- напряжение смещения нуля 6 мВ
- скорость нарастания выходного сигнала 0.17 В/мкс
- напряжение питания от 2.5 до 5.5 В
- тип корпуса 5-SOT23, 8-SO, 8-DIP (для двояных ОУ — 8-SOT23 и 8-SO)



Усилитель предназначен для портативных приборов с батарейным питанием: карманных ПК, РСМСИА карт, мобильных телефонов, газоанализаторов и т. п.

ОУ ОРА347 отличается высокой стабильностью в режиме единичного усиления, FOB цена в партии 1000 шт. составляет \$ 0.46. Параметры некоторых новых усилителей фирмы Texas Instruments представлены в таблице.

Тип усилителя	Кол-во в корпусе	Частотный диапазон, кГц	Смещение нуля, мВ	Ток потребления, мкА	Напряжение питания, В
ОРА214	1, 2, 4	35	0.25	25	2.7 ... 3.6
РОА244	1, 2, 4	430	1.5	50	2.6 ... 3.6
ОРА336	1, 2, 4	100	0.125	20	2.3 ... 5.5
ОРА349	1, 2, 4	70	10	1	1.8 ... 5.5
TLV276x	2	500	3.5	20	1.8 ... 3.6
TLV245x	1, 2, 4	200	1.5	23	2.7 ... 6.0

Слаботочный E-pHEMT транзистор с одним напряжением питания *

Компания Agilent Technologies объявила о создании на базе своей передовой технологии E-pHEMT мало-мощного маломушьящего полевого транзистора ATF-55143, предназначенного для работы в диапазоне частот от 0.45 до 6 ГГц. Важной особенностью этого транзистора является возможность работы от одного источника питания (аналоги, изготавливающиеся по технологии MESFET или HEMT, работают от двух разнополярных источников питания). По сравнению с SiGe биполярными транзисторами этот транзистор имеет более низкий уровень шумов, повышенный коэффициент усиления и лучшую линейность. Основные параметры транзистора на частоте 2 ГГц при напряжении питания 2.7 В и токе стока 10 мА: коэффициент шума 0.6 дБ при коэффициенте усиления 17.7 дБ, IP3 на выходе +24.2 дБм, на входе — +6.5 дБм.

* Пресс-релиз PRSP0100141 компании Agilent Technologies.

Система мониторинга давления и температуры внутри шины автомобиля *

Фирма Motorola разработала систему мониторинга давления и температуры в шине автомобиля. Система выполнена в виде чипсета, включающего ИМС сенсора давления и температуры семейства MPXY8000, а также ИМС микроконтроллера с передатчиком семейства HCO8RF2. В чипсете использовано батарейное питание. Он установлен непосредственно в каждую шину автомобиля и периодически передаёт данные о температуре и давлении внутри шины в центральный компьютер.

* Europe Electronics Express, October 2001.



Лазерный сканер SIGUARD *

Лазерный сканер SIGUARD LS4 — это оптический измеритель расстояний. Излучаемые лазерным диодом импульсы, сфокусированные оптикой в узкий луч, направляются на вращающееся зеркало. С его помощью вся рабочая зона (сектор 190°) сканируется за время 40 мс (25 раз в секунду). Угол между двумя соседними излучаемыми импульсами составляет 0.36°. Отраженные от препятствий световые импульсы воспринимаются приемником сканера и по времени задержки импульсов вычисляется расстояние до отражающих поверхностей. В сканере имеется возможность выбора одного из четырёх вариантов защитного поля. При попадании персонала в пределы заранее установленной опасной зоны выдаётся сигнал, используемый для остановки оборудования. Для параметризации сканера прилагается программа LS4Soft.

Основные области применения сканера:

- определение наличия персонала и других объектов в пределах опасной зоны различного оборудования
- дополнительное средство для повышения безопасности на транспорте
- определение наличия препятствий на пути автомати-

ческих транспортных средств

- защита помещений от проникновения посторонних лиц и др.

Основные параметры сканера:

- граница зоны обнаружения персонала (обнаруживаются предметы цилиндрической формы диаметром 70 мм и более) от 0 до 4 м
- граница зоны предупреждения (размеры обнаруживаемых предметов 150×150 мм и более): от 0 до 15 м
- граница определения наличия предметов: от 0 до 50 м
- напряжение питания 24 В, допуск от -30 до +20 %
- потребляемый ток 300 мА
- интерфейсы: RS-232, RS-422
- диапазон рабочих температур: от 0 до 50 °С
- габариты: 140×155×135 мм
- вес 2 кг.



* По материалам фирмы Siemens.

Новая система управления движением для обрабатывающего оборудования *

В октябре в Нюрнберге (Германия) отделение A&D (Automation and Drives) фирмы Siemens представило свою новую систему управления движением для обрабатывающего оборудования, названную Simotion. Это первая в мире система, в которой используются принципы мехатроники. Она предполагает достижение необходимой функциональности обрабатывающего оборудования не дорогостоящим способом комбинации и модификации механических компонентов, как это принято в классическом машиностроении, а более дешёвым способом параметризации и модификации программы управления с последующим преобразованием результатов работы программы в физическое воздействие посредством сервоприводов и стандартных механических компонентов. Это приводит к сокращению сроков создания оборудования и уменьшению его себестоимости. Преимущества системы Simotion — высокая приспособляемость к различным типам оборудования, высокая скорость обработки, малое время переналадки, а также уменьшение износа оборудования и расходов на техобслуживание.

Система отличается простотой управления, но,

* По материалам фирмы Siemens.

тем не менее, позволяет вести обработку весьма сложных профилей. Внедрение этой системы даёт возможность производителям оборудования сэкономить значительные средства. Уже в инвестиционной фазе экономия может достичь 10 % стоимости оборудования, а за время эксплуатации она возрастает до 20 %. Новая система предназначена, прежде всего, для изготовителей серийного оборудования. При её применении отпадает необходимость в интеграции приводов и систем управления различных производителей, исключаются приводящие к дополнительным затратам технологические неувязки, так как в системе объединены функции управления, привода и технологические функции.

Система состоит из следующих составляющих: аппаратных средств, программы работы в режиме реального времени и программного пакета разработчика «Simotion Scout», работающего в среде Windows. Система выпускается в трёх вариантах исполнения: Simotion C на основе контроллера, Simotion P на основе промышленного компьютера и Simotion D, выполненного в виде интеллектуального привода. Все системы управления взаимозаменяемы.

Процесс-спектрометрия в ближней инфракрасной области спектра *

Отделение A&D (Automation and Drives) фирмы Siemens дополнило номенклатуру своих аналитических приборов двумя спектрометрами, работающими в ближней инфракрасной области спектра. Спектрометр Sinis FT — первый прибор, в котором используется преобразование Фурье — оснащён вращающимся рефлектором, позволяющим в неблагоприятных условиях окружающей среды быстро и надёжно отобразить результат измерения в виде интерферограммы. Спектрометр Sinis A с настраиваемым акустооптическим фильтром позволяет измерять бесконтактным способом свойства как твёрдых веществ, так и поглощающих излучение жидкостей. Оба спектрометра могут применяться в нефтеперерабатывающей, фармацевтической, химической и пищевой промышленности.

Спектрометр Sinis FT служит для определения химических и физических свойств веществ, обладает высокой точностью и малым временем анализа. Впервые в спектрометре использовано вращающееся зеркало, асимметричное движение которого даёт возможность получить два отдельных луча с различной

длиной волны. Попадая на детектор, они позволяют построить спектрограмму, по которой можно определить концентрацию веществ. Прецизионная оптика, разработанная с учётом применения в неблагоприятных условиях окружающей среды, способствует быстрому и точному измерению. Прибор позволяет выполнять до шести измерений в секунду. Он может ис-



* По материалам фирмы Siemens.

пользоваться для определения содержания алифатических и ароматических соединений в топливе, контроля протекания химических процессов, классификации и контроля качества полимеров. Компактная 19-дюймовая конструкция позволяет устанавливать прибор в стандартные шкафы и упрощает его обслуживание. К прибору можно подсоединять принадлежности, используемые в волоконно-оптических системах. Спектрометр может дистанционно обслуживаться через сеть Ethernet.

Спектрометр Sinis A выпускается в двух вариантах: с использованием излучения, прошедшего через исследуемое вещество, или с использованием отражённого излучения. Принцип измерения основан на абсорбции излучения с определённой длиной волны в инфракрасной области спектра. Степень его ослабления регистрируется детектором и пересчитывается в концентрацию вещества. В качестве узкополосного оптического фильтра здесь использован кристалл, пе-

рестраиваемый с помощью ультразвука. Измерения можно выполнять каждые две секунды. Спектрометр можно использовать как многоцелевой прибор для текущих измерений в неблагоприятных условиях окружающей среды. При недостатке места или повышенных требованиях к безопасности или гигиене можно расположить прибор вне производственной зоны и присоединить к нему измерительный зонд с помощью волоконно-оптического световода. Прибор выполнен в компактном корпусе, имеет разъём для подключения к шине Profibus.

Спектрометр может найти применение в производстве лекарств, для контроля заданной концентрации составляющих веществ в смесях, при определении октанового числа бензина и т. д.

Дополнительную информацию можно получить в сети Интернет по адресу:
<http://www.prozessanalytik.de>

Новые сигнальные процессоры для управления электродвигателями *

Фирма Analog Devices анонсировала второе поколение микросхем семейства DashDSP™ — серию аналого-цифровых сигнальных процессоров ADMCF34x, предназначенных для применения во встроенных системах управления электродвигателями, в промышленном оборудовании и бытовой технике. От своих предшественников, микросхем серии ADMC32x, новые микросхемы отличаются наличием встроенных датчиков тока. Микросхемы имеют 16-разрядное с фиксированной точкой ядро, аналогичное ядро процессоров семейства ADSP-21xx, и флэш-память программ. Размещенные на кристалле периферийные модули для управления электродвигателем оптимизированы для работы как с двигателями, снабженными датчиками оборотов, так и без датчиков, и содержат три основных и два вспомогательных ШИМ-генератора. Для связи с внешними устройствами и подключения программатора микросхемы имеют SPI-порт.

В настоящее время в состав серии входят две микросхемы: ADMCF340 имеет 13 аналоговых каналов (три из них предназначены для измерения токов), 25 цифровых линий ввода-вывода; ADMCF341 выпускается в корпусе SOIC-28 и имеет шесть аналоговых каналов (три для измерения токов и три — напряжений) и девять цифровых линий ввода-вывода.

* *Пресс-релиз Analog Devices, Inc., ноябрь 2001 г.*

Ежегодная премия им. Роберта Н. Нойса присуждена председателю правления фирмы Analog Devices Рэю Стата *

Ежегодная премия им. Роберта Н. Нойса (Robert N. Noyse) присуждается SIA (ассоциацией полупроводниковой промышленности США) выдающимся личностям за достижения и вклад в развитие национальной полупроводниковой промышленности. В этом году ассоциация присудила эту самую престижную премию (одинадцатую по счету с момента ее учреждения) Рэю Стата (Ray Stata) за вклад в реформу национальной системы высшего образования. На протяжении всей карьеры мистер Стата участвовал в сотнях программ, направленных на улучшение системы высшего образования и повышение интереса молодежи к прикладным наукам.

Будучи одним из основателей, а затем президентом, генеральным директором и в настоящее время председателем правления Analog Devices, Рэй Стата всегда активно работал в сфере образования. Как первый президент Массачусетского Совета по высоким технологиям (Massachusetts High Technology Council) мистер Стата отстаивал финансирование университетов и других учебных заведений, в которых проводят обучение прикладным наукам, из фондов государства и промышленных предприятий. Признанный эксперт и новатор в области производства полупроводниковой продукции, Рэй Стата использует свое дарование для совершенствования системы высшего технического образования в США.

* *Пресс-релиз Analog Devices Inc., ноябрь 2001 г.*

Микросхема для анализа ДНК проходит клинические испытания *

Отделение Life Sciences компании Motorola передало в научно-исследовательскую лабораторию Sanofi-Synthelabo (США) для клинических испытаний экспериментальную систему eSensor™ для анализа ДНК, построенную на базе микросхемы Cytochrome P450 (ДНК-биочип). Система будет использоваться в лаборатории для обнаружения мутации генов. Согласно ранее подписанному соглашению компания Motorola поставит в эту лабораторию вместе с системой eSensor свыше 500 ДНК-биочипов.

В биоэлектронной системе eSensor органические молекулы используются для формирования элементов электронной цепи. Этот способ позволяет одновременно идентифицировать до 36 ДНК или РНК. По сравнению с другими системами, в которых используются ДНК-биочипы, система eSensor намного дешевле и проще в использовании.

Первоначально ДНК-биочипы будут использоваться для сбора информации о мутациях тех генов, которые влияют на способность пациентов воспринимать определенные лекарства. Эта информация поможет фармацевтическим компаниям на начальном этапе исследований установить взаимосвязь между реакцией на лекарство и генотипом, чтобы оптимально сформировать группы пациентов для последующих более дорогостоящих этапов исследований, которые ускорят создание наиболее эффективного лекарства.

* Пресс-релиз компании Motorola, октябрь 2001 г.

Компания Motorola начала промышленное внедрение новой полупроводниковой технологии *

В лабораториях компании Motorola разработана новая технология "полупроводник на кремнии" (semiconductor-on-silicon), которая позволяет создавать полупроводниковые приборы, характеризующиеся низкой стоимостью (сравнимой со стоимостью приборов, изготовленных по традиционной кремниевой технологии), высоким быстродействием и хорошими оптическими свойствами, характерными для приборов на основе сложных полупроводников III-V групп. Таким образом, увенчались успехом продолжавшиеся на протяжении последних тридцати лет работы по комбинированию этих материалов.

В ноябре 2001 г. компания Motorola объявила о создании дочернего предприятия Thoughtbeam Inc. в рамках программы промышленного внедрения новой технологии. На предприятии будут выпускаться по лицензии компании IQE полупроводниковые пластины с эпитаксиальным слоем арсенида галлия, выращенным

на поверхности кремния. Компания IQE планирует уже во втором полугодии 2002 г. наладить на предприятии производство экспериментальных образцов пластин.

Внедрение технологии производства микросхем на базе таких пластин приведет к существенному снижению стоимости оптических и СВЧ систем связи и быстродействующих микропроцессоров, поскольку эта технология позволяет:

- использовать существующее оборудование для производства микросхем из кремниевых пластин с эпитаксиальным слоем арсенида галлия
- увеличить размер пластин и тем самым снизить стоимость изготовления приборов из полупроводников III-V групп
- повысить степень интеграции микросхем на основе полупроводников III-V групп.

* Пресс-релиз компании Motorola, ноябрь 2001 г.

Самый миниатюрный в мире транзистор *

Корпорация Intel объявила о создании полевого транзистора "TeraHertz", изготовленного по технологии с проектными нормами 15 нм и работающего на частотах до 2.6 ТГц ($2.6 \cdot 10^{12}$ Гц).

Конструктивные особенности транзистора:

- для изоляции затвора использован новый диэлектрик
- кремниевая подложка имеет на поверхности слой окисной изоляции
- исток и сток выполнены в виде рельефной структуры, расположенной поверх слоя окисной изоляции.

* Пресс-релиз и презентации корпорации Intel, ноябрь 2001 г.

Исследователи корпорации Intel в соответствии с эмпирическим законом Мура (об удвоении числа транзисторов в микросхемах каждые 18 месяцев) планируют к 2009 г. освоить выпуск на основе этого транзистора процессора, содержащего 1 млрд. транзисторов и изготавливаемого по технологии с проектными нормами 30 нм. Предполагаемое напряжение питания процессора 0.75 В, тактовая частота 20 ГГц.

II Международный форум «Партнерство в ім'я злагоди та розвитку»



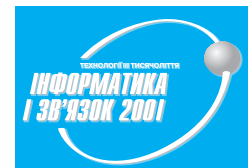
С 5 по 7 декабря в Киеве проходило наиболее представительное комплексное бизнес-мероприятие в Восточной Европе — II Международный форум экономического сотрудничества «Партнерство в ім'я злагоди та розвитку», целью которого было проинформировать украинские и зарубежные деловые круги о приоритетных сферах и перспективных направлениях развития отечественной экономики, популяризовать конкурентоспособную продукцию, новые технологии и разработки, содействовать вовлечению в отечественную экономику инвестиционных ресурсов. В проведенной в рамках форума специализированной экспозиции «Інвестиційний потенціал України» было представлено более 300 инвестиционных проектов. К участию в форуме были привлечены около трёх тысяч ведущих предприятий, организаций и ведомств Украины. Среди гостей форума были представители из 39 стран ближнего и дальнего зарубежья (более 200 человек, в том числе 16 послов).

Масштабным и торжественным мероприятием в рамках форума была презентация информационно-имиджевого альманаха «Золота книга української еліти», уникального шеститомного издания, посвященного представителям политической, деловой, научной, военной и творческой украинской элиты прошлого и настоящего. Альманах, ставший информационным прорывом в Европу, представляет Украину как партнера с высоким экономическим потенциалом, заинтересованного в расширении торгово-экономических связей.

На I и II Международных форумах и во всех изданиях «Золотой книги» (настоящее издание — третье) была представлена фирма VD MAIS как признанный участник процесса возрождения отечественной промышленности. Журнал «ЭКиС», издаваемый VD MAIS, был не только аккредитован на II Международном форуме, но и награжден Дипломом и памятной медалью номинанта альманаха «Золота книга української еліти» за 2001 год.

IX Международная специализированная выставка «Информатика и связь – 2001»

В киевском Дворце спорта с 7 по 10 ноября проходила организованная компанией «ВнешЭкспоБизнес» IX международная специализированная выставка «Информатика и связь — 2001», девизом которой стали «технологии III тысячелетия». Число компаний-участников выставки — 215, среди них 187 украинских, 12 иностранных и 16 с иностранными инвестициями и совместных.



Посетителями выставки, число которых превысило 39 000, стали не только специалисты со всех регионов Украины, но и гости из зарубежных стран. Количество государств, продукция которых была представлена на выставке, достигло 16. Среди украинских участников — известные отечественные предприятия «Днепропетровский машиностроительный завод» (г. Днепропетровск), Харьковский государственный приборостроительный завод им. Т. Шевченко, ОАО «ЛЭТА» (г. Львов), ДП «Радиоприбор» (г. Запорожье), ОАО ТРЗ «Орион» (г. Тернополь), ЗАО «Весна-комплект» (г. Днепропетровск), НПО «Электронмаш» (г. Киев), ПО «ПРОТОН» (г. Харьков), ОАО «Одескабель», ОАО «ІРВА» (г. Киев), ОАО «Меридиан» (г. Киев), ОАО «НПП Каскад» (г. Киев), ОАО «ЧеЗаРа» (г. Чернигов) и мн. др.



На выставке были продемонстрированы достижения крупнейших украинских телекоммуникационных компаний: «Укртелеком», «Фарлеп», «Київстар GSM», «Утел», а также новейшие разработки и технологии зарубежных производителей: Siemens (Германия), Nokia (Финляндия), Iskratel (Словения), Alcatel (Франция), Sitel (Чехия), Ronde&Schwarz (Германия) и др. На выставке также была широко представлена отечественная наука.

Одним из направлений, представленных на выставке, были электронные компоненты для средств связи. И хотя число фирм, на стендах которых они экспонировались, было невелико, они привлекли к себе повышенное внимание посетителей. Подтверждением могут служить результаты анкетирования посетителей стенда фирмы VD MAIS. Среди 220 опрошенных около 40 % прибыли из более чем 30 городов Украины. За время работы выставки на стенде VD MAIS были проведены успешные переговоры с представителями ряда украинских фирм по различным видам услуг от разработки и изготовления печатных плат, поставок активных и пассивных компонентов, интегральных схем, оборудования и материалов SMT до обеспечения самыми современными микропроцессорами и микроконтроллерами, без которых не может быть создана ни одна современная система связи.





Выставочный центр «ЭКСПОНИКОЛАЕВ»,
Управление государственной службы охраны
УМВД Украины Николаевской области и
Николаевская дирекция ОАО «Укртелеком»

приглашают Вас 14-16 февраля 2002 года принять участие
в VIII специализированной выставке

«Банк. Охрана. Безопасность».

В экспозиции:

банк, банковские услуги, технологии с использованием пластиковых карт;
оборудование для банков, счетчики и детекторы денежных знаков; сейфы и хранилища;
защита информации в компьютерных системах, программное обеспечение; охранная
деятельность; системы сигнализации, видеонаблюдения и видеоконтроля;
противопожарные средства; средства индивидуальной защиты; криминалистическая
техника; спецтехника и светосигнальное оборудование; холодное, гладкоствольное и
нарезное оружие; нетрадиционные виды оружия; спецодежда и обмундирование для
спецподразделений; офисная оргтехника; офисная мебель.

Время работы с 10.00 до 18.00

Мы ждем Вас по адресу: г. Николаев,
пл. Судостроителей, 3-Б, Выставочный зал «ЭКСПОНИКОЛАЕВ»
Справки: тел./факс (0512) 37-44-75; 36-31-62; 36-22-06; 37-40-23; 36-02-49.

E-mail: expo@biz.mk.ua

ОБОРУДОВАНИЕ для профессионалов
ИНСТРУМЕНТ
ВСЕУКРАИНСКИЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТЕМА НОМЕРА:
ДЕРЕВООБРАБ

Замовлення і доставка
(0572) 12-50-82
(0572) 12-15-08

Передплатний індекс
23840

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2001 г.

Перечень содержит все статьи и краткие сообщения, опубликованные в 2001 г.

Публикации сгруппированы по рубрикам и расположены в порядке

возрастания номера журнала (числитель дроби) и номера страницы (знаменатель дроби).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Прецизионный АЦП высокого быстродействия ...	1/48
Микроконвертеры ADuC824 и ADuC812	2/48
ИМС счётчиков электроэнергии фирмы Analog Devices	3/48
Семейство 16-разрядных процессоров ADSP-218x	4/48
Дифференциальный драйвер с минимальным уровнем искажений	5/48
AD7725 — сигма-дельта АЦП со встроенным сопроцессором	6/48
10-разрядный АЦП с частотой преобразования 210 МГц	7/48
32-канальный 14-разрядный ЦАП	8/48
Широкополосный драйвер для кабельных модемов	9/48
Новый сигнальный процессор ADSP-21535	10/48
Высокоточные стабилизаторы с низким потреблением	11/48
Матричный коммутатор AD8151	12/48

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Успехи в развитии аналого-цифровых микросхем	2/3
Одноэлектронные транзисторы и квантовые компьютеры	4/3
О пьезокерамике и перспективах её применения	10/4
Оптоэлектрические печатные платы	12/3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ БЮЛЛЕТЕНИ**ФИРМЫ ANALOG DEVICES**

Цифро-аналоговые преобразователи	1/19
Аналого-цифровые преобразователи	2/19
Микросхемы для телекоммуникаций	3/15
Высокоскоростные микросхемы для обработки сигналов	5/17
Микросхемы радиочастотного диапазона	6/18
Аналого-цифровые преобразователи	8/15
Цифро-аналоговые преобразователи	10/19
Средства отладки сигнальных процессоров	11/19

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Кварцевые генераторы серий КХО-97/900/950 компания Geyer	9/3
Конденсаторы фирмы Коте	9/4
Резисторы фирмы Коте	9/6

ДАТЧИКИ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Датчики давления компании Motorola	1/3
Микросхемы для трёхфазных счётчиков электроэнергии	1/7
Перспективы развития полупроводниковых датчиков и измерителей температуры	4/7
Датчики ускорения на основе iMEMS технологии	4/9
Датчик относительной влажности воздуха DB-8 для сушильных агрегатов	4/10
Действительно ли Вы тот, за кого себя выдаёте? ..	6/3
Особенности применения мостовых схем измерения	7/3
Схема согласования датчика давления с АЦП ...	7/6
Датчики и сенсоры	7/27
Датчики давления фирмы Motorola	9/8
Стандарт IEEE 1451.2 и микроконвертеры	10/7
Гальваническая развязка в измерительных системах	10/13
Измеритель артериального давления на базе микроконтроллера MSP430F149	10/14
Измерительные преобразователи SITRANS P ...	10/16
Регистратор температуры DS1615	10/18
Аналоговые и аналого-цифровые осциллографы компания HAMEG	11/31
Цифровые осциллографы компания Agilent Technologies	11/34

УСИЛИТЕЛИ

Широкополосные ОУ для видеоусилителей	1/10
Усилители мощности класса D	2/6
Измерительные усилители серии AD62x	11/3
Прецизионный операционный усилитель	11/8
Аудиоусилители мощности	12/5
Новые прецизионные ОУ фирмы Analog Devices	12/8

АЦП и ЦАП

Сигма-дельта АЦП и кодеки серии AD73xxx	2/9
Многоканальные АЦП	4/11
Конвейерный/сигма-дельта АЦП с частотой дискретизации 20 МГц	4/16
16-разрядный АЦП с самокалибровкой	9/10
256-позиционные цифровые потенциометры	9/11
16/24-разрядные АЦП с автокалибровкой	12/10

МИКРОСХЕМЫ ПАМЯТИ, ЛОГИКИ И ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКИ

Энергонезависимая FRAM-память фирмы Ramtron	2/14
Развитие семейств программируемой логики фирм XILINX, ALTERA, CYPRESS	4/24
Микросхемы памяти компании White Electronic Designs	9/12
Новые элементы памяти Cypress Semiconductor	9/14
EPROM — память большой емкости	9/15
Сегнетоэлектрическая энергонезависимая память фирмы Ramtron	9/16
Развитие программируемой логики	9/17

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Недорогой экономичный микроконтроллер MSP430F149	1/13
Перспективные 16-разрядные сигнальные процессоры	1/15
Микросхема аудиопроцессора и кодека	2/15
Супервизор для микропроцессорных систем	3/2
Восмиразрядные микроконтроллеры 68HC908 ..	3/4
Устройство отладки систем на основе микроконтроллеров семейства HC908	4/18
Микроконтроллер со встроенным радиопередатчиком	4/22
Микропроцессоры: вчера, сегодня, завтра	5/3
Лучшие процессоры 2000 г.	5/14
16-разрядные микроконтроллеры	5/34
8-разрядные микроконтроллеры	6/6
Особенности архитектуры сигнальных процессоров	8/3
Элементная база портативных устройств	8/12
Новый SHARC процессор	9/18
Сверхэкономичные сигнальные процессоры	9/19
Высокопроизводительное DSP ядро	9/20
Новые сверхэкономичные микроконтроллеры MSP430F	9/22
8-разрядные микроконтроллеры с флеш-памятью	9/24
Производительность сигнальных процессоров	11/12
Отладочные и учебные средства для микроконтроллеров семейства 68HC908	11/18
Как правильно выбрать сигнальный процессор	12/14
Новые сигнальные процессоры фирмы Texas Instruments	12/22
Сигнальные процессоры для военной техники ..	12/23

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, АС/DC И DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Микросхемы для батарейных источников питания	1/31
Блок питания ПК SA202-3556	2/18
Линейные стабилизаторы напряжения типа LDO	3/9
Миниатюрные DC/DC преобразователи	4/28
Тепловые предохранители	4/30
Микросхемы DC/DC преобразователей с высоким КПД	4/31
Источники опорного напряжения на основе XFET технологии	4/32
Блоки резервного питания с «горячим» включением	6/37
Линейные стабилизаторы фирмы ON Semiconductor	9/25
Миниатюрные DC/DC преобразователи фирмы Rescom	9/26
DC/DC преобразователи серии SMSA компании Interpoint	9/27
Блоки питания мощностью 500-7500 Вт фирмы ASTEC	9/28

ОПОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Микроэлектронные источники опорного напряжения	11/10
---	-------

ДИСПЛЕИ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

ЖК дисплеи для жестких условий эксплуатации ...	3/12
Сигнальные лампы для светофоров	5/42
Модули ЖК дисплеев	6/38
Светофоры нового поколения на светоизлучающих диодах производства ГП Завод «Арсенал»	7/41
Модули ЖК дисплеев	9/30
Светодиоды фирмы LumiLeds Lighting	9/32
Светодиоды фирмы Kome	9/33

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

Микросхемы кварцевых генераторов	1/36
Микросхема драйвера полупроводникового лазера	1/38
Программируемый резистор с энергонезависимой памятью	1/39
Микросхемы на основе фосфида индия для средств телекоммуникаций	2/31
Применение ИК излучения для беспроводной передачи данных	2/32
Приёмопередатчики и кодеки в стандарте IrDA	2/36
Контроллеры портов IrDA	2/39
Особенности систем сотовой связи второго и третьего поколения	3/35
Микросхема процессора для IP-телефона	3/37

СВЧ GaAs микросхемы для приёмопередатчиков и автомобильных радаров	3/42
Разрядники для защиты линий передачи данных	3/46
Микросхемы для радиосвязи в системе ПНМ (ISM)	6/32
Об использовании диапазонов радиочастот в ПНМ устройствах	6/36
Матричные видеоключи и коммутаторы	7/8
Новые квадратурные модуляторы AD985x и AD977x	7/34
Логические ИМС для средств телекоммуникаций	7/39
Сверхскоростные усилители с напряжением питания 1.8 В	7/40
Распознавание речи в портативных устройствах	8/35
Микросхема приёмопередатчика магистральной E1	9/9
Новая серия микросхем AD987X	10/31
Современные телекоммуникации и системы на кристалле	10/36

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Промышленные компьютеры фирмы PORTWELL	1/40
Система управления Smart Star	2/42
Калибровка и поверка компьютеризированных измерительных приборов	3/47
Одноплатные компьютеры фирмы PORTWELL	4/33
Устройства автоматизации оборудования для механической обработки	4/34
Новые модули ядра процессора Ethernet RabbitCore	4/36
Комбинируемое тестирование печатных плат	4/38
Системы и средства автоматизации фирмы Siemens	7/10
Комплексная автоматизация производства	7/12
Промышленные контроллеры SIMATIC	7/13
Устройство человеко-машинного интерфейса SIMATIC HMI	7/16
Промышленные компьютеры SIMATIC PC	7/19
Устройства децентрализованной периферии	7/21
Программные средства SIMATIC	7/22
Промышленные линии связи SIMATIC NET	7/24
Приводы	7/25
Система управления производством SIMATIC PCS 7	7/28
Устройства коммутации и защиты низковольтного оборудования	7/30
Разработки фирмы Siemens в 2000 году	7/31
Siemens в Украине	7/33
Гальваническая развязка в измерительных системах	8/36

Источник опорного напряжения синусоидальной формы с синхронизацией от сети	8/38
Конденсаторный уровнемер с однопроводной линией связи	8/39
Простая схема усилителя с программируемым коэффициентом усиления ...	8/39
Внимание разработчиков авиационной, ракетно-космической и военной техники!	8/40
Счётчики электроэнергии фирмы SAMES	9/34
Одноплатный компьютер BL2000 с адаптером сети Ethernet	9/35
Одноплатный компьютер NC-6060 компании Portwell	9/36
Новое поколение осциллографов фирмы Hameg Instruments	9/37
Системы идентификации MOBY	10/42
Периферийные модули для распределенных систем сбора данных	12/24
Новые устройства защиты электродвигателей ..	12/25
Современные цифровые мультиметры	12/27
Сетевой осциллограф	12/31

СОЕДИНИТЕЛИ И КОММУТАЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Электрические выключатели корпорации Tyco Electronics	9/40
---	------

ШКАФЫ И КОРПУСА

Приборные корпуса фирмы BOPLA	1/42
Плоские корпуса PRC-1173/2193 для ПК	7/42
Шкафы и кейсы	9/38

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

Проектирование и изготовление печатных плат	9/41
Материалы для изготовления и монтажа плат	9/42
Оборудование для изготовления и монтажа печатных плат	9/44
Методы и особенности применения паяльных паст	11/40
Чип-компоненты	12/32
Рекомендации по групповой пайке чип-компонентов типоразмера 0201	12/34

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА

Можно ли легально копировать микросхемы?	2/4
--	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Лауреаты премии SIEMENS «Изобретатель года»	1/44
Услуги центра технической информации компании Motorola	1/46
VD MAIS семь лет	1/47

Перспективы развития полупроводниковой промышленности	2/43	О некоторых преимуществах монтажа на поверхность	7/46
В чём причина роста производства АЦП и ЦАП?	2/43	Двухканальный контроллер источника питания ..	7/46
Можно ли одеть на себя компьютер?	2/44	Многоканальные быстродействующие АЦП с одновременной выборкой	7/47
Усилители для аппаратуры с низковольтным питанием	2/45	Датчики температуры с цифровым выходом	8/42
Стереофонические усилители с низковольтным питанием	2/45	DC/DC преобразователи фирмы Texas Instruments	8/42
Новые фоточувствительные сенсоры	2/45	КМОП АЦП гигагерцового диапазона	8/43
Преобразователи параллельного кода в последовательный	2/46	Сигма-дельта АЦП с высоким разрешением	8/44
Интеллектуальная видеокамера VS 710	2/46	Быстродействующий 14-разрядный АЦП с низким потреблением	8/44
Беспроводная сеть в стандарте Bluetooth	2/47	Сигнальный процессор с микропотреблением ..	8/44
Рентгенография с уменьшенным уровнем облучения	2/47	АЦП с одновременной выборкой	8/45
Новые системы фирмы Siemens	4/44	Микроконтроллеры с ядром 8051 в корпусе минимальных размеров	8/46
Интеллектуальная одежда будущего	4/45	Микроконтроллер с ядром 8051 производительностью 50 MIPS	8/46
Новые компоненты фирмы National Semiconductor	4/46	Новый микропроцессор фирмы INTEL для карманных компьютеров	8/46
Надёжные и недорогие датчики давления	5/46	ITANIUM — новый 64-разрядный микропроцессор фирмы Intel	8/47
Микромощные компараторы позволяют увеличить ресурс батарейного питания	5/46	Быстродействующий компаратор	8/47
Совмещённый дисковод	5/47	Конденсаторы фирмы Kome	9/4
Компания Mitel Semiconductor изменила своё название	6/42	Резисторы фирмы Kome	9/6
Стандарт на многоканальные параллельные волоконно-оптические модули	6/42	Деятельность ведущих производителей электронных компонентов в 2000 г.	12/36
Экономичная память объёмом 128 Мбит	6/42	Современный автомобиль и информационные технологии	12/36
Новое семейство высокопроизводительных сигнальных процессоров	6/43	Семейство быстродействующих ЦАП с выходом по напряжению	12/37
Часы реального времени с напряжением питания 1.3 В	6/43	Операционные усилители с микропотреблением	12/37
Новый быстродействующий микроконтроллер DS87C550	6/43	Слаботочный E-pHEMT транзистор с одним напряжением питания	12/38
Микроконтроллер с флеш-памятью	6/44	Система мониторинга давления и температуры внутри шины автомобиля	12/38
Микросхемы энергонезависимой сегнетозлектрической памяти	6/44	Лазерный сканер SIGUARD	12/38
Сверхтонкие светодиоды для монтажа на поверхность	6/44	Новая система управления движением для обрабатывающего оборудования	12/39
Фирма INTEL разработала новый транзистор с шириной затвора 0.8 нм	6/45	Процесс-спектрометрия в ближней инфракрасной области спектра	12/39
Новый материал для защиты полупроводниковых кристаллов	6/45	Новые сигнальные процессоры для управления электродвигателями	12/40
Схема защиты портативных приборов от перенапряжений	6/45	Ежегодная премия им. Роберта Н. Нойса присуждена председателю правления фирмы Analog Devices Рею Стата	12/40
Высокоточные многоканальные АЦП	7/44	Микросхема для анализа ДНК проходит клинические испытания	12/41
Новый PowerPC процессор	7/44	Компания Motorola начала промышленное внедрение новой полупроводниковой технологии	12/41
Новый PowerPC микропроцессор MPC7450	7/44	Самый миниатюрный в мире транзистор	12/41
Микромощный измерительный усилитель	7/45		
Быстродействующие АЦП фирмы National Semiconductor	7/45		

МАТРИЧНЫЙ КОММУТАТОР AD8151

Фирма Analog Devices занимает лидирующие позиции в области аналоговых и цифровых матричных коммутаторов. Ниже рассмотрены особенности одного из последних устройств семейства Xstream AD8151.

В. Романов

Фирма Analog Devices постоянно расширяет номенклатуру выпускаемых матричных коммутаторов (рис. 1). Микросхема AD8151 представляет собой быстродействующий матричный коммутатор с матрицей 33×17 (рис. 2) и скоростью передачи данных 3.2 Гбит/с на один канал.

Матрица коммутатора имеет 33 пары дифференциальных входов по напряжению (рис. 3, а) и 17 пар дифференциальных выходов по току (рис. 3, б). Предусмотрена возможность блокировки каждой пары выходов, что позволяет уменьшить общее потребление по току и снизить вероятность появления перекрёстной помехи при построении многоканальных коммутаторов на основе ИМС AD8151. Коммутатор совместим с PECL- и ECL-логикой. Это обеспечивается раздельным питанием матрицы и управляющей логики AD8151. При сопряжении коммутатора с PECL-логикой напряжение питания матрицы составляет 3.3 или 5 В, а при сопряжении с ECL-логикой — -3.3 или -5 В. Несмотря на то, что в предельном случае ИМС AD8151 может рассеивать более 2 Вт, при построении коммутаторов на её основе дополнительный теплоотвод не требуется. Роль теплоотвода выполняет корпус ИМС и ряд выводов специальной конструкции, что обеспечивает величину теплового сопротивления 30 °С/Вт.

Основное применение коммутатор находит в маршрутизаторах, волоконно-оптических сетях и каналах, в сетях типа Ethernet.

Основные параметры AD8151:

- количество каналов 33×17
- производительность на канал 3.2 Гбит/с
- задержка сигнала от входа к выходу 650 пс
- размах входного сигнала 1000 мВ
- размах выходного сигнала 800 мВ

- напряжение питания схемы управления 3...5 В
- ток потребления в рабочем режиме 450 мА
- ток потребления в режиме блокировки 35 мА
- диапазон рабочих температур 0...85 °С
- тип корпуса 184-LQFP

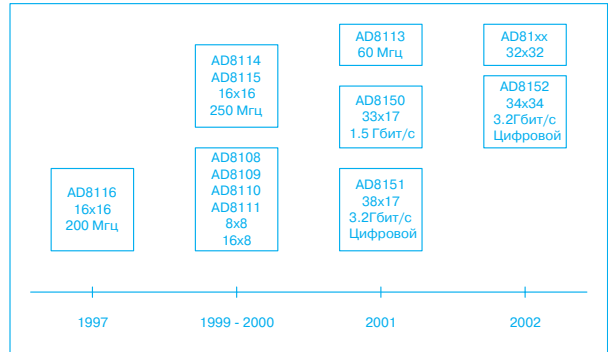


Рис. 1. Диаграмма развития матричных коммутаторов фирмы Analog Devices

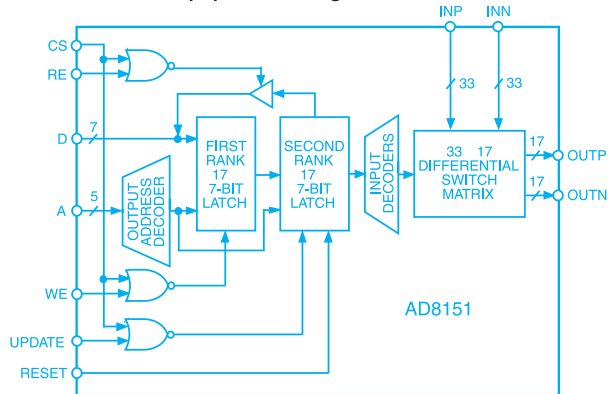


Рис. 2. Функциональная схема коммутатора AD8151

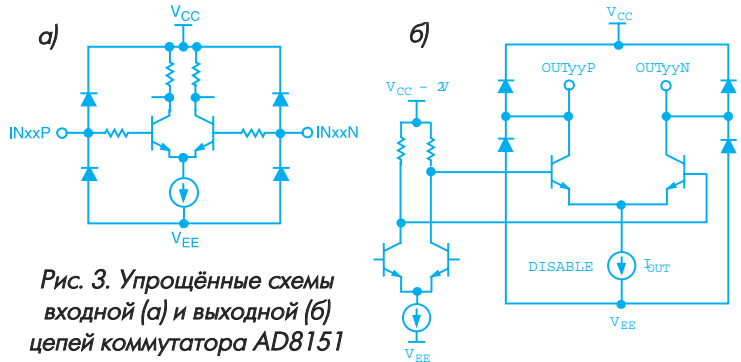


Рис. 3. Упрощённые схемы входной (а) и выходной (б) цепей коммутатора AD8151

Коммутатор может поставляться в составе оценочной платы AD8151-EVAL, которая предназначена для тестирования ИМС с помощью ПК. Вместе с платой поставляется ПО для управления работой коммутатора.