

## ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2002 декабрь  
№ 12 (64)

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 КВ, № 2081Б  
Издается с мая 1996 г.  
Подписной индекс 40633

Директор фирмы VD MAIS:  
В.А. Давиденко

Главный редактор:  
А.В. Ермолович

Научный редактор:  
В.А. Романов

Редакционная коллегия:  
В.А. Давиденко  
В.В. Макаренко  
В.Р. Охрименко

Технический редактор:  
Г.Д. Местечкина

Набор:  
С.А. Чернявская

Верстка:  
М.С. Заславская

Дизайн:  
А.А. Чабан  
М.С. Заславская  
В.В. Макаренко

Адрес редакции:  
Украина, Киев,  
ул. Жилинская, 29

Тел.: (044) 227-2262, 227-1356  
Факс: (044) 227-3668

E-mail: info@vdmajs.kiev.ua  
Интернет: www.vdmajs.kiev.ua

Адрес для переписки:  
Украина, 01033 Киев, а/я 942

Цветоделение и печать  
ДП "Такі справи"  
т./ф.: 446-2420

Подписано к печати 23.12.2002  
Формат 60x84/8  
Тираж 1000 экз.  
Зак. № 212-157-7953

## СЕНСОРЫ И ДАТЧИКИ

Микросхемы гиросенсоров .....	3
Пиросенсоры и пироприемники компании Murata .....	4
Новые ПЗС-сенсоры изображения .....	6

## СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Комбинированные процессоры .....	7
Процессоры ADSP-2153x .....	11
32-разрядные микроконтроллеры фирмы Infineon .....	14

## ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

Смесители и аналоговые модуляторы/демодуляторы для систем радиосвязи .....	16
Новые микросхемы для модемов, работающих в стандарте DOCSIS .....	18

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Усилители .....	19
-----------------	----

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Низкопрофильные AC/DC-, DC/DC-преобразователи мощностью 175 Вт .....	31
---	----

## КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Измерительные трансформаторы тока для счетчиков электроэнергии .....	32
ПК-ориентированная система управления технологическими процессами WinAC .....	35
Новый анализатор спектра компании HAMEG Instruments .....	36

## ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

Подготовка электронных компонентов к монтажу на поверхность плат .....	38
---	----

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Семейство коммуникационных процессоров для проводных и беспроводных сетей.....	43
Унифицированный корпус для высокоскоростной аппаратуры связи .....	44

## СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2002 г. ....

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



**SENSORS**

Gyrosensor ICs ..... 3  
 Murata's Pyrosensors ..... 4  
 New CCD Image Sensors ..... 6

**DSPs AND MICROCONTROLLERS**

Combined Processors ..... 7  
 DSP Family ADSP-2153x ..... 11  
 Infineon's 32-Bit Microcontrollers ..... 14

**COMMUNICATIONS**

Mixers and Analog Modulators/Demodulators  
 for Communications ..... 16  
 New Subsystems for DOCSIS Modems ..... 18

**THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN**

Amplifiers ..... 19

**POWER SUPPLIES**

Low-Profile AC/DC-, DC/DC-Converters  
 with Rated Power 175 W ..... 31

**CONTROL AND AUTOMATION**

Instrument Current Transformers for Energy Meters ..... 32  
 PC-Based Process Control System WinAC ..... 35  
 HAMEG Instruments' New Spectrum Analyser ..... 36

**SURFACE MOUNT TECHNOLOGY**

Preparation of SMT Components for Placement ..... 38

**NEWS BRIEFS**

Family of Embedded Connectivity Processors  
 for Wired and Wireless Networks ..... 43  
 Unified Case for High-Speed Communication Equipment ..... 44

**JOURNAL IN YEAR 2002** ..... 45

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



**ELECTRONIC  
 COMPONENTS  
 AND SYSTEMS**

December 2002  
 No 12 (64)

Monthly  
 Scientific and Technical  
 Journal

**Founder and Publisher:**  
 Scientific-Production Firm  
**VD MAIS**

**Director**  
 V.A. Davidenko

**Head Editor**  
 A.V. Yermolovich

**Scientific Editor**  
 V.A. Romanov

**Editorial Board**  
 V.A. Davidenko  
 V.V. Makarenko  
 V.R. Ohrimenko

**Typographer**  
 G.D. Mestechkina

**Type and setting**  
 S.A. Chernyavskaya

**Layout**  
 M.S. Zaslavskaya

**Design**  
 A.A. Chaban  
 M.S. Zaslavskaya  
 V.V. Makarenko

**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@vdmairs.kiev.ua

**Web address:**  
 www.vdmairs.kiev.ua

Printed in Ukraine



## МИКРОСХЕМЫ ГИРОСЕНСОРОВ

А. Ермолович

В настоящее время в дорожно-транспортных катастрофах и происшествиях погибает больше людей, чем во время военных действий. Поэтому развитию технических средств предупреждения аварий придается большое значение. Акселерометры и сенсоры сближения (ультразвуковые и СВЧ) уже применяются в системах безопасности автомобилей престижных моделей. Современный этап развития электронных средств предупреждения аварий характеризуется активной разработкой высокочувствительных интегральных гиросенсоров (сенсоров угловой скорости), предназначенных для обнаружения непреднамеренного изменения курса или пространственного положения автотранспортного средства. Лидируют в разработке интегральных гиросенсоров и гироскопов компания Murata и фирма Analog Devices. Они уже освоили серийный выпуск первых моделей микросхем с интегральными гиросенсорами.

В этих микросхемах в качестве инерциального элемента используется ультразвуковой вибратор (маятник). При повороте корпуса микросхемы вибратор стремится сохранить первоначальное положение плоскости колебаний, и угол поворота корпуса относительно плоскости колебаний вибратора преобразуется в электрический сигнал сенсорами, конструктивно связанными с корпусом.

Компания Murata выпускает серию микромодулей и микросхем пьезоэлектрических гиросенсоров GYROSTAR. В качестве чувствительного элемента в этих гиросенсорах используются биморфные стержни из пьезокерамики, содержащие пьезопривод для возбуждения колебаний и пьезосенсор положения плоскости колебаний. Для создания на базе этих сенсоров функционально полных гироскопов необходимо подключить к ним внешний усилитель и фильтр НЧ.

Микромодуль ENV-05F высокочувствительного гиросенсора имеет габариты 11.5×19.6×23.2 мм, вес 20 г. Основные характеристики микромодуля:

- диапазон измеряемых угловых скоростей  $\pm 60^\circ/\text{с}$
- коэффициент преобразования угловой скорости 25 мВ/( $^\circ/\text{с}$ )
- разрешение 0.1 $^\circ/\text{с}$
- полоса рабочих частот 0...7 Гц
- температурная погрешность 20 % в диапазоне температур -30...+80  $^\circ\text{C}$
- диапазон рабочих температур -40...+85  $^\circ\text{C}$
- напряжение питания  $+(5\pm 0.5)$  В.

Микросхема ENC-03M малогабаритного гиросенсора выпускается в четырехвыводном корпусе для поверхностного монтажа с габаритами 12.2×7.0×2.6 мм. Основные характеристики микросхемы:

- диапазон измеряемых угловых скоростей  $\pm 300^\circ/\text{с}$
- коэффициент преобразования 0.67 мВ/( $^\circ/\text{с}$ )

- ось чувствительности перпендикулярна плоскости корпуса микросхемы
- полоса рабочих частот 0...50 Гц
- температурная погрешность 20 % в диапазоне рабочих температур
- диапазон рабочих температур -5...+75  $^\circ\text{C}$
- напряжение питания  $+(2.7...5.25)$  В.

Фирма Analog Devices выпускает микросхемы функционально полных микроэлектромеханических гироскопов серии iMEMS Gyros. В состав микросхем входят функциональные узлы, обеспечивающие аналоговую обработку сигнала гиросенсора, коррекцию температурной погрешности и погрешности от воздействия ударов и вибрации, а также система самотестирования. В качестве чувствительного элемента используются две рамки из поликристаллического кремния, снабженные электростатическим приводом для возбуждения колебаний и емкостными сенсорами положения плоскости колебаний. Выходной сигнал микросхем – напряжение, пропорциональное значению угловой скорости.

Микросхема ADXRS150 интегрального гироскопа выпускается в корпусе BGA-32 с габаритами 7.0×7.0×3.0 мм.

Основные характеристики микросхемы:

- диапазон измеряемых угловых скоростей  $\pm 150^\circ/\text{с}$
- коэффициент преобразования 15 мВ/( $^\circ/\text{с}$ )
- ось чувствительности перпендикулярна плоскости корпуса микросхемы
- спектральная плотность шума (0.05 $^\circ/\text{с}$ )/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- чувствительность к ускорению, действующему вдоль любой оси системы координат, привязанной к корпусу, (0.2 $^\circ/\text{с}$ )/g
- полоса рабочих частот 0...500 Гц
- сохраняет работоспособность после воздействия в рабочем состоянии ударных нагрузок с ускорением до 1000 g
- встроенный сенсор температуры позволяет при использовании внешних цепей коррекции снизить дрейф выходного напряжения до значения 1000 мВ/ч
- диапазон рабочих температур -40...+85  $^\circ\text{C}$
- напряжение питания  $+(5\pm 0.25)$  В.

Микросхема интегрального гироскопа ADXRS300 отличается от ADXRS150 сниженной вдвое чувствительностью и повышенной стойкостью к воздействию ударов и вибрации.

Предполагается, что микросхемы гироскопов и гиросенсоров найдут применение не только в системах предупреждения аварий транспортных средств, но и в системах определения координат GPS, промышленных роботах, целеуказателях, системах автоматического управления и наведения на цель.

Полное описание рассмотренных гиросенсоров и гироскопов можно получить на Web-сайтах: [www.murata.com](http://www.murata.com) и [www.analog.com](http://www.analog.com)

# ПИРОСЕНСОРЫ И ПИРОПРИЕМНИКИ КОМПАНИИ MURATA

В статье приведены основные характеристики пиросенсоров и пироприемников, выпускаемых компанией Murata.

**А. Ермолович**

Чувствительный элемент пиросенсоров и пироприемников – электрический конденсатор, в котором в качестве диэлектрика используется электрически поляризованная пластина из пирокерамики. Величина связанного заряда в пирокерамике зависит от температуры, поэтому напряжение на обкладках такого конденсатора пропорционально температуре пирокерамики. Чтобы превратить пирочувствительный конденсатор в удобный для применения сенсор изменения температуры, к его обкладкам подключают электрометрический усилитель. Такой пиросенсор обладает высокой чувствительностью и позволяет регистрировать малые изменения мощности инфракрасного излучения. Поэтому пиросенсоры в настоящее время широко используются в приборах для бесконтактного измерения температуры, в системах охранной и пожарной сигнализации, в автоматах для открывания и закрывания дверей общественных зданий.

Чтобы повысить чувствительность пиросенсоров, используемых в системах охранной сигнализации, их снабжают линзами Френеля. Линза Френеля, пред-

назначенная для использования с пиросенсорами, – это литой пластмассовый оптический элемент, наружная поверхность которого имеет сферическую или цилиндрическую форму, а внутренняя выполнена как набор большого числа линз со сферической поверхностью. Линзы Френеля формируют в зоне чувствительности пиросенсора систему узких лучей (рис. 1). Когда движущийся в зоне чувствительности человек пересекает эти лучи, изменяется мощность инфракрасного излучения, попадающего на пиросенсор, и на его выходе формируется переменное напряжение.

Основные характеристики пиросенсоров и пироприемников, выпускаемых компанией Murata, приведены в таблице. Эти изделия могут комплектоваться производимыми компанией Murata сферическими или цилиндрическими линзами Френеля, позволяющими обнаруживать движение человека на расстоянии до 10 м.

Модули серии IMD – это функционально полные пироприемники, предназначенные для управления дверями и освещением общественных зданий и отличающиеся надежностью, высоким уровнем защиты от радиопомех, малыми габаритами и низким энергопотреблением. Модуль IMD-B101-01 имеет аналоговый и цифровой выходы, а IMD-B102-01 – вход для подключения CdSe фоторезистора и цифровой выход (рис. 2). Без использования линзы Френеля модули обнаруживают движение человека на расстоянии более 1 м, с линзой – более 5 м.

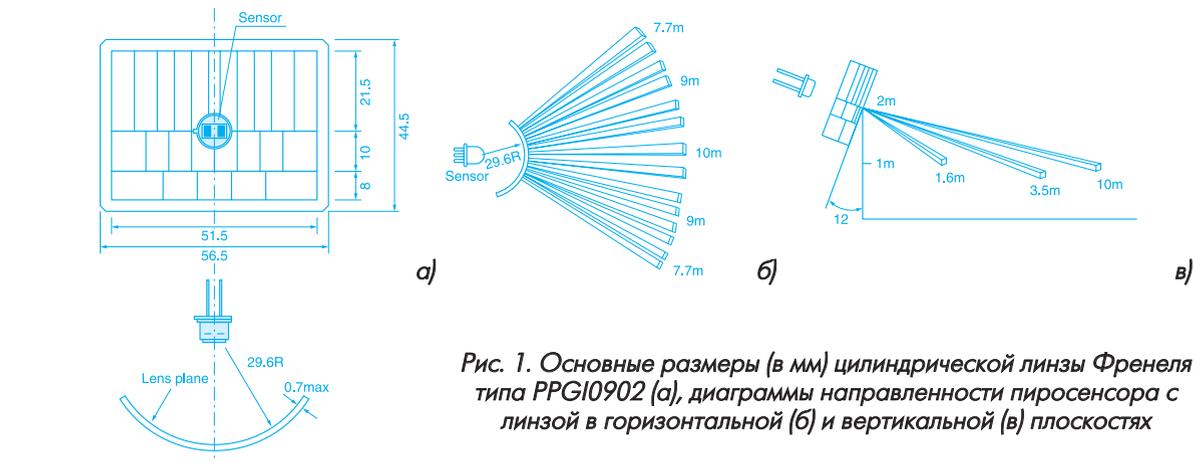


Рис. 1. Основные размеры (в мм) цилиндрической линзы Френеля типа PPG10902 (а), диаграммы направленности пиросенсора с линзой в горизонтальной (б) и вертикальной (в) плоскостях

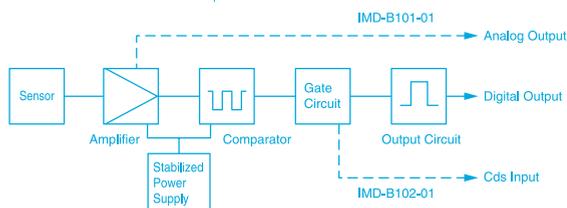


Рис. 2. Функциональная схема модулей серии IMD

Дополнительную информацию о пиросенсорах, пироприемниках и линзах Френеля компании Murata можно получить в сети Интернет по адресу: [www.murata.com](http://www.murata.com)



Основные характеристики пиросенсоров и пироприменников, выпускаемых компанией Murata

Наименование	Число чувствительных элементов	Схема электрическая принципиальная	Назначение	Диапазон спектральной чувствительности, мкм	Выходной сигнал на частоте 1Гц, мВ	Поле обзора, град.	Напряжение питания, В	Диапазон рабочих температур, °С	Внешний вид
Пиросенсоры									
IRA-E700ST0	2		Охранные системы	5...14	4.3	45×45	2...15	-40...+70	
IRA-E710ST0		Охранные системы с пониженной чувствительностью к радиопомехам							
IRA-E900ST1	4		Охранные системы, управление освещением	5...14	3.3	41×41	3...15	-25...+55	
IRA-E910ST1		Охранные системы с пониженной чувствительностью к радиопомехам							
IRA-E940ST1	4		Охранные системы	5...14	3.3	55×50	2...15	-25...+55	
IRA-E500SZ0	2		Охранные системы, управление освещением	7...14	3.2	51×51	3...15	-25...+55	
IRA-E500ST0		3.9							
IRA-E410S1	1		Измерители температуры	1...20	3.0	17×17	3...15	-25...+55	
IRA-E410ST1			Охранные системы, управление освещением	5...15	3.3				
IRA-E410QW1			Системы пожарной безопасности	4...5	1.3				
Пироприменники									
IMD-B101-01	2	-	Управление дверями и освещением	5...14	-	119×38	2.6...5.5	-10...+50	
IMD-B102-01									

## НОВЫЕ ПЗС-СЕНСОРЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ

*В. Охрименко*

С момента изобретения (в 60-х годах прошлого столетия) и на протяжении почти тридцати лет ПЗС-сенсоры (Charge Coupled Devices – CCD) с успехом использовались в разных устройствах (цифровых фото- и видеокамерах, сканерах и других) для получения изображения. Однако, после появления КМОП-сенсоров изображения, которые значительно дешевле и проще в изготовлении, позиции ПЗС-сенсоров на рынке видеоустройств массового применения сильно пошатнулись. Тем не менее, ПЗС-сенсоры по сравнению с КМОП-сенсорами изображения имеют более высокую чувствительность и обеспечивают больший динамический диапазон, что в значительной степени и определяет качество получаемого изображения. Благодаря этим преимуществам, ПЗС-сенсоры незаменимы в приборах для медицинских и биологических исследований, в спектроскопии, в системах неразрушающего контроля, измерительных приборах для научных исследований и других устройствах, предназначенных для получения высококачественного изображения. В последние годы многие ведущие производители разработали и выпускают целый ряд новых ПЗС-сенсоров с улучшенными параметрами, предназначенных для применения в видеоустройствах самого разного назначения.

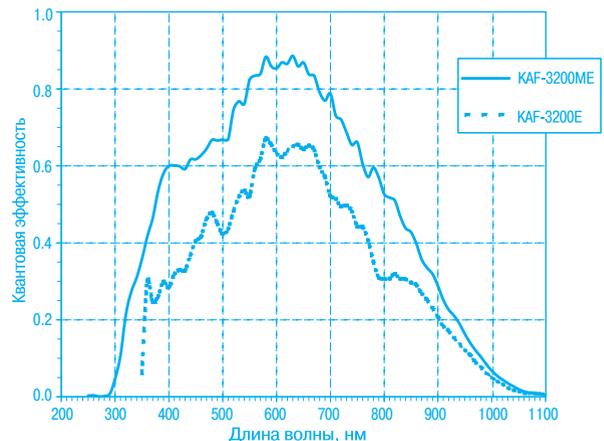
Высокая чувствительность нового ПЗС-сенсора CCD87 фирмы Marconi Applied Technology (<http://www.marconi.com>) позволяет получать высококачественное изображение объектов, имеющих незначительное люминесцентное излучение. Сенсор может найти применение в устройствах, предназначенных для проведения биологических исследований. Формат светочувствительной матрицы сенсора CCD87 составляет 512×512 чувствительных элементов (размер элемента 16×16 мкм), размер матрицы сенсора – 8.192×8.192 мм. Сенсор предназначен для работы в диапазоне температур от -120 до 75 °С.

Новый ПЗС-сенсор фирмы Sony (<http://www.sony.com>) типа HAD (Hole-Accumulation Diode) отличается повышенной чувствительностью к инфракрасному излучению с длиной волны 945 нм, что позволяет получать высококачественное изображение объектов даже в полной темноте. Этот сенсор можно использовать в системах скрытого наблюдения, приборах для научных исследований и во встроенных видеокамерах. Применение новой технологии при изготовлении ПЗС-сенсора позволило увеличить его чувствительность в четыре раза по сравнению с существующими аналогами.

Новый ПЗС-сенсор SI(A)028 фирмы Scientific Imaging Technologies (<http://www.site.com>) имеет матрицу 4000×4000 чувствительных элементов при площади элемента 12 мкм<sup>2</sup>. Большой динамический диапазон изображения (разрешение 14 разрядов), полу-

чаемого с помощью сенсора SI(A)028, позволяет использовать его в приборах для биомедицинских исследований, устройствах для контроля качества поверхности и других, в которых требуется высокая чувствительность. В сенсорах SI(A)028 реализована возможность регулирования коэффициента усиления, что позволяет изменять чувствительность сенсора и динамический диапазон.

Высокая чувствительность нового ПЗС-сенсора KAF-3200ME фирмы Kodak Scientific Imaging (<http://www.kodak.com>), матрица которого содержит 3.2 миллиона чувствительных элементов (размер элемента 6.8×6.8 мкм), обеспечивается за счет применения микролинз, что позволяет сфокусировать лучи падающего света на наиболее чувствительную область светочувствительных элементов матрицы. Сенсоры KAF-3200ME могут найти применение в микроскопах и приборах для астрономических наблюдений. Светочувствительная матрица сенсора имеет размеры 14.85×10.26 мм (формат матрицы 2184×1472 чувствительных элементов) и размещена в корпусе типа 24-DIP. При температуре 25 °С темновой ток составляет менее 10 пА/см<sup>2</sup>. Сенсор можно использовать для получения изображений в диапазоне длин волн от 300 до 1000 нм. Спектральная характеристика ПЗС-сенсоров KAF-3200E/ME приведена на рисунке. Динамический диапазон составляет 75 дБ, максимальная частота считывания – 15 МГц.



Спектральная характеристика ПЗС-сенсоров

ПЗС-сенсор TC253 фирмы Texas Instruments (<http://www.ti.com>) разработан для применения в черно-белом телевидении стандарта NTSC (National Television Standards Committee) и видеоустройствах компьютерной периферии. Сенсор TC253 имеет низкий уровень шумов и малые размеры. Формат светочувствительной матрицы сенсора составляет 680×500 чувствительных элементов (размеры элемента 7.4×7.4 мкм). Микросхема TC253 выпускается в корпусе 12-DIP и предназначена для работы в диапазоне температур от -10 до 45 °С.



## КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССОРЫ

В современных встроенных системах управления все чаще приходится совмещать функции управления/контроля и цифровой обработки сигналов. В последние годы на рынке появились новые комбинированные устройства, в полной мере выполняющие эти функции: ADSP-2153x (Blackfin) фирмы Analog Devices; TC1765 и TC1775, созданные на базе процессорного ядра TriCore фирмы Infineon; DSP56800 фирмы Motorola; процессорное ядро ST100/120 фирмы STMicroelectronics, краткие сведения о которых приведены в данной статье.

**В. Охрименко**

Создание для мультимедийных приложений устройств, реализованных в одной микросхеме (на одном кристалле), которые, кроме всего прочего, поддерживают высокоскоростную передачу данных по проводным линиям связи и радиоканалу, вызвало появление комбинированных устройств, предназначенных как для выполнения функций управления/контроля, так и цифровой обработки сигналов. Тем не менее, даже в устройствах, ориентированных на применение в приложениях, в которых, прежде всего, необходимо выполнять функции управления/контроля (к примеру, в устройствах цифрового управления электродвигателями, робототехнических системах, регуляторах приводов жестких дисков и т. п.), всегда полезно иметь специализированные модули, позволяющие ускорить выполнение операций, характерных для цифровой обработки сигналов. Это позволяет в конечном итоге создавать высокоточные и менее чувствительные к изменению параметров системы. В отличие от устройств, предназначенных, в первую очередь, для управления/контроля, которые должны отличаться быстрой реакцией на прерывания, возможностью эффективного выполнения побитовых операций и большим количеством портов ввода/вывода, в устройствах для обработки сигналов необходимо с большой скоростью выполнять специфические математические операции при ограниченных возможностях цифрового ввода/вывода. Существующие в настоящее время основные типы процессоров: микропроцессоры общего назначения; микроконтроллеры (MCU), цифровые сигнальные процессоры (DSP) ориентированы на вполне определенные сферы применения (рис. 1). Растущая потребность в комбинированных системах послужила стимулом для разработки новых архитектур и устройств, адаптированных для эффективной работы в этих системах [1-6].

Для успешного продвижения на рынок комбинированные устройства должны иметь меньшую стоимость

по сравнению с уже существующими, выполненными на отдельных модулях. Использование таких устройств, реализованных на одном кристалле, позволяет уменьшить габариты печатной платы, снизить потребляемую мощность, сократить стоимость и ускорить процесс отладки системы. Однако зачастую, поскольку круг решаемых задач все время расширяется, а сами задачи усложняются, устройства на базе одного процессорного ядра с традиционной архитектурой микроконтроллера или сигнального процессора не могут в полной мере удовлетворить требованиям, предъявляемым к комбинированным системам. Скорее, такие устройства должны состоять из нескольких вычислительных структур. К сожалению, интеграция нескольких микропроцессоров на одном кристалле не облегчает процесс создания программного обеспечения, поскольку всегда более предпочтительно использование набора команд одного процессорного ядра, чем нескольких. Кроме того, интеграция сигнального процессора и микроконтроллера на одном кристалле позволяет уменьшить габариты системы, но не устраняет потребность в межпроцессорном обмене данными.

Поскольку разработка нового и модификация существующего программного обеспечения весьма трудоемки и требуют значительных материальных затрат, скорость продвижения на рынок и время, затрачиваемое на создание программного обеспечения, напрямую связаны с возможностями и степенью интеграции программных и аппаратных средств разработки. Время, затрачиваемое на создание прикладного программного обеспечения, возможность модификации и повторного использования прикладных программ в последующих разработках – вот что не в последнюю очередь приходится учитывать при выборе микропроцессора. Всегда проще использовать набор команд одного процессора, чем нескольких, особенно если они имеют разные вычислительные структуры.



**Рис. 1. Сферы применения процессоров с разной архитектурой**

Чтобы минимизировать риск при проектировании, инженеры и программисты выбирают процессоры, с которыми они уже знакомы. Разработчик предпочтет микроконтроллер, имеющий необходимые характеристики и объем памяти для выполнения алгоритмов управления/контроля и обладает дополнительными возможностями для цифровой обработки сигналов, особенно, если уже имеет опыт работы с этим микроконтроллером и инструментальными средствами его отладки. Аналогично, специалист по программированию сигнальных процессоров будет включать инструкции управления/контроля в поток выполняемых команд сигнального процессора до тех пор, пока это не поставит под угрозу выполнение главной задачи – обработки сигналов. Разработчик будет всерьез рассматривать малознакомые ему универсальные микропроцессоры, сигнальные процессоры или микроконтроллеры только в том случае, если возможности уже освоенных процессоров недостаточны для выполнения проекта.

Специалисты по программному обеспечению, работающие с микроконтроллерами, большей частью имеют дело с несвязанными последовательными процессами и программируют чаще всего на языках высокого уровня (к примеру, С), пользуясь мощными инструментальными средствами разработки и отладки программного обеспечения и полагаясь на операционную систему реального времени. Программы, которые создаются для микроконтроллеров, более структурированы, что позволяет просто разделять их на отдельные независимые программные модули. Напротив, специалисты по программному обеспечению, работающие с сигнальными процессорами, обычно составляют программы на языке ассемблера, используют менее мощные инструментальные средства по сравнению с теми, которые существуют для микроконтроллеров. Кроме того, они очень хорошо знакомы с особенностями периферийного оборудования нижнего уровня и не могут позволить себе пользоваться преимуществами работы в среде операционной системы реального времени вследствие ее малой эффективности. Сигнальные процессоры имеют несколько встроенных шин данных, блоков памяти и большое количество вспомогательных специализированных регистров, что усложняет генерацию объектного кода компилятором. Микроконтроллеры имеют более унифицированную "дружественную" архитектуру. Кроме того, при составлении программ для сигнальных процессоров от программиста требуется хорошая математическая подготовка и глубокое понимание алгоритмов цифровой обработки сигналов (БПФ, цифровой фильтрации, свертки и т. п.). Эти различия незначительны, если обработка сигналов выполняется лишь для решения чисто научных задач, однако цифровая обработка сигналов в настоящее время используется во многих приложениях, что требует большего количества специ-

алистов по программному обеспечению, знакомых с методами и алгоритмами цифровой обработки сигналов. К сожалению, подавляющее большинство специалистов по программированию не имеет такого опыта работы с сигнальными процессорами, как с микроконтроллерами. В настоящее время ведущие производители сигнальных процессоров вкладывают значительные средства в разработку новых архитектур, которые позволили бы создать более эффективные инструментальные средства отладки сигнальных процессоров (на уровне существующих для микроконтроллеров). Большие средства выделяются также для финансирования университетских программ, что позволит увеличить число инженеров, способных эффективно программировать сигнальные процессоры.

До последнего времени наиболее часто устройства, осуществляющие одновременно цифровую обработку сигналов и управление, создавались на базе интегрирования стандартного микроконтроллера и сигнального процессора в одну систему, что означало либо увеличение количества дополнительных внешних компонентов на печатной плате, либо создание специализированной (заказной) интегральной микросхемы (Application Specific Integrated Circuit – ASIC). В настоящее время уже существуют стандартные микросхемы на базе двух вычислительных структур (два процессорных ядра на одном кристалле). В процессоре C5470 фирмы Texas Instruments на одном кристалле интегрированы базовое процессорное ядро сигнального процессора семейства C5000 и процессорное ядро ARM7 [1]. Еще один путь, позволяющий совместить функции управления/контроля и обработки сигналов, заключается в интеграции на одном кристалле ядра микроконтроллера и специализированных аппаратных ускорителей и контроллеров. Кроме того, очень часто в комбинированных системах использовались стандартные микроконтроллеры или сигнальные процессоры, т. е. однопроцессорные системы. Затем появились микроконтроллеры с модифицированной архитектурой, в которые были добавлены аппаратные модули для выполнения операций умножения. Аналогично в архитектуру некоторых сигнальных процессоров были включены вспомогательные периферийные устройства (таймеры, мощные контроллеры прерываний и т. п.), и кроме того, появилась возможность адресации большого объема внешней памяти и формирования сигналов выбора внешних устройств ввода/вывода. Однако, эти модифицированные процессоры не могут в полной мере удовлетворять требованиям, предъявляемым к современным системам управления. Вполне очевидно, что использование для обработки сигналов микроконтроллеров, а для реализации функций управления/контроля – сигнальных процессоров – не самое оптимальное решение при создании систем для многих приложений.

Фирмы Analog Devices (Blackfin), Infineon (TriCore),



Microchip (DSPic), Motorola (DSP-56800), STMicroelectronics (ST100/ST120) разработали комбинированные унифицированные архитектуры (микросигнальные архитектуры и на их базе – микросигнальные процессоры), оптимизированные для эффективного выполнения функций управления/контроля и обработки сигналов. В эти архитектуры включены не только аппаратные умножители, но и другие специализированные устройства, применяемые в сигнальных процессорах (несколько шин данных и блоков памяти, специальные генераторы адресов, контроллер прямого доступа к памяти и т. п.). Примером таких процессоров могут служить процессоры семейства ADSP-2153x (Blackfin) фирмы Analog Devices, которые созданы на базе архитектуры MSA (Micro Signal Architecture), разработанной совместно фирмами Analog Devices и Intel. Однако, новые комбинированные процессоры часто уступают традиционным сигнальным процессорам в скорости вычислений при цифровой обработке сигналов. Программная модель комбинированных процессоров хорошо адаптирована для выполнения функций управления/контроля и цифровой обработки сигналов и имеет четко выраженную регистровую структуру, что обычно характерно для микроконтроллеров. В комбинированных процессорах реализованы специализированные адресные генераторы и многоприоритетные системы обработки прерываний, а операции умножения/накопления в них выполняются в течение одного машинного такта. Для комбинированных процессоров созданы С-компиляторы, одинаково эффективно генерирующие код как для программ, выполняющих функции управления/контроля, так и для программ обработки сигналов. Комбинированные процессоры могут работать в среде операционной системы реального времени (Real Time Operating System – RTOS). На рис. 2 приведена структура программного обеспечения микросигнальных процессоров семейства ADSP-2153x.

В последние годы многие ведущие производители выпустили и продолжают разрабатывать на базе новых архитектур комбинированные (MCU-DSP) процес-

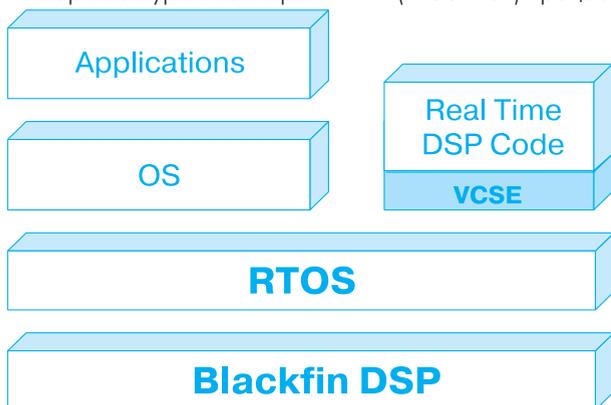


Рис. 2. Структура программного обеспечения ADSP-2153x

соры, среди которых следует отметить: ADSP-2153x и ADSP-2199x фирмы Analog Devices; TC1765, TC1775 и разрабатываемые TC1766, TC1796, TC2700 фирмы Infineon; DSP56800 фирмы Motorola; процессорное ядро ST100/120 фирмы STMicroelectronics.

ADSP-21535/2 – 16-разрядные процессоры с максимальной производительностью 600 ММАС (миллионов операций умножения с накоплением) при тактовой частоте 300 МГц и широким набором встроенных периферийных устройств. Новые ADSP-21533, серийный выпуск которых планируется на вторую половину 2003 года, будут отличаться повышенной производительностью (1000 ММАС при тактовой частоте 500 МГц). Набор инструкций процессорного ядра ADSP-2153x дополнен специальными инструкциями, позволяющими ускорить обработку аудио- и видеосигналов при использовании алгоритмов, применяемых в широко распространенных стандартах MPEG2, MPEG4, JPEG. В процессорах ADSP-2153x реализованы также новые возможности управления энергопотреблением, что позволяет использовать их во встроенных системах с батарейным питанием.

TC1765 и TC1775 – 32-разрядные микроконтроллеры, созданные на базе комбинированного процессорного ядра TriCore с тактовой частотой 40 МГц, отличаются расширенным набором встроенных периферийных устройств, среди которых следует отметить два независимых многофункциональных модуля таймеров, сопроцессор ввода/вывода, контроллер CAN-шины. Микроконтроллеры TC1765, TC1775 могут работать в диапазоне температур от -40 до 125 °С и предназначены для применения в системах управления автотранспортными средствами. Фирма Infineon на базе ядра TriCore разрабатывает новые микроконтроллеры TC1766, TC1796 и TC2700, которые от уже выпускаемых TC1765 и TC1775 будут отличаться повышенной тактовой частотой (от 150 до 400 МГц) и увеличенным объемом встроенной флэш-памяти.

DSP56F801/2/3/5/7 и DSP56F826/7, созданные на базе 16-разрядного процессорного ядра с фиксированной точкой, отличаются широкими функциональными возможностями и наличием встроенной флэш-памяти. Максимальная производительность этих процессоров составляет 40 MIPS (миллионов инструкций в секунду). Новые 16-разрядные процессоры DSP56852/3/4/5/7/8 работают на повышенной тактовой частоте 120 МГц и имеют производительность 120 MIPS. Процессорное ядро содержит три операционных блока, что дает возможность в течение одного машинного цикла выполнять шесть операций. В DSP5685x нет флэш-памяти, а программа начальной загрузки хранится во встроенной памяти типа ROM объемом 1 кбайт. Широкий набор встроенных в процессоры семейства DSP5680x периферийных устройств облегчает их интеграцию в системы управления самого разного назначения.

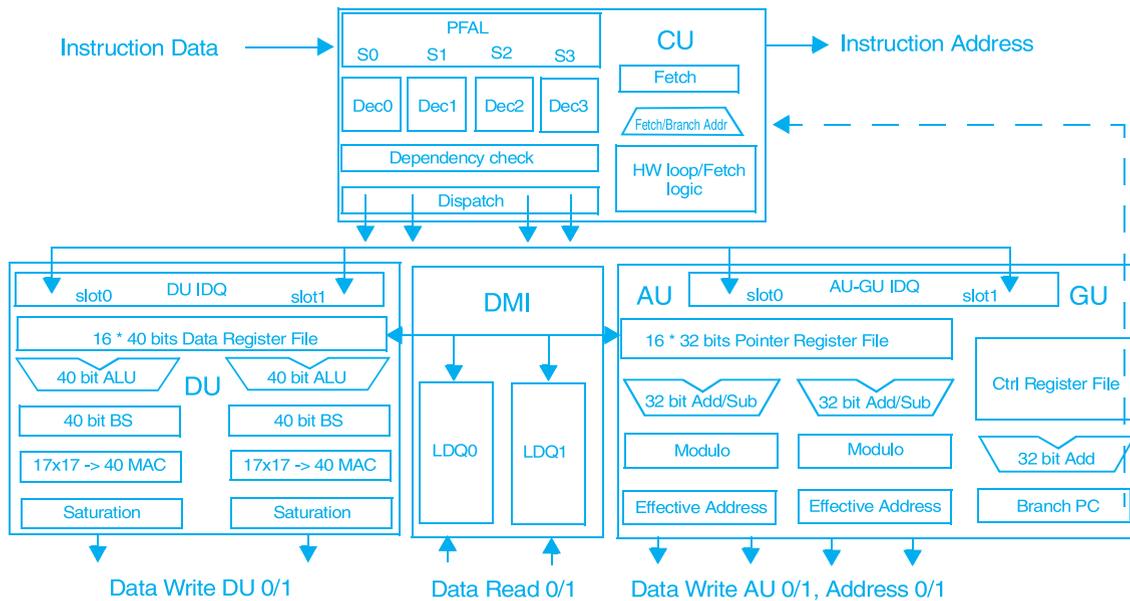


Рис. 3. Архитектура процессорного ядра ST120

Комбинированное (MCU-DSP) процессорное ядро ST100/120 было разработано для применения в качестве лицензионного вычислительного ядра в заказных микросхемах (ASIC) или SoC (System on a Chip). ST120 представляет собой 16-разрядное DSP-ядро/32-разрядное MCU-ядро, набор команд которого ориентирован на выполнение функций управления/контроля и цифровой обработки сигналов. В наборе инструкций ядра ST120 имеется три типа инструкций: GP16 (длина инструкций 16 разрядов); GP32 (длина инструкций 32 разряда) и SLIW (Scoreboarded Long Instruction Word), которые имеют длину 128 разрядов. Применение инструкций GP16 позволяет добиться минимального объема программного кода, применение инструкций GP32 позволяет реализовать максимальную производительность процессорного ядра при выполнении стандартных операций управления/контроля. Инструкции типа SLIW ориентированы на выполнение цифровой обработки сигналов. Архитектура процессорного ядра ST120 приведена на рис. 3 [6]. В структуре ядра ST120 имеются: блок управления (CU); блок формирования адресов (AU), в составе которого реализован блок управления (GU); блок обработки данных (DU); блок интерфейса с памятью (DMI). Блок обработки данных содержит два 40-разрядных арифметико-логических устройства (ALU); умножитель 17x17 разрядов; регистровый файл, включающий шестнадцать 40-разрядных регистров. В блоке DU могут выполняться арифметические и логические операции, а также операции нормализации данных. Блок DU поддерживает операции с целыми и дробными числами, представленными в разных форматах. С помощью блока DU выполняется обмен данными с внешними по отношению к ядру контроллерами памяти программ и данных. Для реализации на базе процессорного ядра

ST120 функционально законченного процессора фирма STMicroelectronics разработала также контроллеры памяти программ и данных (DMC и DMP), память данных типа SRAM объемом 16 кбайт с 32-разрядным входным портом, память программ объемом 32 кбайт с 128-разрядным входным портом и другие системные и периферийные устройства. В таблице приведены основные параметры процессорного модуля, построенного на базе ядра ST120 [6].

**Основные параметры процессорного модуля на базе ядра ST120**

Наименование параметра	Вариант исполнения		
	Напряжение питания ядра, В	1.8	1.3
Тактовая частота, МГц	200	100	
Производительность, ММАС	400	200	
Скорость обмена с памятью, Мбайт/с:	данных	1600	800
	программ	3200	1600

Более полную информацию о приведенных процессорах можно найти в сети Интернет по адресам: <http://www.analog.com>; <http://www.infineon.com>; <http://www.motorola.com>; <http://www.st.com>

**ЛИТЕРАТУРА:**

- Control and signal processing: Can one processor do it all? (<http://www.ednimag.com>).
- ADI's new Blackfin™ DSP – Sailing above the chop (<http://www.chipcenter>).
- <http://www.analog.com>
- <http://www.infineon.com>
- <http://www.motorola.com>
- ST120 DSP-MCU Core. Reference Guide Release 1.2. – STMicroelectronics (<http://www.st.com>).

## ПРОЦЕССОРЫ ADSP-2153x

Семейство процессоров ADSP-2153x (Blackfin) фирмы Analog Devices в ближайшем будущем пополнится новым – ADSP-21533, образцы которого должны появиться в первом квартале 2003 года, а освоение серийного выпуска намечено на вторую половину 2003 года. В статье приведены сведения о возможностях, архитектуре и основных параметрах процессоров ADSP-21535/532/533.

**В. Охрименко**

Все процессоры семейства ADSP-2153x созданы на базе архитектуры MSA (Micro Signal Architecture), разработанной совместными усилиями специалистов фирм Analog Devices и Intel. Преимущество архитектуры MSA заключается в том, что она одинаково хорошо адаптирована для выполнения высокоскоростной обработки сигналов и реализации функций управления/контроля [1-5]. Структурная схема наиболее интегрированного процессора ADSP-21535 приведена на рис. 1.

ADSP-21535/532/533 – 16-разрядные процессоры с фиксированной точкой. Максимальная производительность ADSP-21535/532 составляет 600 ММАС (миллионов операций умножения с накоплением) при тактовой частоте 300 МГц. Производительность нового ADSP-21533 будет составлять 1000 ММАС при тактовой частоте 500 МГц. Процессоры ADSP-21533 будут изготавливаться по технологии 0.13 мкм. По расположению выводов они совместимы с уже выпускаемыми процессорами ADSP-21532. Ориентировочная стоимость ADSP-21533 составит 17 долларов США в партии 10 тыс шт. В таблице приведены основные параметры процессоров ADSP-2153x.

Базовое процессорное ядро ADSP-2153x содержит вычислительные устройства, которые обычно используются в традиционных сигнальных процессорах, и, вместе с тем, в выполняемых командах имеются RISC-подобные инструкции, характерные для микроконтроллеров. Кроме того, имеются специальные инструкции, использование которых при обработке аудио- и видеосигналов позволяет ускорить вычисления, выполняемые по алгоритмам, применяемым в широко распространенных стандартах MPEG2, MPEG4, JPEG. Для процессоров семейства ADSP-2153x созданы эффективные компиляторы с языков высокого уровня (C и C++), что позволяет упростить процесс создания программного обеспечения по сравнению с тем, который обычно приходится выполнять в случае применения сигнальных процессоров других фирм. В процессорах ADSP-2153x имеется широкий набор встроенных периферийных устройств, обеспечивающих ин-

теграцию этих процессоров во встроенные системы самого разного назначения. Необходимо отметить, что самый мощный из процессоров семейства Blackfin ADSP-21535 имеет встроенный контроллер PCI-шины, поэтому его можно использовать в качестве сопроцессора для цифровой обработки сигналов в стандартных вычислительных системах на базе шины PCI. С учетом того, что ADSP-21535 можно использовать в качестве ведущего на PCI-шине, а также планируемого увеличения в ближайшем будущем тактовой частоты процессоров семейства ADSP-2153x до 1 ГГц, становится возможным создание на базе ADSP-21535 мощных универсальных открытых мультипроцессорных вычислительных систем самого широкого назначения. Снижение напряжения питания процессорного ядра ADSP-2153x позволило уменьшить потребляемую мощность. Кроме того, реализованная в процессорах система динамического управления энергопотреблением, с помощью которой можно в процессе работы изменять тактовую частоту процессорного ядра и пе-

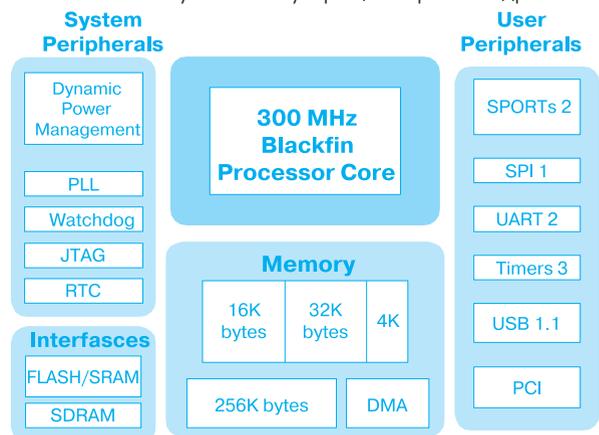


Рис. 1. Структурная схема процессора ADSP-21535  
Основные параметры процессоров ADSP-2153x

Наименование параметра	ADSP-21535	ADSP-21532	ADSP-21533
Процессорное ядро	16-разрядное		
Тактовая частота процессорного ядра, МГц	300		500
Производительность, ММАС	600		1000
Напряжение питания процессорного ядра, В	0.9...1.5	0.9...1.5	0.7...1.2
Встроенная память, кбайт	RAM	308	84
	ROM	–	32
Система ФАПЧ	+	+	+
Количество выводов и тип корпуса	256-PBGA	160-miniBGA	
Стоимость в партии 10 тыс. шт., \$	25	9.95	17

риферийных устройств, а также регулировать напряжение питания ядра от 0.9 до 1.5 В, позволила снизить уровень энергопотребления процессоров в приложениях, которые не требуют постоянной поддержки максимальной производительности. Возможность динамического управления энергопотреблением позволяет применять эти процессоры в мобильных портативных средствах связи (приемниках GSM/GPRS, мобильных телефонах и т. п.), встроенных системах с батарейным питанием, переносных измерительных приборах и многих других устройствах.

Архитектура процессоров ADSP-2153x основана на комбинированном процессорном ядре, ориентированном как на выполнение высокоскоростных вычислений при цифровой обработке сигналов, так и реализацию функций управления/контроля. Кроме того, процессоры ADSP-2153x содержат широкий набор встроенных периферийных контроллеров и устройств.

Процессорное ядро ADSP-2153x содержит два 32-разрядных арифметико-логических устройства (ALU1, ALU2), два 16-разрядных умножителя (MAC1, MAC2), адресные генераторы (DAG1, DAG2), устройство циклического сдвига (Shifter) и регистровый файл. Несколько вычислительных устройств позволяют реализовать два способа параллельной обработки данных. При параллельной обработке SIMD (Single Instruction Multiple Data – один поток команд, много потоков данных) выбираемые из памяти программ инструкции передаются для одновременного выполнения в несколько независимых вычислительных устройств. В вычислительных системах типа SIMD появляется возможность увеличить скорость вычислений при цифровой обработке сигналов в мультимедийных системах, однотипной многоканальной обработке, а также в других приложениях цифровой обработки сигналов. Кроме того, с помощью управляющего устройства процессорного ядра 32-разрядные инструкции можно интерпретировать как две 16-разрядные, что дает возможность одновременно выполнять две независимые операции. Более того, имеется возможность логичес-

кого разделения (расщепления) блоков ALU на четыре 8-разрядных видеоALU, что оказывается весьма полезным в случае обработки видеосигналов при применении алгоритмов, принятых в стандартах MPEG и JPEG. Архитектура процессорного ядра ADSP-2153x приведена на рис. 2. Каждый из блоков ALU может оперировать с 8-, 16- или 32-разрядными числами. Данные в ALU поступают из многопортового регистрового файла, который можно рассматривать как восемь 32-разрядных или шестнадцать 16-разрядных регистров. Два адресных генератора DAG1 и DAG2 обеспечивают одновременную адресацию двух операндов. С помощью адресных генераторов реализуется циклическая и бит-реверсивная адресация. В процессорном ядре в течение одного машинного цикла могут выполняться две операции в независимых ALU, две пересылки 32-разрядных слов данных (две операции чтения или одна – записи и одна – чтения), осуществляться модификация адресных регистров и счетчика циклов. В инструкциях, выполняемых процессорным ядром, кодируется несколько операций, что характерно для сигнальных процессоров и позволяет использовать все вычислительные ресурсы ядра. Вместе с тем, в инструкциях реализовано много особенностей, характерных для инструкций, обычно используемых в микроконтроллерах. В наборе команд ADSP-2153x имеются команды, выполняющие перестановку битов, операции с отдельными битами, очистку и модификацию отдельных битов, целочисленные операции с 8- и 16-разрядными данными. Длина инструкций составляет 16 или 32 разряда. Наиболее часто используются инструкции, имеющие длину 16 разрядов.

В ADSP-2153x реализована многоуровневая структура памяти. Адресуемое пространство ADSP-21535 составляет 4 Гбайт. Память делится на встроенную и внешнюю. Структура памяти процессора ADSP-21535 приведена на рис. 3. Встроенная память типа RAM имеет объем 308 кбайт и состоит из трех банков памяти первого уровня L1 и одного банка памяти второго уровня L2. Обмен данными между про-

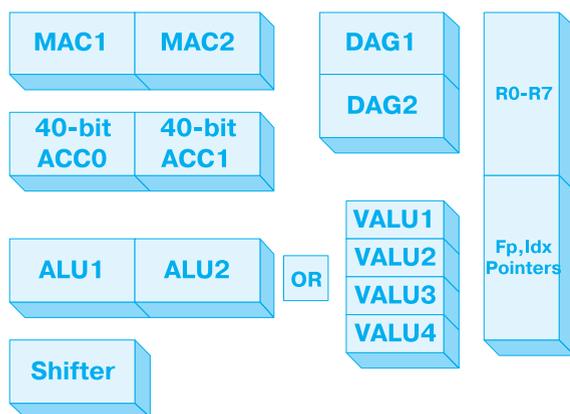


Рис. 2. Архитектура процессорного ядра ADSP-2153x

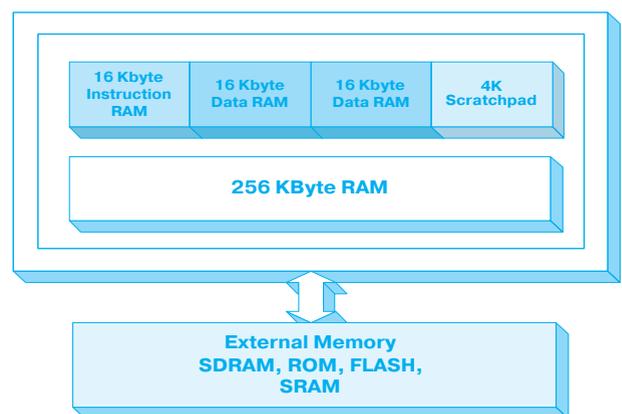


Рис. 3. Структура памяти процессора ADSP-21535

цессорным ядром и банками памяти первого уровня осуществляется с максимально возможным быстродействием. Объем памяти первого уровня составляет 52 кбайт, второго уровня – 256 кбайт. Первый банк памяти первого уровня объемом 16 кбайт используется для хранения программного кода и может быть конфигурирован как кэш-память или память с произвольным доступом (RAM). Второй банк объемом 32 кбайт (два блока по 16 кбайт каждый) используется для хранения данных, кроме того, этот банк памяти может быть конфигурирован как кэш-память. Третий банк объемом 4 кбайт представляет собой дополнительную память первого уровня, которая может использоваться в качестве памяти с произвольным доступом для хранения временных данных или стека. Память второго уровня предназначена для хранения данных и/или программного кода и может использоваться только как память с произвольным доступом. Обмен данными между процессорным ядром и памятью второго уровня может выполняться в пакетном режиме. Процессорное ядро ADSP-21535 связано с банком памяти второго уровня 64-разрядной шиной данных, что при тактовой частоте ядра 300 МГц обеспечивает максимальную скорость обмена данными (порядка 2.4 Гбайт/с). Обмен с внешней памятью выполняется по 32-разрядной (ADSP-21535) или 16-разрядной (ADSP-21532) шине данных. В качестве внешней памяти можно применять память типа SRAM, SDRAM, ROM или флэш.

Многоканальный контроллер прямого доступа к памяти (DMA) выполняет пересылки данных между встроенными периферийными устройствами и областями памяти как встроенной, так и внешней, а также между отдельными областями адресуемого пространства памяти. Контроллер внешней памяти поддерживает высокоскоростной обмен данными с внешней синхронной динамической памятью типа SDRAM (стандарт PC133), асинхронной памятью SRAM или ROM, а также флэш. Обмен данными с асинхронной памятью может выполняться как в 32-разрядном, так и 16-разрядном формате. В первом случае реализуется высокоскоростной обмен данными, во втором – снижается стоимость внешней памяти, а следовательно, и стоимость системы в целом. В качестве внешней памяти типа флэш фирма Analog Devices рекомендует использовать микросхемы системной памяти DSM (DSP System Memory), которые были разработаны фирмой STMicroelectronics (при участии фирмы Analog Devices) специально для применения с процессорами семейства ADSP-2153x.

В процессоре ADSP-21535 имеется контроллер PCI-шины (32-разрядная шина данных, тактовая частота 33 МГц), полностью соответствующей требованиям стандарта PCI Local Bus Specification (Revision 2.2). Контроллер PCI-шины может реализовывать функции

ведущего (master) и целевого (target) устройства на шине PCI.

В процессорах ADSP-2153x имеется широкий набор встроенных системных и периферийных устройств: три универсальных таймера общего назначения; "сторожевой" таймер и таймер реального времени; система ФАПЧ; система динамического управления энергопотреблением; последовательные порты SPI, SPORT и USB (ADSP-21535). В процессоре ADSP-21532 реализованы интерфейсы I<sup>2</sup>S (восемь стереоканалов) и CCIR-656, широко используемые в профессиональной аудио- и видеоаппаратуре. В последовательных портах SPORT реализован аппаратный компандер (μ- или А-закон), отвечающий требованиям спецификации стандарта G.711. Кроме того, контроллеры портов SPORT поддерживают протоколы многоканальной (24 или 32 канала) передачи данных, принятые в стандартах H.100, H.110, MVIP-90 и HMVIP. Последовательные порты SPI предназначены для организации обмена данными со стандартными внешними устройствами (кодеками, АЦП, ЦАП и другими). Контроллер SPI-порта поддерживает два режима работы: ведущий (master) и ведомый (slave). С помощью контроллера UART-порта можно осуществлять передачу данных через инфракрасный канал связи (IR-протокол). Отладка процессоров семейства ADSP-2153x осуществляется через JTAG-порт. Управление передачей данных через все последовательные порты может осуществляться с помощью контроллера DMA. Система динамического управления энергопотреблением позволяет реализовать новые возможности по снижению энергопотребления, что открывает широкие перспективы для применения этих процессоров в портативных переносных устройствах с ограниченными энергоресурсами.

Подводя итоги, следует еще раз подчеркнуть: микросигнальная архитектура MSA [5] позволила создать новый класс процессоров – комбинированных процессоров, которые оптимизированы для выполнения высокоскоростной цифровой обработки сигналов и функций управления/контроля (последнее ранее было характерно преимущественно для микроконтроллеров). Кроме того, новая унифицированная модель программирования устраняет все проблемы, традиционно связанные с неоднородностью вычислительных систем, построенных на базе нескольких процессоров. В подобных системах цифровая обработка сигналов и функции управления/контроля выполнялись процессорами с разной архитектурой. Новые процессоры семейства ADSP-2153x одинаково хорошо адаптированы как для цифровой обработки видео- и аудиосигналов, так и для реализации функций управления/контроля. Кроме того, в процессорах ADSP-2153x интегрирован ряд периферийных устройств, что позволяет легко встраивать эти процессоры в разные системы.

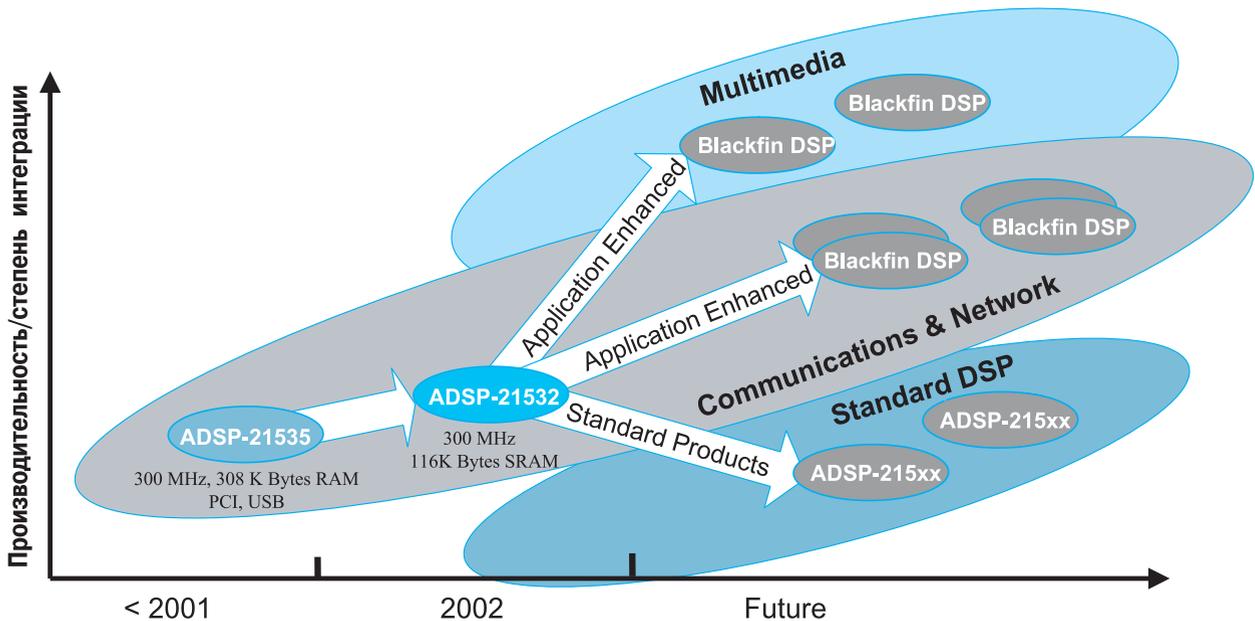


Рис. 4. Диаграмма развития процессоров семейства ADSP-2153x (Blackfin)

Фирма Analog Devices планирует в ближайшие годы выпустить новые модификации процессоров семейства ADSP-2153x, которые будут отличаться увеличенной тактовой частотой и расширенными функциональными возможностями. Основные сферы применения процессоров ADSP-2153x: средства телекоммуникаций, мультимедийные средства, системы управления и устройства для сетевых приложений. На рис. 4 приведена диаграмма развития процессоров семейства ADSP-2153x [1].

Более подробную информацию о комбинированных процессорах ADSP-2153x можно найти в сети

Интернет по адресу: <http://www.analog.com>

#### ЛИТЕРАТУРА:

- 16-bit DSP Products. New Product Sales Training, Europe, Fall 2002. – Analog Devices, 2002.
- ADSP-21535 Preliminary Technical Data. – Analog Devices, 7/02.
- ADI's New Blackfin™ DSP – Sailing above the chop (<http://www.chipcenter>).
- Blackfin DSP (<http://www.analog.com>).
- Control and signal processing: Can one processor do it all? (<http://www.ednmag.com>).

## 32-РАЗРЯДНЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ФИРМЫ INFINEON

В статье приведены сведения о возможностях и особенностях архитектуры 32-разрядных микроконтроллеров TC1765 и TC1775 фирмы Infineon.

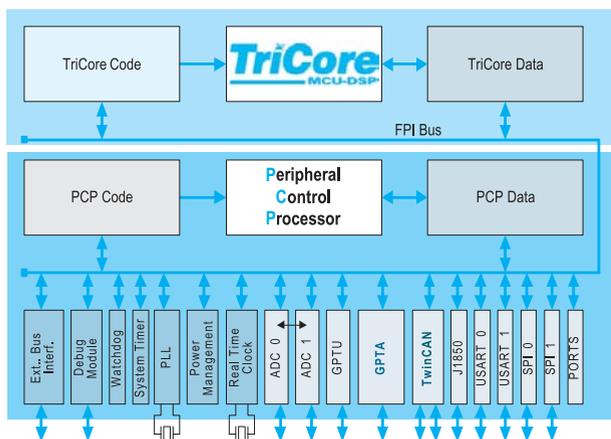
**В. Охрименко**

Микроконтроллеры TC1765, TC1775 фирмы Infineon были разработаны для применения, в первую очередь, в системах управления автотранспортными средствами. Вычислительной мощности TC1765, TC1775 достаточно для реализации сложных алгоритмов управления электромагнитными клапанами в системе сцепления и трансмиссии и работой двигателя внутреннего сгорания. Микроконтроллеры TC1765,

TC1775 – образцы нового класса процессоров, ориентированных на высокоскоростную цифровую обработку сигналов и эффективное выполнение операций управления/контроля [1-3].

Архитектура TC1765, TC1775 включает 32-разрядное комбинированное (MCU-DSP) процессорное ядро TriCore, большой объем встроенной памяти и широкий набор периферийных устройств. Кроме того, в составе микроконтроллера TC1775 имеется 32-разрядный сопроцессор ввода/вывода (Peripheral Control Processor – PCP). В TC1765 вместо PCP реализован восьмиканальный контроллер прямого доступа к памяти (DMA). Структурная схема наиболее интегрированного микроконтроллера TC1775 приведена на рисунке. Максимальная тактовая частота микроконтроллеров





**Структурная схема микроконтроллера TC1775**

TC1765, TC1775 составляет 40 МГц, при этом длительность выполнения большинства инструкций составляет 25 нс. Длина инструкций может быть 16 или 32 разряда. Процессорное ядро может выполнять операции с битами, байтами, 16-, 32- и 64-разрядными словами. Пересылки данных между блоками встроенной памяти и периферийными устройствами осуществляются по 32-разрядной периферийной шине данных (Flexible Peripheral Interface – FPI) с помощью сопроцессора ввода/вывода (TC1775) или контроллера DMA (TC1765). Сопроцессор ввода/вывода может, кроме того, выполнять логические и арифметические операции, а также операции типа "чтение-модификация-запись". Процессорное ядро и сопроцессор ввода/вывода могут обрабатывать более ста запросов на прерывания. Для процессорного ядра и сопроцессора выделены по два независимых блока памяти (один – программ, один – данных). Пересылка данных между процессорным ядром и памятью данных выполняется по 128-разрядной шине, выборка инструкций из блока памяти программ – по 64-разрядной шине. Сопроцессор ввода/вывода, четыре блока памяти и все встроенные периферийные устройства объединены периферийной шиной FPI. Обмен данными с внешними устройствами ввода/вывода и внешней памятью осуществляется по 32-разрядной шине данных, адресация – по 24-разрядной шине. В микроконтроллере TC1775 объем памяти, выделенной для процессорного ядра, составляет 32 кбайт (память типа RAM), кроме того, имеется кэш-память объемом 1 кбайт (память типа RAM). Память типа ROM объемом 4 кбайт используется для хранения кода начальной загрузки. Объем памяти данных составляет 40 кбайт. Память для сопроцессора ввода/вывода – типа RAM (память программ объемом 16 кбайт и память данных объемом 4 кбайт). В микроконтроллере TC1765 общий объем выделенной для процессорного ядра встроенной памяти типа RAM составляет 48 кбайт, из которых память программ – 16 кбайт. Память типа ROM объемом 8 кбайт используется для хранения кода начальной загрузки.

В микроконтроллерах TC1765, TC1775 интегрирован ряд периферийных устройств, что позволяет применять их в системах управления любой сложности, в том числе системах реального времени. В микроконтроллерах TC1765, TC1775 имеются: два блока универсальных многофункциональных таймеров; два 16-канальных АЦП; таймер реального времени (RTC); "сторожевой" таймер; 56-разрядный системный таймер; цифровая система ФАПЧ (PLL); модуль управления энергопотреблением; контроллер CAN-шины (два канала); контроллер передачи данных с протоколом, принятым в стандарте J1850. Обмен данными со стандартными внешними устройствами осуществляется через последовательные порты USART (два порта) и SPI (два порта). Модуль таймеров GPTU (General Purpose Timer Unit) содержит три 32-разрядных таймера (T0, T1, T2), которые можно использовать как 8- или 16-разрядные. С помощью объединения таймеров T0 и T1 можно образовать один 64-разрядный таймер. Модуль таймеров GPTA (General Purpose Timer Array) кроме многоразрядных таймеров содержит модули входного захвата и выходного сравнения, что позволяет генерировать многоканальный ШИМ-сигнал.

Каждый из блоков АЦП с разрешением 8, 10 или 12 разрядов обеспечивает время преобразования 5 мкс (при тактовой частоте 40 МГц и разрешении 10 разрядов). Количество разрядов выходного кода АЦП устанавливается на программном уровне. Напряжение входного сигнала составляет 5 В.

CAN-контроллер позволяет реализовать в сети CAN два независимых узла. CAN-контроллер полностью соответствует требованиям спецификации Bosch Specification v2.0 part B и поддерживает работу с 11- или 29-разрядным идентификатором. CAN-контроллер может принимать до тридцати двух сообщений, имеет усовершенствованный модуль приемного фильтра и другие стандартные устройства для реализации протокола передачи данных по CAN-шине.

Микросхемы микроконтроллеров TC1765, TC1775 предназначены для работы в диапазоне температур от -40 до 125 °С и выпускаются в корпусах P-BGA-329 (TC 1775) и P-LBGA-260 (TC1765) [2, 3].

Более подробную информацию о микроконтроллерах TC1765 и TC1775, примерах их использования и предлагаемых фирмой Infineon отладочных средствах можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.infineon.com>

#### ЛИТЕРАТУРА:

- 32-bit single-chip Microcontroller TriCore family TC1765. Advance information. – Infineon, 2002.
- TC1775. Advanced 32-bit TriCore™ – based Microcontroller for automotive embedded control applications (<http://www.infineon.com>).
- AUD01-SAK-TC1775-L40E. Highly integrated 32-bit Microcontroller for automotive and industrial applications (<http://www.infineon.com>).

# СМЕСИТЕЛИ И АНАЛОГОВЫЕ МОДУЛЯТОРЫ/ДЕМОДУЛЯТОРЫ ДЛЯ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

Описываются аналоговые микросхемы серии AD834x фирмы Analog Devices, предназначенные для преобразования частоты, модуляции и демодуляции сигналов в приемопередающей радиоаппаратуре.

**В. Голуб**

В современных системах радиосвязи (GSM, CDMA, GPRS, ISM и др.) используются диапазоны частот до нескольких гигагерц, что обуславливает применение аналоговых устройств для усиления сигналов, преобразования частоты (повышающего – в передатчиках, понижающего – в приемниках), а также для модуляции и демодуляции ВЧ сигналов (без преобразования в ПЧ). Для указанных целей фирма Analog Devices выпускает интегральные микросхемы (ИМС) серии AD831/AD834x [1-6], в состав которой входят смесители AD831/AD8343, квадратурные модуляторы AD8345/6/9 и демодуляторы AD8347/8.

**Смесительный элемент.** В рассматриваемых микросхемах основным элементом является двойной балансный смеситель типа "Gilbert-Cell"\*. Этот смеситель (рис. 1) содержит четыре транзистора и имеет дифференциальные входы и выход. На эмиттерный вход сигнал подается обычно через преобразователи "напряжение-ток", выполненные в одном кристалле со смесителем. Выходной сигнал снимается с коллекторных цепей.

**ИМС смесителей AD831 и AD8343.** Структурная схема ИМС AD831 показана на рис. 2, где смеситель обозначен как "⊗". Микросхема имеет два дифференциальных входа, на один из которых (RFP, RFN) подается преобразуемый сигнал, а на другой (LOP, LON) – сигнал гетеродина. Выходной сигнал смесителя может подаваться на встроенные резисторы нагрузки и малощумящий усилитель с несим-

метричным выходом. Основное назначение микросхемы AD831 – понижающее преобразование частоты. Максимальные значения частот на входе и выходе 500 и 250 МГц соответственно.

Назначение микросхемы более высокочастотного смесителя AD8343 – понижающее и повышающее преобразование частоты, причем в приемниках – для частот входного сигнала до 2.4 ГГц, а в передатчиках – для частот выходного сигнала до 1.9 ГГц. В составе микросхемы AD8343, в отличие от AD831 и других микросхем рассматриваемой серии, нет преобразователей "напряжение-ток", в связи с чем источник преобразуемого сигнала должен быть источником тока.

**ИМС квадратурных модуляторов AD8345/6/9.** Модуляторы односторонней полосы, взаимно совместимы, отличаются, в основном, частотными свойствами и предназначены, прежде всего, для получения модулированных сигналов с одной боковой полосой (SSB) и манипулированных типа КАМ (QAM). Структурная схема микросхемы AD8346

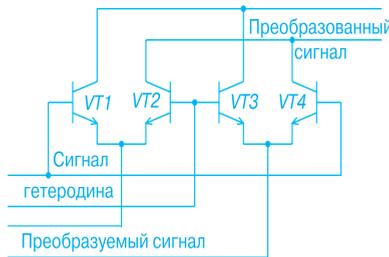


Рис. 1. Схема двойного балансного смесителя типа "Gilbert-Cell"

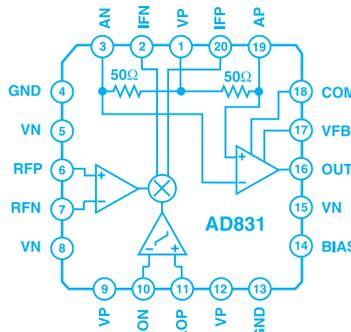


Рис. 2. Структурная схема микросхемы смесителя AD831

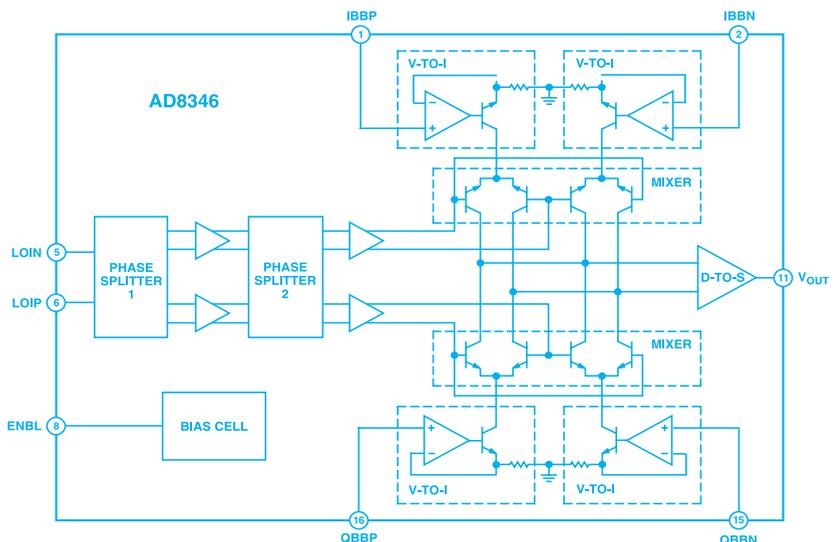


Рис. 3. Структурная схема микросхемы модулятора AD8346

\* Изобретателем смесителя типа "Gilbert-cell" является Barrie Gilbert, директор ADI Northwest Labs (фирма Analog Devices).

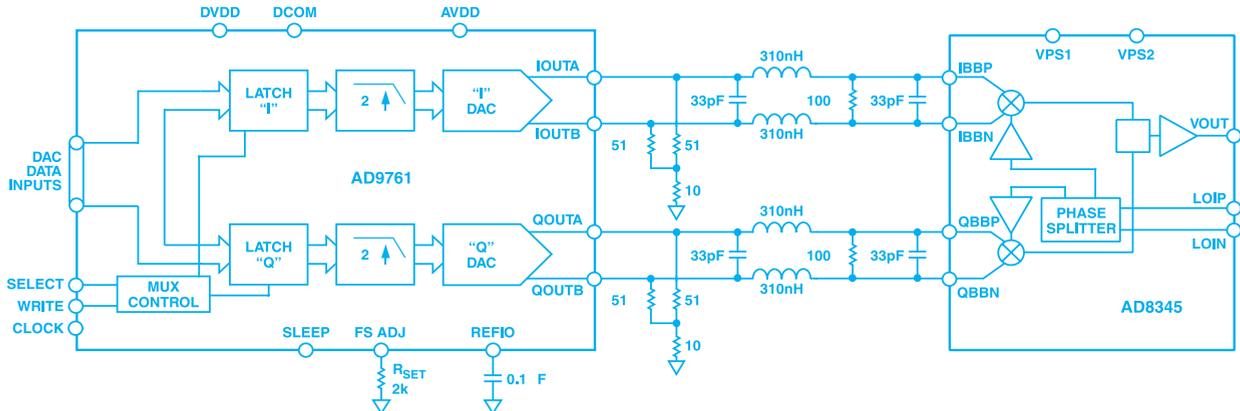


Рис. 4. Использование микросхемы квадратурного ЦАП AD9761 в качестве источника модулирующего сигнала для микросхемы AD8345

приведена на рис. 3, схемы AD8345/9 аналогичны. Квадратурные составляющие модулирующего сигнала подаются на смесители через преобразователи "напряжение-ток", а сигнал гетеродина – через двухкаскадный фазовращатель, формирующий две составляющие, сдвинутые по фазе на 90°. Выходы смесителей соединены, и в нагрузку сигналы суммируются. Выходной сигнал микросхемы описывается выражением:

$$a(t) = A(t)\cos[\omega_0 t + \Delta\phi(t)],$$

где  $A(t)$  и  $\Delta\phi(t)$  – модулированные амплитуда и изменение фазы выходного сигнала.

На рис. 4 приведен пример использования микросхемы AD9761 квадратурного интерполирующего ЦАП типа TxDAC+ в качестве источника модулирующего сигнала для микросхемы AD8345. Между AD9761 и AD8345 включены ФНЧ, обеспечивающие фильтрацию выходных сигналов ЦАП.

Модуляторы AD8345/6/9 могут

использоваться в качестве квадратурных повышающих преобразователей частоты, обеспечивающих при переносе спектра сигнала подавление одной боковой полосы без фильтрации. В [3, 7] приведены примеры схем формирователей модулированных сигналов в диапазонах частот 0.25...1 и 0.8...2.5 ГГц, выполненных на микросхемах циф-

ровых модуляторов AD9773/5/7, AD9854 и используемых в качестве преобразователей частоты ИМС аналоговых модуляторов AD8345/6.

ИМС квадратурных демодуляторов AD8347/8. На рис. 5 показана структурная схема AD8347. Микросхема содержит два смесителя (по одному в каждом из каналов, I и Q), на входы которых посту-

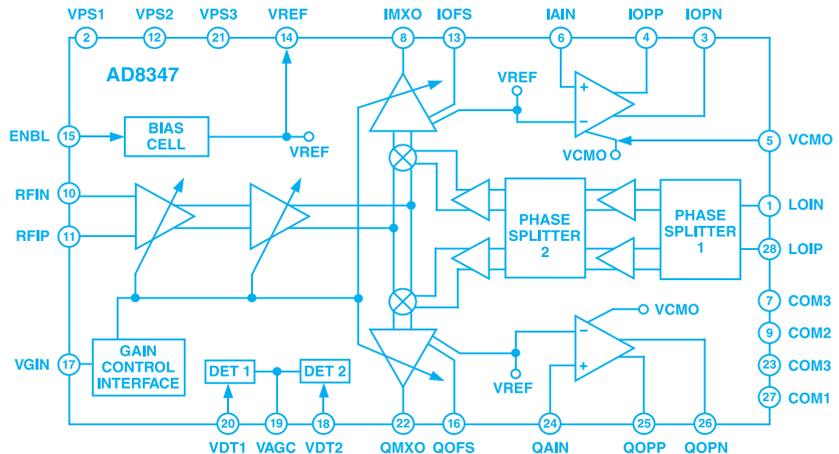


Рис. 5. Структурная схема микросхемы демодулятора AD8347

Основные характеристики микросхем аналоговых смесителей, квадратурных модуляторов и демодуляторов, выпускаемых фирмой Analog Devices

Тип ИМС	AD831AP	AD8343ARU	AD8345ARE	AD8346ARU	AD8349ARE	AD8347ARU	AD8348
Назначение	Смеситель		Модулятор			Демодулятор	
Частота сигнала (макс.), МГц:	входного	400	2400	150	80 (-3дБ)	70 (-3дБ)	200 (-3дБ)
	опорного	400	$\Delta f$				
	выходного	200	425	1900	250...1000	800...2500	800...2700
ИП <sub>з</sub> /ОИП <sub>з</sub> , дБм	24/-	16.5/-	13.4/-	-/25	-/20	-	11.5/-
Напряж. питания, В	$\pm(4.5...5.5)$		4.5...5.5			2.7...5.5	
Ток потребления, мА	125	75	78	55	107	80	48
Температура, °С	Рабочая -40...85, хранения -65...150						
Тип корпуса	20 PLCC	14 TSSOP	16 HTSSOP	16 TSSOP	28 HTSSOP	28 TSSOP	
Оценочная плата	-	AD8343-EVAL	AD8345-EVAL	AD8346-EVAL	AD8349-EVAL	AD8347-EVAL	+

пает через двухкаскадный усилитель с АРУ один и тот же дифференциальный сигнал. На другие входы смесителей поступают квадратурные составляющие сигнала гетеродина, сформированные двухкаскадным фазовращателем. С выходов смесителей сигналы через усилители (также имеющие АРУ) поступают на выходы IMXO и QMXO и далее на внешние RC-цепи активных ФНЧ, усилители которых находятся в рассматриваемой микросхеме (выводы IAIN, QAIN и др.). Кроме того, выходы IMXO и QMXO также подключают к детекторам АРУ (DET 1 и DET 2), а их общий выход – к выводу VGIN цепи управления АРУ. В результате демодуляции входного сигнала на выходах вышеупомянутых ФНЧ формируются

квадратурные составляющие:

$$I(t) = A(t)\cos\Delta\varphi(t); Q(t) = A(t)\sin\Delta\varphi(t),$$

описывающие демодулированный сигнал в прямоугольной системе координат.

Микросхема AD8348 аналогична AD8347 и отличается меньшим током потребления и сниженной с 2.7 до 1 ГГц верхней границей диапазона рабочих частот. Кроме того, AD8348 содержит дополнительный переключатель входного сигнала для подключения входа демодулятора через усилитель, имеющий регулируемый коэффициент усиления.

Основные характеристики рассмотренных микросхем приведены в таблице.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Short Form 2000 Designers'

Guide. – Analog Devices, 2000.

2. New Products. – Analog Devices, 2001, No 1.

3. Analog Devices' Data Sheets: AD831 (Rev. B, 1995); AD8343 (Rev. A, 2002); AD8345 (Rev. 0, 2001); AD8346 (Rev. 0, 1999); AD8347 (Rev. 0, 2001); AD8348 (Pr. Rev. C, 2002); AD8349 (Rev. PrG, 2002).

4. RF and Communications. – The Analog Devices Solutions Bulletin, Oct./Nov., 2001.

5. High-Speed Converters. – The Analog Devices Solutions Bulletin, Mar., 2002.

6. RF IC Product Overview. – Analog Devices, Jan., 2001.

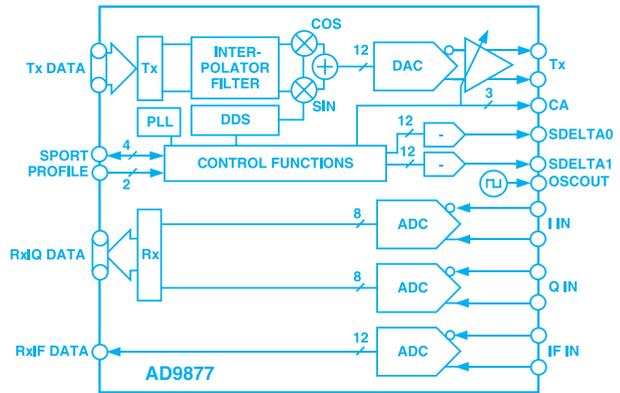
7. R. Cushing. Single-Sideband Up-conversion of Quadrature DDS Signals to the 800-to-2500-MHz Band. – Analog Dialogue, No 3, v. 34.

## НОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ МОДЕМОВ, РАБОТАЮЩИХ В СТАНДАРТЕ DOCSIS

Фирмой Analog Devices на базе ИМС AD9873 разработаны новые микросхемы AD9877/9, содержащие цифровой квадратурный модулятор с ЦАП на выходе (для передающего тракта) и набор АЦП (для многоканального приемного тракта). Структурная схема ИМС AD9877 приведена на рисунке (схема AD9879 имеет некоторые отличия).

Передающая часть микросхем содержит: преобразователь входного сигнала, представленного в 6-разрядном параллельно-последовательном коде, в квадратурные составляющие I и Q, представленные в 12-разрядном параллельном коде; двухканальный интерполятор (интерполирующий фильтр); квадратурный модулятор; DDS-синтезатор с квадратурным выходом; 12-разрядный ЦАП. DDS-синтезатор используется в AD9877/9 как источник несущего колебания для модулятора. В AD9879 между модулятором и ЦАП для компенсации неравномерности его АЧХ может включаться частотный корректор с характеристикой  $\text{sinc}^{-1}(x)$ . В передающей части максимальные частоты отсчетов на входе ИМС и входе ЦАП составляют 58 и 232 МГц соответственно. Выходной ток ЦАП 4...20 мА.

Приемная часть AD9877 содержит два 8-разрядных АЦП конвейерного типа с частотой дискретизации 16.5 МГц для квадратурных составляющих I и Q демодулированного сигнала. На выходе этих АЦП формируется параллельно-последовательный 4-разрядный код. Приемная часть содержит также 12-разрядный АЦП с частотой дискретизации 33 МГц для преобразования сигнала промежуточной частоты (ПЧ). Приемная



**Структурная схема микросхемы AD9877**

часть AD9879 отличается от AD9877 тем, что в ней разрядность I/Q АЦП уменьшена с 8 до 6, а для преобразования сигнала ПЧ в микросхеме имеются два АЦП с частотой дискретизации 33 МГц: 12- и 10-разрядные. 12-разрядный АЦП в составе AD9879 может использоваться для преобразования видеосигнала.

Напряжение питания микросхем 3.9 В, диапазон рабочих температур от -40 до +85 °С, корпус типа 100-MQFP.

Микросхемы AD9877/9 предназначены для использования в кабельных модемах, работающих в стандартах MCNS-DOCSIS и EuroDOCSIS (DOCSIS – Data-Over-Cable Service Interface Specifications). К выходу передающей части микросхем AD9877/9 подключаются микросхемы серии AD832x драйверов кабельных линий связи.

## Усилители

Сентябрь 2002

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

## В этом номере

Недорогие быстродействующие ОУ с полевыми транзисторами на входе .....	20
Высококачественные ОУ с полевыми транзисторами на входе .....	21
Сверхточные ОУ с полевыми транзисторами на входе .....	21
Высоковольтный ОУ с одним источником питания .....	22
Маломощные усилители с автоматической коррекцией смещения нуля .....	22
ОУ с напряжением питания 1.8 В .....	23
Высококачественный низковольтный усилитель AD8515 .....	23
Таблица параметров микросхем высококачественных усилителей .....	24
Таблица параметров микросхем измерительных усилителей .....	25
ОУ типа voltage feedback .....	26
Быстродействующий ОУ с малыми искажениями .....	26
Недорогие усилители rail-to-rail по выходу .....	27
Дифференциальный усилитель AD628 .....	27
Прецизионный измерительный усилитель AD8225 .....	28
Драйверы линии для кабельного TV .....	28
Эффективный усилитель для абонентских линий связи типа ADSL .....	29
Усилитель промежуточной частоты с управляемым коэффициентом усиления .....	30

## Недорогие усилители с полевыми транзисторами на входе

При использовании усилителей с полевыми транзисторами на входе разработчики до последнего времени сталкивались с проблемой выбора ОУ с оптимальными параметрами. Недорогие усилители имели, как правило, невысокие параметры, а высококачественные отличались высокой стоимостью. Ситуация кардинально изменилась с появлением нового класса ОУ фирмы Analog Devices, получившего название **Fast FET™**. К классу Fast FET относятся высококачественные усилители, сочетающие особенности ОУ с полевыми транзисторами на входе и преимущества нового технологического XFCSB-процесса. Эти усилители отличаются высокой точностью на постоянном токе, имеют малое смещение и входной ток не более единиц пикоампер, низкий дрейф и уровень шумов. В то же время по быстродействию данные усилители сравнимы с биполярными. Некоторые ОУ этого класса являются rail-to-rail по выходу. Но самой существенной особенностью усилителей класса Fast FET является низкая стоимость. Сочетание высоких параметров с низкой стоимостью позволяет использовать данные ОУ везде, где требуется обеспечить высокую скорость обработки сигналов.



В настоящем бюллетене представлены новые высокоточные и быстродействующие усилители фирмы Analog Devices с полевыми транзисторами на входе, на основе которых могут быть построены измерительные высокочастотные усилители, драйверы для абонентских линий и ОУ с регулируемым коэффициентом усиления.



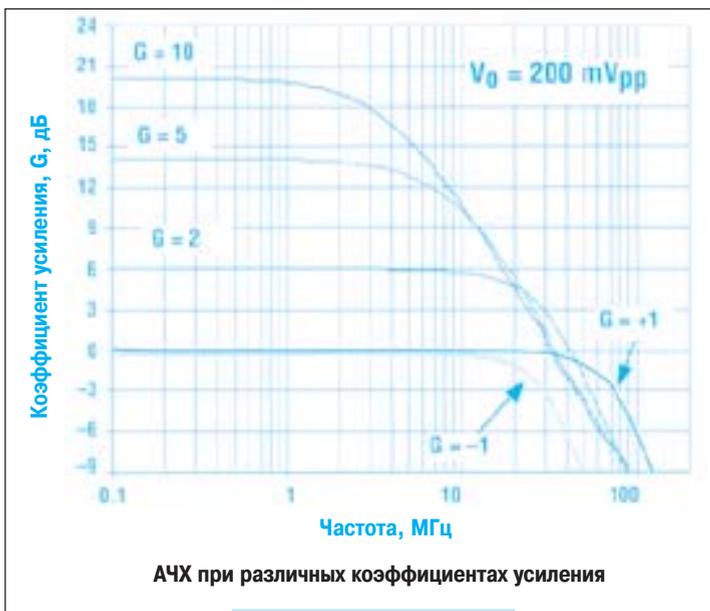
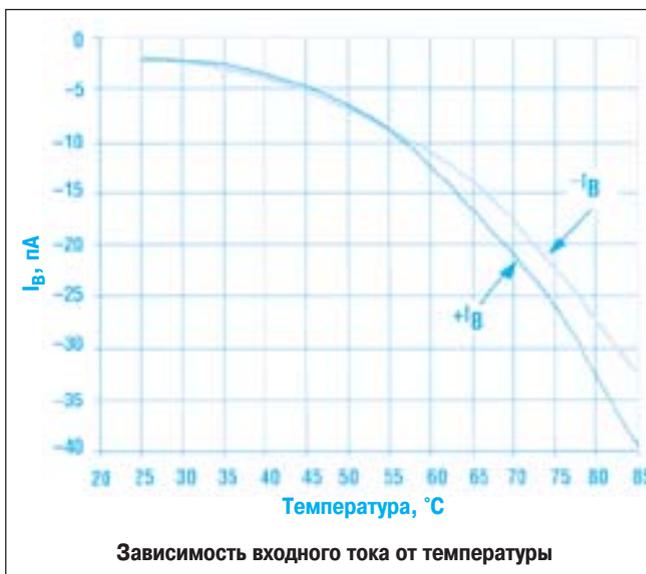
Перевод с английского В. Романова.

## AD8033/AD8034 – недорогие быстродействующие ОУ с полевыми транзисторами на входе

Усилители AD8033/AD8034 имеют широкий диапазон напряжений питания, низкий входной ток, минимальные искажения, малое напряжение смещения нуля, высокий коэффициент ослабления синфазной помехи, rail-to-rail выход при однополярном напряжении питания и отличаются сверхнизкой стоимостью. Оба усилителя выпускаются в миниатюрных корпусах типа SC70 и 8-SOT23. До настоящего времени подобные усилители отсутствовали на рынке электронных компонентов. Их появление связано с новой микроэлектронной технологией, разработанной фирмой Analog Devices и получившей название XFCP (eXtra-Fast Complementary Bipolar).



AD8033 – одинарный, AD8034 – двоянный voltage feedback усилители с полевыми транзисторами на входе. Усилитель AD8034 имеет более низкую стоимость по сравнению с ближайшим аналогом AD8065, при этом он потребляет не более 3.3 мА в пересчете на один ОУ. Полоса частоты пропускания AD8034 составляет 80 МГц, скорость нарастания выходного сигнала 80 В/мкс, напряжение смещения нуля 2 мВ, уровень шумов 11 нВ/√Гц. Кроме того, стоимость этого усилителя ниже стоимости других ОУ с полевыми транзисторами на входе. Диапазон напряжений питания от 5 до 24 В, выход типа rail-to-rail говорят о широких возможностях применения данных ОУ в различных устройствах. Усилитель AD8034 выпускается в корпусе 8-SOIC или 8-SOT23.



### ПРИМЕНЕНИЕ

AD8034

- измерительные приборы
- фильтры
- устройства сдвига уровня
- буферные каскады
- предусилители фототоков

\$ 1.59 \*

\* Цена FOB USA в партии 10K



## AD8065/AD8066 – высококачественные усилители класса Fast FET

Относящиеся к классу Fast FET усилители AD8065/AD8066 отличаются наилучшими техническими характеристиками среди ОУ с полевыми транзисторами на входе. Основное назначение новых усилителей – устройства с низким уровнем шумов (не более  $7 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$  и  $0.6 \text{ фА}/\sqrt{\text{Гц}}$ ) и искажений (динамический диапазон неискаженного сигнала 88 дБ на частоте 1 МГц). Полоса частот этих усилителей составляет 145 МГц, скорость нарастания выходного сигнала – 180 В/мкс.

Решение

Усилитель AD8065 имеет входной ток, равный 1 пА, напряжение смещения нуля 1.5 мВ, температурный дрейф этого напряжения  $1 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$ . Погрешность коэффициента усиления и фазовая погрешность усилителя составляют соответственно 0.02 % и 0.02°, неравномерность АЧХ не превышает 0.1 дБ в полосе частот до 7 МГц, что позволяет использовать этот ОУ для усиления видеосигналов. Усилитель выпускается в корпусе минимальных размеров типа 8-SOIC или 5-SOT23.



AD8065

**ПРИМЕНЕНИЕ**

- измерительные приборы
- предусилители фототоков
- фильтры
- драйверы АЦП

\$ 1.59

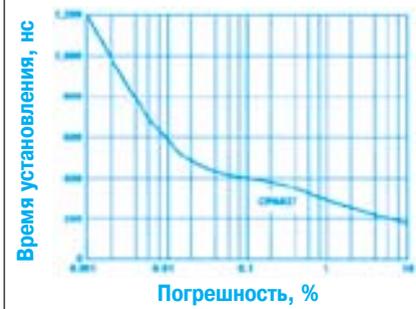
## Самый точный JFET-усилитель

С целью повышения быстродействия JFET-усилителей фирма Analog Devices разработала высокоточные ОУ класса Fast FET. Это усилители AD8610 и AD8620, имеющие самое низкое напряжение смещения нуля и дрейф этого смещения и в то же время отличающиеся высоким быстродействием.

Решение

Быстродействующий усилитель AD8610 отличается простотой эксплуатации и имеет высокие параметры на постоянном токе, сравнимые с аналогичными параметрами низкочастотных биполярных ОУ. Этот усилитель может быть использован в качестве предусилителя фототоков, буферного каскада для источников опорных напряжений, интегратора, измерительного усилителя. Кроме того, он может найти применение при построении фильтров и систем ФАПЧ. Одинарный усилитель AD8610 выпускается в корпусе типа 8-MSOP или 8-SOIC, двоянный AD8620 – в корпусе 8-SOIC.

- максимальное смещение нуля 100 мкВ
- дрейф смещения нуля  $1 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$
- уровень шумов  $6 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$
- максимальный входной ток 10 пА
- скорость нарастания выходного сигнала 50 В/мкс
- время установления выходного сигнала с точностью 0.01 % при скачке 10 В не превышает 500 нс



AD8610

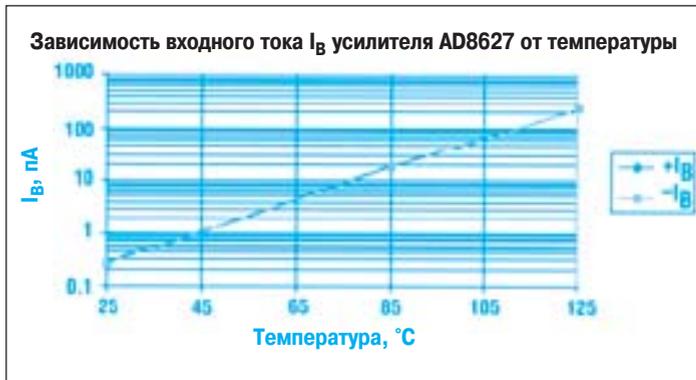
**ПРИМЕНЕНИЕ**

- предусилители фототоков
- буферы источников опорного напряжения
- интеграторы
- системы ФАПЧ

\$ 3.37

## Высоковольтный ОУ с одним источником питания

Усилитель AD8627 имеет высокие характеристики и миниатюрный корпус типа SC70. Этому усилителю отдают предпочтение при необходимости усиления фототоков, т. к. он имеет сверхнизкий входной ток и малое смещение нуля. В то же время AD8627 отличается высоким динамическим диапазоном, т. к. напряжение питания этого ОУ может изменяться в широких пределах.



AD8627

### ПРИМЕНЕНИЕ

- прецизионные интеграторы
- активные фильтры
- интерфейсы для сенсоров

\$ 1.69



Усилитель AD8627 может быть использован для построения прецизионного интегратора, активного фильтра, интерфейса для различных сенсоров. Однополярное напряжение питания может быть задано в диапазоне от 5 до 26 В, двухполярное – от  $\pm 2.5$  до  $\pm 13$  В, что обеспечивает гибкость применения этого ОУ. С появлением усилителя AD8627 могут быть решены многие стоящие перед разработчиком проблемы. Данный ОУ выполнен в миниатюрном корпусе для поверхностного монтажа типа SC70 или 8-SOIC.

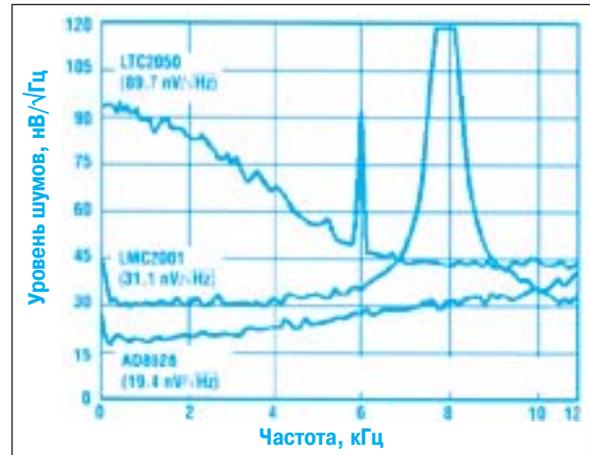
- максимальный входной ток 1 пА
- максимальное напряжение смещения нуля не более 500 мкВ
- ток потребления не более 600 мкА
- уровень шумов 15 нВ/ $\sqrt{Гц}$
- выход типа rail-to-rail
- полоса частот 5 МГц

## Малозумящие усилители с автоматической коррекцией смещения нуля

Фирма Analog Devices выпустила усилитель с автоматической коррекцией смещения нуля, который отличается минимальным шумом по сравнению с ближайшими аналогами. Оригинальная схема этого усилителя обеспечивает точность, эквивалентную восемнадцати двоичным разрядам в частотном диапазоне входного сигнала до 1 кГц. Благодаря малому входному току, широкому частотному диапазону при усилении сигналов малой мощности, невысокой стоимости, rail-to-rail входу и выходу, этот усилитель на сегодняшний день является лучшим среди ОУ с автоматической коррекцией смещения нуля.

Усилитель AD8628 предназначен для использования в высокочувствительных схемах различного назначения, включая буферные каскады для сенсоров и опорных источников, усилители фототоков, сверхчувствительные измерители токов и т. п. Изменение питания от 2.7 до 5 В не приводит к увеличению погрешности усилителя, что важно при его системном применении. AD8628 выпускается в корпусе для поверхностного монтажа типа 5-SOT23 или 8-SOIC.

- уровень шума от пика к пику составляет 0.5 мкВ в диапазоне частот от 0 до 10 Гц
- максимальное смещение нуля составляет 8 мкВ в температурном диапазоне от -40 до 125 °C
- максимальный температурный дрейф напряжения смещения нуля не более 20 нВ/°C
- максимальный входной ток 100 пА
- коэффициент усиления разомкнутого ОУ составляет 130 дБ
- полоса частоты пропускания 2.2 МГц



AD8628

### ПРИМЕНЕНИЕ

- буферные каскады для сенсоров и опорных источников
- усилители фототоков
- сверхточные измерители токов
- мостовые усилители

\$ 1.25

## ОУ с напряжением питания 1.8 В

**А** D8517 и AD8631 – первые усилители фирмы Analog Devices, работающие с напряжением питания 1.8 В. Эти усилители имеют отличные характеристики, включая низкий уровень шумов и широкий диапазон частот при минимальном напряжении питания.



Потребляемая мощность для AD8631 составляет 400 мкВт, для AD8517 – 1 мВт. Усилители могут быть использованы для построения входных драйверов АЦП, буферных каскадов, активных фильтров, аудиоусилителей и портативных приборов. Однополярное напряжение питания может изменяться от 1.8 до 5 В, диапазон рабочих температур этих усилителей находится в пределах от -40 до 125 °С. Одинарные ОУ типа AD8517 и AD8631 выпускаются в корпусах типа 5-SOT23, а двойные – AD8527 и AD8632 – в корпусах 8-SOIC или 8-микроSOIC. Стоимость усилителей \$ 0.65 в партии 1 К.

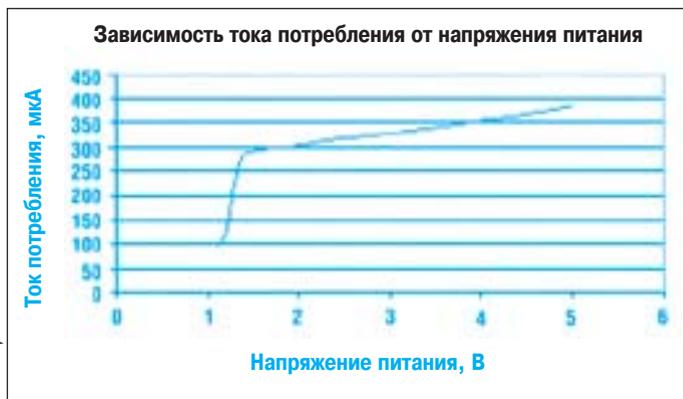
- полоса частот 7 МГц для AD8517 и 4 МГц для AD8631 при напряжении питания 1.8 В
- скорость нарастания выходного сигнала 7 В/мкс для AD8517 и 2 В/мкс для AD8631 при напряжении питания 1.8 В
- потребляемый ток 225 мкА
- уровень шумов 15 нВ/√Гц
- тип входа и выхода rail-to-rail
- напряжение смещение нуля 1 мВ

## Высококачественный низковольтный усилитель AD8515

**У**силитель AD8515 обеспечивает высокие параметры в системах с низким напряжением питания. Он малочувствителен к изменению температуры окружающей среды и напряжения источника питания и обладает высокими характеристиками в жестких условиях эксплуатации. В отличие от аналогичных ИМС усилитель AD8515 может быть использован в качестве драйвера нагрузки.



Усилитель AD8515 предназначен для использования во входных драйверах, буферных каскадах, устройствах контроля, портативных приборах и автомобильных сенсорах с батарейным питанием. Однополярное напряжение питания задается в диапазоне от 1.8 до 5 В, диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С. Тип корпуса 5-SOT23 или SC70. В модификации с режимом пониженного энергопотребления используется корпус 6-SOT23.



- входной ток 1 пА
- диапазон частот 5 МГц при напряжении питания 1.8 В
- скорость нарастания выходного сигнала 2 В/мкс при напряжении питания 1.8 В
- ток потребления 400 мкА
- ток нагрузки не менее 10 мА
- тип входа и выхода rail-to-rail
- напряжение смещения нуля 1 мВ

### ПРИМЕНЕНИЕ

- входные драйверы
- буферные каскады
- активные фильтры
- аудиоусилители
- портативные приборы
- автомобильные сенсоры с батарейным питанием
- аппаратура контроля

AD8515

\$ 0.55

Таблица параметров микросхем высококачественных усилителей

Однорядный	Тип ИМС усилителя		Наличие блокировки	Напряжение питания, В				Rail-to-Rail	К <sub>у</sub> с ОС, мин.	Полоса пропускания, МГц	Скорость нарастания, В/мкс	Искажения		Шум, нВ/√Гц	Сместительность нуля, мВ	I <sub>вх</sub> , мКА	Ток потребления, мА/усил.	Цена в партии 1 К, \$	
	Сдвоенный	Строенный		Счетверный	3	5	±5					±12	±15						вх
Дифференциальные драйверы																			
AD8131				+	+	+	+		2	400	2000	-77	20	800	13	5	6	8	1.80
AD8132				+	+	+	+		1	350	1200	-99	5	800	8	4	7	10.7	1.65
AD8138				+	+	+	+		1	310	1150	-94	5	800	5	3	5	20	3.75
Дифференциальные приемники																			
AD8129			+	+	+	+	+		10	200	1100	-68	5	1000	4.5	1	3	11	1.55
AD8130			+	+	+	+	+		1	270	1100	-74	5	1000	12.5	2	3	11	1.55
Voltage feedback OU класса Fast FET																			
AD8033	AD8034		+	+	+	+	+	+	1	80	80	-81	1	1000	11	3	10 пА	3.3	1.19/1.59
AD8065	AD8066		+	+	+	+	+	+	1	150	180	-85	1	1000	7	2.5	7 пА	6.5	1.59/2.19
AD8610	AD8620		+	+	+	+	+	+	1	25	50	-106	0.02	600	6	0.25	10 пА	3.0	3.37/6.74
Недорогие voltage feedback OU																			
AD8038	AD8039		+	+	+	+	+	+	1	350	425	-90	1	2000	8	3	0.75	1	0.85/1.20
AD8055	AD8056		+	+	+	+	+	+	1	300	1400	-85	5	1000	6	5	1	5	0.85/1.60
AD8057	AD8058		+	+	+	+	+	+	1	325	1150	-85	5	1000	7	5	2	6	0.85/1.60
Voltage feedback rail-to-rail OU																			
AD8031	AD8032		2.7	+	+	+	+	+	1	80	32	-62	1	1000	15	2	1	0.8	1.30/1.95
AD8061	AD8062		2.7	8	+	+	+	+	1	300	800	-77	5	1000	8.5	6	10	6.8	0.85/1.60
AD8091	AD8092		+	+	+	+	+	+	1	110	140	-75	5	2000	16	10	3	4.8	0.69/0.89
Voltage feedback OU с низким уровнем шумов и искажений																			
AD8021			+	+	+	+	+	+	1	200	100	-92	1	1000	2.1	1	10	7	1.29
AD8022			+	+	+	+	+	+	1	75	100	-94	1	1000	2.5	5	3	3.5	2.35
AD9631			+	+	+	+	+	+	1	320	1300	-64	20	100	7	10	7	17	4.28
Voltage feedback OU с высокими уровнями напряжений питания																			
AD817	AD826		+	+	+	+	+	+	1	50	350	-78	1	2000	15	2	7	7	1.58/2.18
AD818	AD828		+	+	+	+	+	+	2	130	450	-78	1	2000	10	2	7	7	1.76/2.18
Недорогие current feedback OU																			
AD8014			+	+	+	+	+	+	1	400	4000	-70	5	1000	3.5	5	15	1.1	1.19
	AD8072	AD8073	+	+	+	+	+	+	1	200	500	-64	5	150	3	6	12	3.5	1.50/1.95
Current feedback OU																			
AD8001	AD8002		+	+	+	+	+	+	1	600	1200	-66	5	100	2	6	25	5	1.35/2.57
		AD8004	+	+	+	+	+	+	1	250	3000	-78	5	1000	1.5	4	90	3.5	3.95
AD8005			+	+	+	+	+	+	1	270	1500	-53	5	1000	4	30	10	0.4	1.47
AD8007	AD8008		+	+	+	+	+	+	1	550	1000	-83	20	150	2.7	3	6	8	1.19/1.99
AD8009			+	+	+	+	+	+	1	1000	5500	-54	100	100	1.9	7	150	14	1.59
		AD8013	+	+	+	+	+	+	1	140	1000	-80	5	1000	3.5	5	15	4	4.38
		AD8023	+	+	+	+	+	+	1	400	1200	-78	5	150	2	5	45	6.2	4.67
Буферные усилители с фиксированным коэффициентом усиления																			
		AD8074	+	+	+	+	+	+	1	500	1400	-80	5	150	25	27	9	7.3	2.65
		AD8075	+	+	+	+	+	+	2	450	1800	-74	5	150	25	40	10	8.3	2.65
		AD8079	+	+	+	+	+	+	2	260	800	-78	5	1000	2	15	6	5	4.10

Таблица параметров микросхем измерительных усилителей

Тип ИМС	I <sub>пор.</sub> , мА	Вх. напр., В	Установ-ка К <sub>у</sub>	КОСС, дБ	Полоса, КГц	t <sub>уст.</sub> , мкс (0,01%)	U <sub>см.0'</sub> , мкВ	U <sub>см.0</sub> , мкВ/°С	I <sub>вх'</sub> , нА	I <sub>вх/Т</sub> , нВ/°Гц	Вх. шум, нВ/√Гц	Диапазон К <sub>у</sub>	γ <sub>к.у</sub> , %	Цена в парт. 1 К, \$	Особенности				
																1x	2x	4x	Напр. питания, В
AD620	1.3	±2.3...±18	резисторн.	93	800	15	125	1	2	1	13	1...1000	0.3	3.27					
AD621	1.3	±2.3...±18	коммутац.	93	800	12	250	2.5	2	-	17	10,100	0.15	3.82					
AD622	1.3	±2.6...±18	резисторн.	86	800	10	125	1	5	1.5	12	1...1000	0.5	2.25					
AD623	0.55	±2.5...±6	резисторн.	90	100	20	200	2	25	1	35	1...1000	0.35	1.55	МИНИМАЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ				
AD626	2	±1.2...±6	коммутац.	66	100	24	500	1	-	-	250	10, 100	0.5	3.33					
AD627	0.085	±1.1...±18	резисторн.	77	80	135	200	3	10	1	38	5...1000	0.35	2.30	микромощный				
AD628	1.5	±5...±18	резисторн.	80	500	-	100	1	-	-	70	0.1...10 000	0.05	2.10	сифразное вх. напр. ±100 В				
AD629	1	±2.5...±18	-	77	500	15	1000	20	-	-	550	1	0.05	2.55	сифразное вх. напр. ±250 В				
AD8200	1	+4.7...+12	резисторн.	80	50	-	1000	15	-	1	300	0.1...50	1	1.45	МИНИМАЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ				
AD8225	1.3	±1.7...±18	-	86	900	3.4	150	2	1.2	-	45	5	0.1	2.95					
ИМС для промышленных систем контроля, оптических и беспроводных телекоммуникаций																			
Тип ИМС	1x		2x		4x		Напр. питания, В	макс.	Rail-to-Rail		Полоса, МГц	Смещен. нуля, мкВ	Шум, нВ/√Гц	Вх. ток, нА	Вых. ток, мкА	Скор. нараст. В/мкс	Диапазон темп.ра-тур, °С	Тип корпуса	Цена в парт. 1 К, \$
	вх	вых	вх	вых	вх	вых			вх	вых									
AD 795						±5	±18			1.6	250	11	0.002	10	1	0...70	SOIC	2.98	
AD 797						±5	±18			30	40	0.9	900	30	20	-40...85	SOIC	4.32	
AD 820		822		824		±3	±18		+	1.8	400	15	0.03	25	3	-40...85	MSOP	1.73	
AD 8510		8512		8513		±5	±15			8	500	8	0.03	50	20	-40...125	MSOP	1.13	
AD 8519		8529				±2.7	±12		+	8	1100	10	300	25	2.9	-40...125	SC70	0.88	
AD 8551		8552		8554		±2.7	±5		+	1	5	42	0.05	8	0.5	-40...125	MSOP	1.14	
AD 8565		8566		8567		±4.5	±16		+	4	10 000	25	600	35	6	-40...85	SC70	0.77	
AD 8571		8572		8574		±2.7	±5		+	1	5	45	0.05	8	0.5	-40...125	MSOP	1.14	
AD 8605		8606		8608		±2.7	±5		+	10	300	8	0.001	50	5	-40...125	SOT23	0.67	
AD 8610		8620				±5	±13			25	100	6	0.01	50	50	-40...125	MSOP	3.37	
AD 8614				8644		±5	±9		+	5.5	2500	12	400	35	7.5	-40...85	SOT23	1.35	
AD 8628						±2.7	±5		+	2	5	22	0.1	8	0.8	-40...125	SOT23	1.25	
OP 27						±4	±22			8	25	3	40	30	2.8	-40...85	SOIC	1.15	
OP 97		270		470		±4.5	±18			8	75	3.2	20	30	2.8	-40...85	SOIC	2.25	
OP 113		213		413		±5	±18			1	25	17	0.05	10	0.2	-40...85	SOIC	1.20	
OP 162		262		462		±3.0	±12		+	15	325	9.5	600	30	13	-40...125	TSSOP	1.52	
OP 184		284		484		±3.0	±18		+	3.25	65	3.9	350	8	2.4	-40...125	SOIC	1.56	
OP 196		296		496		±3.0	±12		+	0.35	300	26	10	4	0.3	-40...125	SOIC	1.20	
OP 777		727		747		±2.7	+36, ±18		+	0.7	100	15	11	10	0.2	-40...85	MSOP	1.13	
OP 1177		2177		4177		±2.5	±18			1.3	60	8	2	10	0.7	-40...125	MSOP	0.88	
ИМС для портативных устройств с низким потреблением																			
Тип ИМС	1x		3x		4x		Напр. питания, В	макс.	Rail-to-Rail		I <sub>пор.</sub> , мкА	Полоса, МГц	Эконом. режим	Скор. нараст. В/мкс	Тип корпуса			Цена в парт. 1 К, \$	
	вх	вых	вх	вых	вх	вых			SOT23	MSOP					SC70	TSSOP			
AD 8517		8527				+1.8	+6		+	1200	7		8		+			0.90	
AD 8541		8542		8544		+2.7	+5		+	55	1		1		+			0.51	
AD 8591		8592		8594		+2.7	+5		+	1250	3	+	5		+			0.88	
AD 8601		8602		8604		+2.7	+5		+	1000	8		5		+			0.65	
AD 8631		8632				+1.8	+6		+	325	4		5		+			0.65	
OP 281				481		2.7	12		+	4	0.1		0.04					2.44	
OP 193		293				+2	±15			20	0.035		0.012					1.48	

## ОУ типа voltage feedback

**В** связи с повышением сложности и увеличением плотности компоновки средств электронной техники факторами, ограничивающими дальнейшее развитие этих средств, являются высокая потребляемая мощность и наличие устройств отвода тепла. Появление новых усилителей AD8038 (одинарного) и AD8039 (сдвоенного) позволяет успешно преодолеть эти ограничения при проектировании сложных систем, т. к. эти усилители, имея полосу частоты пропускания 350 МГц и скорость нарастания 425 В/мкс, потребляют ток не более 1 мА в пересчете на один ОУ.



Низкая потребляемая мощность AD8039 позволяет снизить требования к батарейному питанию и решить проблему отвода тепла. Это, в свою очередь, обеспечивает уменьшение стоимости изделия и повышение плотности его компоновки на печатной плате. Снижение температуры нагрева изделия будет способствовать повышению его надежности и срока эксплуатации.

Кроме высокого быстродействия AD8038/AD8039 отличаются достаточно высокой точностью – напряжение смещения нуля не более 3 мВ и входной ток не более 750 нА. Низкий ток потребления вследствие использования нового XFCB технологического процесса позволил также снизить уровень шумов по напряжению (8 нВ/√Гц) и току (600 фА/√Гц). Динамический диапазон по входу и выходу достаточно широк и отличается от размаха напряжения питания не более чем на 1 В. Усилители могут работать на емкостную нагрузку до 25 пФ и не требуют при этом последовательно включенного резистора. Усилитель AD8038 имеет режим блокировки.

AD8038/AD8039 – единственные в своем классе усилители, которые выпускаются в миниатюрном корпусе, AD8038 – в корпусе типа SC70, а AD8039 – в корпусе типа 8-SOT23. Оба они предназначены для работы в промышленном диапазоне температур от -40 до 85 °С.



AD8039

### ПРИМЕНЕНИЕ

- устройства с батарейным питанием
- измерительные приборы
- фильтры
- драйверы АЦП
- сдвигатели уровня
- системы и устройства с высокой плотностью компоновки

\$ 1.20

- полоса частот 350 МГц
- максимальный ток потребления 1.5 мА
- скорость нарастания выходного сигнала 425 В/мкс
- уровень шума 8 нВ/√Гц
- максимальное напряжение смещения нуля 3 мВ
- максимальный входной ток 750 нА

## Быстродействующий ОУ с малыми искажениями

**А** D8007/AD8008 относятся к классу current feedback усилителей с низким уровнем шумов и искажений. Эти быстродействующие усилители являются одними из самых высококачественных ОУ на рынке электронных компонентов. По сравнению с аналогичными усилителями они имеют более низкую стоимость. Ток потребления новых ОУ составляет 9 мА, что в три раза ниже, чем ток потребления ближайших аналогов. Это позволяет использовать AD8007/AD8008 при проектировании широкого класса устройств различного назначения. Тенденции развития современных средств электронной техники для проводной и беспроводной связи, ультразвуковой аппаратуры и измерительных приборов требуют дальнейшего совершенствования характеристик ОУ и, в первую очередь, повышения их быстродействия.



AD8007/AD8008 имеют диапазон частот 600 МГц и скорость нарастания выходного сигнала 1000 В/мкс, что отвечает требованиям, предъявляемым к современным системам различного назначения. Уровень искажений по второй гармонике составляет -88 дБ на частоте 5 МГц и -78 дБ на частоте 20 МГц и по третьей гармонике -101 дБ на частоте 5 МГц и -93 дБ на частоте 20 МГц. Уровень шумов по напряжению составляет 2.7 нВ/√Гц и по току – 22.5 пА/√Гц. AD8007 производится в корпусе SC70 или 8-SOIC.



AD8007

### ПРИМЕНЕНИЕ

- измерительные приборы
- полосовые и ПЧ-фильтры
- драйверы АЦП
- выходные усилители ЦАП

\$ 1.19



## Недорогие усилители rail-to-rail по выходу

**Н**овые усилители AD8091/AD8092 имеют высокие технические параметры и отличаются минимальной ценой: стоимость одинарного AD8091 \$ 0.60, а двойного AD8092 – \$ 0.89 в партии 1 К. Это voltage feedback быстродействующие усилители, предназначенные для работы с напряжением питания 3 или 5, или  $\pm 5$  В. При однополярном положительном напряжении питания входной сигнал может быть ниже нулевого уровня на 200 мВ и ниже положительного уровня на 1 В. При напряжении питания 3 В ток потребления этих усилителей минимальный, что позволяет использовать их в портативных приборах с батарейным питанием. Широкий частотный диапазон, высокая скорость нарастания выходного сигнала дают возможность применять эти усилители в различных системах с высоким быстродействием, при этом двухполярное напряжение питания может достигать значения  $\pm 6$  В и однополярное 12 В.



Усилители AD8091 и AD8092 отличаются высоким быстродействием: полоса частот составляет 110 МГц при коэффициенте усиления, равном единице, скорость нарастания выходного сигнала 145 В/мкс, время установления выходного сигнала с точностью 0.1 % составляет 50 нс. Ток нагрузки не менее 45 мА, что позволяет использовать оба усилителя в качестве драйверов. Входной динамический диапазон меньше размаха напряжений питания на 0.5 В. Максимальная емкость нагрузки 50 пФ. Размах выходного напряжения на 25 мВ меньше размаха напряжений питания. Усилители могут быть выполнены в корпусах 8-SOIC (AD8091/92), 5-SOT23 (AD8091) или микроSOIC (AD8092).

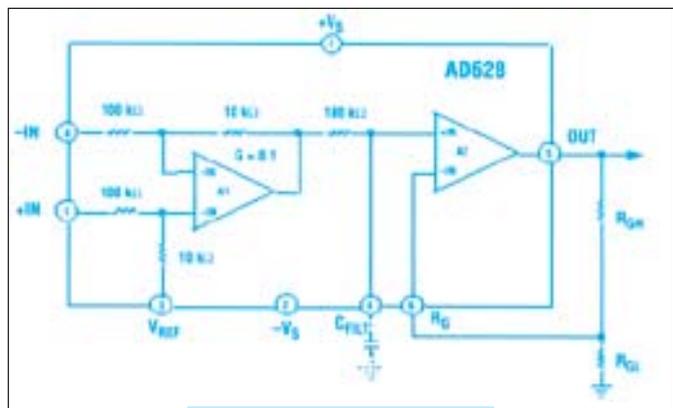
## Дифференциальный усилитель AD628

**А**D628 – прецизионный дифференциальный усилитель, синфазный сигнал на входе которого достигает  $\pm 140$  В. Предназначен для подключения АЦП с несимметричным входом к источникам сигналов с дифференциальным выходом. AD628 может усиливать, ослаблять, сдвигать и фильтровать входной сигнал. До настоящего времени все эти функции выполняли усилители на основе дискретных компонентов.



Микроэлектронный усилитель AD628 стоит вдвое дешевле аналогичного усилителя на дискретных компонентах. Основным назначением этого усилителя является преобразование биполярного входного сигнала в униполярный.

- входной диапазон синфазного сигнала  $\pm 140$  В
- диапазон изменения коэффициента усиления от 0.1 до 1000
- напряжение питания от 5 до  $\pm 15$  В
- коэффициент ослабления синфазной составляющей в диапазоне частот до 500 Гц не менее 80 дБ



AD628

### ПРИМЕНЕНИЕ

- интерфейсы и контроллеры для управления двигателями
- интерфейсы сенсоров в промышленных системах
- измерители токов в высоковольтных системах
- сигнальные кондиционеры

\$ 3.45

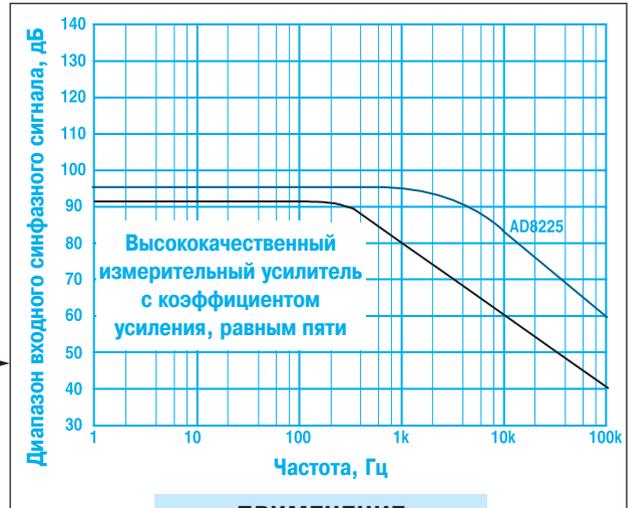
## Прецизионный измерительный усилитель AD8225

**А**D8225 – новый измерительный усилитель с фиксированным коэффициентом усиления, равным пяти, и высоким коэффициентом ослабления синфазной помехи во всем диапазоне рабочих частот.



Высокие характеристики усилителя AD8225 обеспечивают ослабление синфазных помех в частотном диапазоне до 100 кГц. Высокое ослабление помех и снижение нелинейных искажений позволяют использовать этот усилитель в медицинской и аэрокосмической аппаратуре, в промышленном оборудовании и импульсных источниках питания.

- коэффициент ослабления синфазной помехи в диапазоне частот до 10 кГц составляет 80 дБ
- фиксированный коэффициент усиления, равный пяти
- широкий динамический диапазон входного синфазного сигнала
- максимальный температурный дрейф напряжения смещения нуля 2 мкВ/°С
- максимальный температурный дрейф коэффициента усиления 5 ppm/°С



### ПРИМЕНЕНИЕ

- медицинские приборы
- сигнальные кондиционеры
- мостовые преобразователи
- многоканальные системы с мультиплексированием каналов
- преобразователи тока 4 в 20 мА

AD8225

\$ 3.50

## Драйверы линии для кабельного TV

**В** адаптерах кабельного TV, коаксиальных и оптических системах, кабельной телефонии и кабельных модемах должны использоваться компоненты с высокой пропускной способностью. Невысокая линейность и высокий уровень искажений таких компонентов, как правило, приводят к погрешностям и сбоям при передаче данных, что не допускается требованиями стандартов DOCSIS/MCNS/EuroDOCSIS.



Усилители с программируемым коэффициентом усиления (параметры приведены в таблице) разработаны фирмой Analog Devices специально для кабельных систем. К их особенностям можно отнести высокую линейность, малые искажения, возможность работы на нагрузку с волновым сопротивлением 75 Ом.

Усилители полностью соответствуют требованиям стандартов DOCSIS/MCNS/EuroDOCSIS к линейности, уровню искажений и диапазону изменения программно управляемого коэффициента усиления.

Самым новым в семействе этих драйверов является усилитель AD8328 с выходной мощностью 60 дБмВ и уровнем искажений -52 дБн на частоте 65 МГц. AD8328 полностью отвечает требованиям стандартов DOCSIS и является идеальным драйвером для адаптеров кабельного TV и кабельных модемов.

### Параметры драйверов для кабельных систем

Тип драйвера	Особенности	Диапазон программируемого $K_y$ , дБ	Дискретность изменения $K_y$ , дБ	Напряжение питания, В	Тип корпуса
AD8320	Цифровое программное управление $K_y$	-10...26	0.077 В/В	5...12	20-SOIC
AD8321	Программное управление $K_y$	-27...26	0.75	9	20-SOIC
AD8322	Грубый шаг изменения $K_y$	-12.5...29.5	6	5	28-TSSOP
AD8325	Плавный шаг изменения $K_y$	-26...27.5	0.75	5	28-TSSOP
AD8326	Высокая выходная мощность	-26...27.5	0.75	7...12	28-TSSOP/-PSSOP
AD8327	Грубый шаг изменения $K_y$ , не требуется согласующий трансформатор	-18...30	6.02	5	20-TSSOP
AD8328	Плавный шаг изменения $K_y$ , новый драйвер	-28...31	1	5	20-QSOP/-LFCSP



## Эффективный усилитель для абонентских линий связи типа ADSL

Разработчики часто сталкиваются с проблемой усиления сигналов, среднеквадратическое значение которых во много раз меньше пикового. До настоящего времени для решения этой проблемы использовались усилители с большим размахом напряжений питания, которые позволяли обеспечить прохождение пиковых уровней входного сигнала без искажений по амплитуде. Это приводило к потерям мощности во время отсутствия пиковых уровней в структуре входного сигнала.

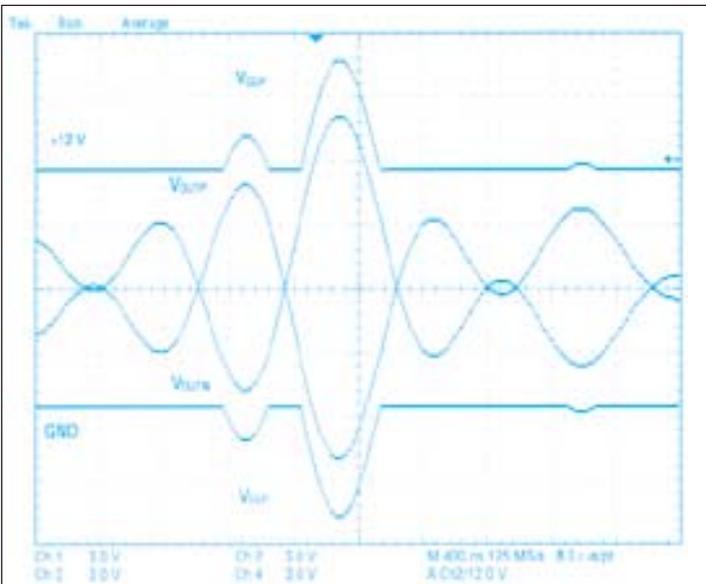


Диаграмма работы усилителя AD8393: внешнее напряжение питания 12 В, если входной сигнал превышает по уровню это значение, происходит изменение размаха напряжения питания за счет его адаптации к уровню входного сигнала.

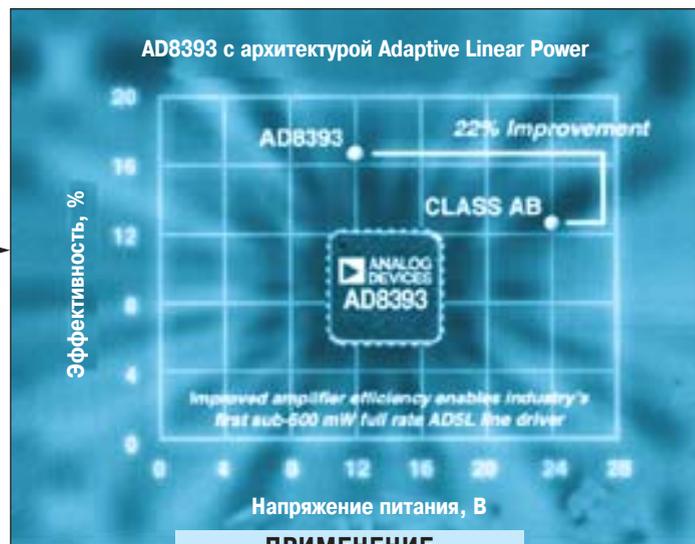


AD8393 – новый адаптивный усилитель, имеющий оригинальную Adaptive Linear Power архитектуру, которая обеспечивает высокую эффективность за счет внутреннего увеличения размаха напряжения питания в период прохождения пиковых значений входного сигнала. Это дает возможность получить на выходе усилителя пики напряжением до 18 В при размахе внешнего напряжения питания 12 В.

Данная особенность позволяет создавать на основе AD8393 драйверы для DMT-сигналов, работающих на витую пару. При этом отношение пикового уровня входного сигнала к его среднеквадратическому значению может составлять 6.4. Такое решение дает возможность использовать источник питания напряжением 12 В, тем самым снижается как потребляемая мощность, так и сложность построения драйвера в целом.

Кроме систем связи усилитель AD8393 может найти широкое применение в медицинской и аудиоаппаратуре, в которой используются сигналы с высокими пиковыми значениями напряжений. AD8393 – первый в семействе Adaptive Linear Power усилителей, отличающийся высокой эффективностью вследствие адаптации структуры к уровню входного сигнала.

- напряжение питания 12 или  $\pm 6$  В
- Adaptive Linear Power архитектура
- выходное напряжение превышает по уровню напряжение питания
- тип корпуса TSSOP или CSP



AD8393

### ПРИМЕНЕНИЕ

- драйверы линий связи типа ADSL
- медицинская и аудиоаппаратура

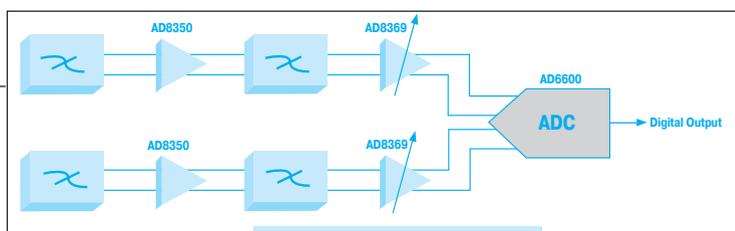
\$ 3.95

## Усилитель промежуточной частоты с управляемым коэффициентом усиления

**A**D8369 – первый дифференциальный усилитель промежуточной частоты с цифровым управлением величиной коэффициента усиления. Малые искажения, равномерная АЧХ в диапазоне частот до 400 МГц обеспечивают высокую точность и стабильность коэффициента усиления. Управление коэффициентом усиления осуществляется в диапазоне от -5 до 40 дБ с дискретностью 3 дБ при помощи четырехразрядного кода, передаваемого по конфигурируемому параллельному или последовательному интерфейсу.



Усилитель AD8369 предназначен для построения цифровых приемников систем связи нового поколения. Усилитель обеспечивает высокую линейность и низкий уровень шумов в широком частотном и динамическом диапазоне и отличается высокой гибкостью, благодаря наличию цифрового интерфейса для управления коэффициентом усиления. Усилитель производится в корпусе типа 16-TSSOP.



AD8369

### ПРИМЕНЕНИЕ

- цифровые приемники
- цифровые системы связи

\$ 4.20

- дифференциальный вход и выход
- наличие цифрового интерфейса для управления коэффициентом усиления
- диапазон управления коэффициентом усиления от -5 до 40 дБ
- однополярное напряжение питания и наличие режима с пониженным энергопотреблением

### Информационные бюллетени фирмы Analog Devices

- АЦП • ЦАП • Усилители • Схемы управления электропитанием • Оптические сети • Телекоммуникации •

#### Центральный офис

One Technology Way  
P.O. Box 9106  
Norwood,  
MA 02062-9106 U.S.A.  
Тел.: +1 781 329 4700  
(1 800 262 5643,  
только для США)  
Факс: +1 781 326 8703  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

#### Офис в Германии

Am Westpark 1 - 3  
D-81373 München  
Germany  
Тел.: +89 76903-0  
Факс: +89 76903-157  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

#### Офис в Австрии

Breitenfurter Strabe 415  
1230 Wien  
Austria  
Тел.: +43-1-8885504-76  
Факс: +43-1-8885504-85  
Интернет:  
<http://www.analog.com>

#### Дистрибьютор в Украине **VD MAIS**

а/я 942, Киев 01033  
Украина  
Тел.: +380 44-227-2262  
Факс: +380 44-227-3668  
E-mail:  
[info@vdmals.kiev.ua](mailto:info@vdmals.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdmals.kiev.ua>



30

## НИЗКОПРОФИЛЬНЫЕ AC/DC-, DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МОЩНОСТЬЮ 175 Вт \*

Лидирующая на рынке AC/DC-, DC/DC-преобразователей компания ASTEC Power выпустила новые серии LPS170/LPQ172 преобразователей мощностью 175 Вт с одним/четырьмя выходами, отличающихся высокими параметрами, возможностью регулирования уровня выходных напряжений и малыми габаритами. Основные характеристики преобразователей этих серий приведены в статье.

**Г. Местечкина**

К широкому ассортименту выпускаемых компанией ASTEC Power преобразователей напряжения (мощностью от 1 до 7500 Вт), объем продаж которых составил в 2001 г. 15.5 млрд долларов США, прибавились универсальные AC/DC-, DC/DC-преобразователи серий LPS170/LPQ172. Они обеспечивают выходную мощность до 175 Вт при принудительном охлаждении и до 110 Вт – при естественной конвекции. Одним из основных конструктивных достоинств преобразователей этих серий является их низкопрофильность (высота 1 U), чем обеспечивается возможность применения преобразователей в аппаратуре, для которой высота является критичным параметром – это системы и устройства связи, сетевые концентраторы и маршрутизаторы, испытательное и тестовое оборудование, одноплатные компьютеры, устройства гигабитовой сети Ethernet, медицинская измерительная техника и мн. др. Преобразователи выпускаются в бескорпусном исполнении (под заказ возможна поставка в кожухе). Наличие в преобразователях встроенного фильтра электромагнитных помех обеспечивает их соответствие требованиям международных стандартов по электромагнитной совместимости. Малое значение тока утечки по проводу заземления (не более 250 мкА) в преобразователях серии LPS170-M позволяет применять их в аппаратуре медицинского назначения, для которой этот параметр, связанный с гарантией безопасности пациен-

та, строго регламентирован. Наличие цепи подключения дистанционного датчика уровня напряжения основного выхода, защита всех выходов от перегрузки, перенапряжения и перегрева обеспечивают высокую надежность преобразователей этих серий, которая достигается благодаря не только принятым техническим решениям, но и автоматизации контроля и испытаний в процессе их производства. Нормальная работа преобразователей обеспечивается и в случае, если дистанционный датчик не подключен. Кроме того, имеется защита от обратной полярности подключения датчика. Принятые меры защиты преобразователей серий LPS170/LPQ172 позволяют использовать их в системах с автоматизированным контролем работоспособности электронных устройств. Наличие дополнительного встроенного источника 5 В позволяет формировать сигналы TTL-уровня – признаки нормальной работы или отказа преобразователя. Большим достоинством преобразователей является возможность регулировки



LPS170

выходного напряжения в широких пределах (до 2:1). Диапазон рабочих температур преобразователей (от 0 до 50 °C) может быть расширен до 70 °C при снижении выходной мощности на 2.5 %/°C. Коррекция коэффициента активной мощности (Active Power Factor) преобразователей серий LPS170/LPQ172 обеспечивает их соответствие требованиям стандарта EN61000-3-2 по уровню гармоник во входном токе. Широкий диапазон входных напряжений (85-264 В переменного тока частотой от 47 до 63 Гц и 120-300 В постоянного тока) позволяет использовать эти преобразователи в любой стране мира. Диапазон выходных напряжений от 2.5 до 54 В, их высокая стабильность ( $\pm 2\%$ ) и низкий уровень пульсаций на выходе преобразователей являются дополнительными факторами, подтверждающими их универсальность. Высота преобразователя (1.5 дюйма) обеспечивает его установку в стандартное шасси высотой 1 U (1.75 дюйма), выполняющее одновременно роль теплоотвода и

**Таблица 1. Основные параметры AC/DC-, DC/DC-преобразователей серий LPS170/LPQ172**

Тип преобразователя	Выходное напряжение	Ток нагрузки, А				Уровень пульсаций, мВ
		мин.	максимальный при охлаждении:		пиковый	
			естеств.	принудит.		
LPS172/172-M	5 (2.5-6)	0	22	35	38	50
LPS173/173-M	12 (6-12)	0	9.1	15	16.5	120
LPS174/174-M	15 (12-24)	0	7.3	12	13.2	<1 %
LPS175/175-M	24 (24-54)	0	4.5	7.5	8.2	<1 %
LPS172	5 (3.3...5.5)	0	15	30	32	50
	12	0	6	8	10	120
	-12 (12...15)	0	1.5	3	3.5	<1 %
	$\pm(3.3...25)$	0.5 *	2	5	5.5	<50

\* минимальная нагрузка требуется при выходном напряжении меньше 5 В

\* Press release from ASTEC Power, Nov. 2002.

Таблица 2. Основные технические характеристики AC/DC-, DC/DC-преобразователей серий LPS170/LPQ172

Параметры		LPS170/170-M	LPQ172
Диапазон входных напряжений, В:	– переменного тока	85-264 (47-63 Гц)	
	– постоянного тока	120-300	
КПД, %, (типичное значение при ном. нагрузке)		75	
Входной фильтр электромагнитных помех		Соответствует FCC, класс B; CIS PR22, класс B; EN55022, класс B; VDE 0878 PT3, класс B	
Коэффициент активной мощности		0.99 (типичное значение)	
Ток утечки, mA (50/60 Гц, 264 В перем. тока)		1.0/0.25	1.0
Выходная мощность, Вт:	– естественная конвекция	110 (75 в кожухе)	
	– принудительный обдув (850 дм <sup>3</sup> /мин)	175 (130 в кожухе)	
Выходные напряжения, В		Мин. диапазон регулирования 2:1	(3.3-5.5) – основной вых., 12, -(12-15), ±(3.3-25)
Защита от перегрузки		КЗ на любом выходе, (110-145) % пикового тока	
Защита от перенапряжения, % номин. напряжения		110-140	115-135
Температурный коэффициент напряжения, %/°C		±0.04	
Резервный источник 5 В (ток нагрузки, А)		2 А, стабильность ±5 %	200 мА, стабильность ±5 %
Управление, TTL		Импульс "1" 500 мс после появления U основного источника, импульс "0" 4 мс перед отключением	
Дистанционный датчик выходного напряжения		С компенсацией 0.5 В падения напряжения на проводах, защищен от изменения полярности подключения	
Диапазон температур (рабочих/хранения), °C		0...50 (0... 70 с уменьшением выходной мощности)/-40...85	
Наработка до отказа, ч		550 000 (номинальная нагрузка, 25 °C)	
Габариты, мм/дюйм		(38.1×108×216)/(1.5×4.25×8.5)	
Электромагнитная совместимость:	<b>VDE</b> <b>UL</b> <b>CB</b> <b>CSA</b> <b>CE</b> <b>NEMKO</b>	(0805/EN60950)/(0750/EN60601-1) UL1950/UL2601 сертифицирован/ – CSA 22.2-234, ур. 3/CSA 22.2.No.601.1 LVD/LVD (EN60950/EMKO-TUE)/ –	0805/EN60950 (IEC950) UL1950 сертифицирован CSA 22.2-234, ур. 3. LVD (EN60950/EMKO-TUE)/ –

обеспечивающее естественную вентиляцию. Вибро- и влагоустойчивость преобразователей дополняют перечень их преимуществ перед аналогами.

Основные параметры и технические характеристики AC/DC-, DC/DC-преобразователей серий LPS170/LPQ172 приведены в табл. 1, 2.

Дополнительную информацию о продукции компании ASTEC Power можно получить в офисе фирмы VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.astec.com>

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА ДЛЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Описываются измерительные трансформаторы тока и тороидальные сердечники к ним, выпускаемые фирмой VAC (Германия). Трансформаторы предназначены для использования в электронных счетчиках электроэнергии.

**В. Голуб**

Фирма VAC (Vacuumschmelze GmbH & Co. KG) является мировым лидером в области магнитомягких материалов, отличающихся высокими параметрами, и изделий с их использованием – магнитных сердечников, трансформаторов и др. [1-3]. С 1999 года VAC входит как отделение Magnetics в состав междуна-

родной группы компаний The Morgan Crucible Company plc. Ниже рассмотрены изделия фирмы VAC, предназначенные для использования в электронных счетчиках электроэнергии.

### Магнитные материалы и сердечники

Фирма VAC применяет в выпускаемых сердечниках и трансформаторах магнитные материалы собственного производства трех основных видов: кристаллические – типов ULTRAPERM, VACOPERM (пермаллой), нанокристаллические – типа VITROPERM (на основе Fe), аморфные – типа VITROVAC (на основе Co). Кристаллические материалы обладают высокой магнитной проницаемостью, нанокристаллические – низкими потерями, высокой линейностью кривой намагничивания и повышенной индукцией насыщения, аморфные –



низкими потерями, высокой линейностью кривой намагничивания, а также возможностью работы при наличии постоянной составляющей напряженности магнитного поля. На рис. 1 приведены кривые магнитной индукции рассмотренных материалов, а в табл. 1 – основные характеристики тороидальных магнитных сердечников, выпускаемых фирмой. Сердечники из аморфного материала дополнительно характеризуются величиной допустимого постоянного тока.

Сердечники из кристаллических и нанокристаллических материалов поставляются в пластмассовых корпусах, заполненных кремнийорганическим каучуком (конструктивное исполнение Fix 022), пенопластом (Fix 023) или акрилатным клеем (Fix 024). Сердечники из аморфных, а также ряд сердечников из нанокристаллических материалов покрыты эпоксидным компаундом (Fix 350) и не имеют пластмассового корпуса.

#### Трансформаторы тока

Трансформаторы для счетчиков электроэнергии, выпускаемые фирмой VAC, отвечают международным стандартам IEC 687 (МЭК 687) и IEC 1036 (МЭК 1036). Указанным стандартам соответствуют межгосударственные ГОСТ 30206-94 и ГОСТ 30207-94, действующие в Украине и других странах СНГ. Стандарты нормируют параметры электронных счетчиков для измерения активной составляющей электроэнергии: IEC 687 и ГОСТ 30206-94 – для счетчиков классов точности 0.2 S и 0.5 S, IEC 1036 и ГОСТ 30207-94 – классов точности 1 и 2.

Счетчики классов точности 1 и 2 предназначены для применения в быту и подключаются непосредственно к низковольтной электросети. Особенностью эксплуатации трансформаторов тока, предназначенных для использования в этих счетчиках, является то,

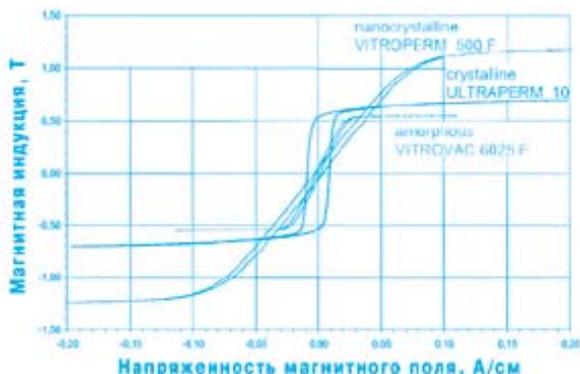


Рис. 1. Кривые магнитной индукции материалов фирмы VAC

что они допускают намагничивание сердечника постоянной составляющей тока, возникающей при асимметричной нелинейности нагрузки сети [4]. Требования к трансформаторам, работающим в условиях намагничивания сердечника постоянным током, определены стандартами IEC 1036 и ГОСТ 30207-94.

Счетчики классов точности 0.2 S и 0.5 S предназначены для применения в промышленности и подключаются к промышленной сети через разделительный высоковольтный трансформатор тока, являющийся принадлежностью этой сети. Поэтому для трансформаторов тока, используемых в счетчиках классов 0.2 S и 0.5 S, величина постоянной составляющей тока не нормируется.

Трансформатор тока в счетчиках электроэнергии имеет большой коэффициент трансформации по напряжению. Функцию одновитковой первичной обмотки обычно выполняет провод, продеваемый через отверстие катушки, имеющей тороидальную форму. Бла-

Таблица 1. Основные характеристики тороидальных магнитных сердечников фирмы VAC

Тип сердечника: T6000...	Внеш., внутр. диаметры и высота сердечника, мм	Размеры магнитопровода		Измеряемый переменный ток $I_{AC}$ , А *	Допустимый постоянный ток $I_{DC}$ , А *	Относительная магнитная проницаемость, $\mu$	Конструктивное исполнение	
		S, см <sup>2</sup>	L, см					
Кристаллический материал VACOPERM 100 (пермаллой)								
6-A2019-W595	21.1×13.0×7.1	0.087	5.34	0.25...20	-	> 176000 при H=4 мА/см	Fix 024	
6-A2017-W594	19.1×10.9×8.1	0.109	4.71				Fix 023	
6-A2022-W596	25.3×11.7×10.9	0.144	5.97				> 335000 при H=10 мА/см	
6-A2025-W597	27.7×17.1×12.9	0.196	7.07					
Нанокристаллический материал VITROPERM 800F (на основе Fe)								
6-L2017-W590	19.1×10.9×8.1	0.10	4.71	0.5...60	-	> 110000 при H=4 мА/см > 130000 при H=15 мА/см	Fix 022	
6-L2017-W591		0.124		1.0...100				
4-L2031-W817	34.1×23.2×8.5	0.159	8.98	1.0...120			> 102000 при H=4 мА/см	Fix 350
4-L2038-W816	40.4×29.5×8.5	0.156	11.0	1.0...200				
Аморфный материал VITROVAC 6030F (на основе Co)								
4-E3019-W592	20.5×13.8×7.8	0.104	5.34	0.25...20	36	2550...3450 при H=1 А/см	Fix 350	
Аморфный материал VITROVAC 6150F (на основе Co)								
4-E4019-W800	21.1×14.1×9.8	0.146	5.5	0.25...40	62	1600...1900 при H=1 А/см 1300...1600 при H=1 А/см	Fix 350	
4-E3022-W639	23.4×15.8×8.1	0.136	6.13	0.5...60	80			
4-E3025-W588	26.5×18.8×7.8	0.13	7.07	1.0...100	113			
4-E3031-W774	32.8×24.5×8.0		8.95	1.0...200	141			

\* Значения токов приведены для одновитковой обмотки

Таблица 2. Параметры трансформаторов тока фирмы VAC

Тип трансформатора Т60404-Е462...	K <sub>тр.</sub>	Ток первичной обмотки, А			Погрешность		Параметры катушки		Параметры нагрузки		Размеры корпуса, мм			Конструктивное исполнение
		I <sub>ном</sub>	I <sub>макс</sub>	I <sub>макс</sub>	фазы, град.	амплитуды, %	L, Гн	R, Ом	R <sub>в</sub> , Ом	U <sub>в</sub> , В	Ø отв.	ширина, D	высота, h	
Для счетчиков классов точности 0.2 S и 0.5 S (согласно IEC 687)														
...9-X007	2500	30	-	< 0.35	< 0.15	> 90	220	125	0.3	7.0	23.0	11	GV/L	
...2-X501										6.3	24.5	11.5	C/S	
...2-X503	2000	61	-	< 0.37	< 0.025	105 ±25 %	112	100	0.3	7.0	23.0	11	GV/L	
...7-X001										6.3	24.5	11.5	C/S	
...8-X001										29	< 0.17	< 0.005	253 ±30 %	
Для счетчиков классов точности 1 и 2 (согласно IEC 1036)														
...2-X101	2500	20	126	36	3.62 ±0,05	< 0.06	4.6 ±20 %	54	37.5	0.3	5.0	28.5	14.5	H/L
...3-X101		40	216	72	4.15 ±0,05	< 0.04	3.7 ±20 %	66	18.8		28.0	16		
...4-X101		60	246	80	4.06 ±0,05		3.0 ±15 %	55	12.5		8.0	30.5	15	C/S
...4-X501		8/5	31.0	14										
...6-X101		100	314	113	4.48 ±0,06	< 0.05	2.1 ±17 %	44	7.5		9.5	35.0	15	H/L
...6-X501		11.0	34.0	14										C/L
...7-X101		120	480	158	4.07 ±0,06	< 0.03	1.9 ±10 %	36	6.25		6.25	39.0	18	H/L

Примечание: I<sub>ном</sub> – значение тока, для которого регламентируются погрешности фазы и амплитуды; I<sub>макс</sub> – максимальное значение тока, при котором ограничение синусоиды во вторичной обмотке не превышает 1%; I<sub>макс</sub> – максимальное значение постоянной составляющей тока в первичной обмотке.

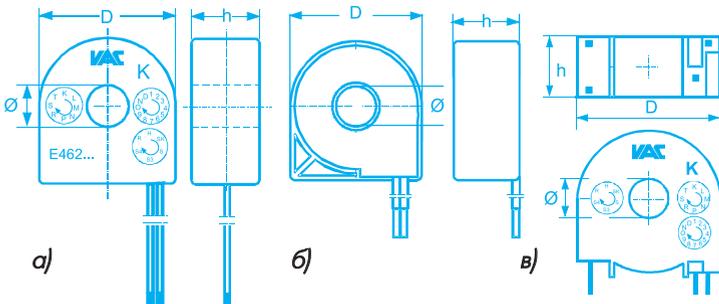


Рис. 2. Конструктивное исполнение трансформаторов тока фирмы VAC: а) H/L, б) GV/L, в) C/S

годаря большому коэффициенту трансформации (например, 2500) и небольшой величине нагрузочного сопротивления R<sub>в</sub> (например, 25 Ом), напряжение на вторичной обмотке для рассматриваемого примера равно 1 В при токе 100 А в первичной обмотке. На витке первичной обмотки напряжение мало и было бы равно 0.4 мВ, но, с учетом падения напряжения на индуктивности рассеяния и сопротивлении катушки, оно будет несколько больше. Такая измерительная цепь с падением напряжения около 1 мВ на первичной обмотке практически не будет влиять на работу устройств, подключенных к электросети.

Параметры некоторых из трансформаторов тока фирмы VAC приведены в табл. 2. Трансформаторы имеют три варианта конструктивного исполнения (рис. 2): два – с гибкими выводами (H/L и GV/L); третий – с короткими жесткими выводами (C/S), предназначенными для монтажа на печатной плате. Возможна поставка трансформаторов в бескорпусном исполнении с гибкими выводами (-/L).

Приведенные в табл. 2 значения тока замagnetивания I<sub>макс</sub> численно равны амплитуде полуволны тока

(полученной в результате однополупериодного выпрямления и пропускаемой через первичную обмотку), при которой погрешность измерения переменной составляющей тока вторичной обмотки не превышает 3% (для счетчиков класса точности 1). Те же трансформаторы могут использоваться в счетчиках класса точности 2, для которых при наличии постоянной составляющей тока допускается погрешность 6%.

На рис. 3 приведен пример подключения счетчика электроэнергии класса точности 1 или 2 к однофазной электросети через трансформатор тока. Помимо согласования токового входа счетчика с контролируемой электрической цепью трансформатор обеспечивает гальваническую изоляцию счетчика от высоковольтного фазного провода L. В результате счетчик может быть подключен к нейтральному проводу N электросети. Отметим, что в случае использования шунта в качестве датчика тока общий провод счетчика будет иметь

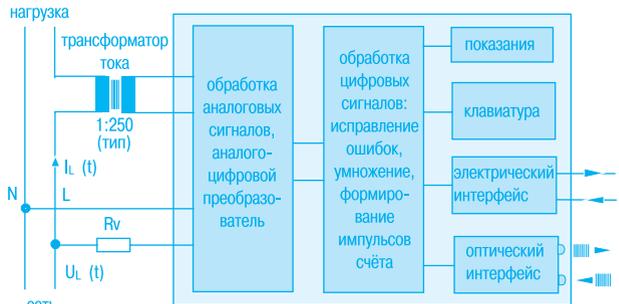


Рис. 3. Трансформатор тока в измерительной цепи счетчика электроэнергии

потенциал фазного провода. Трансформаторы тока используются также в трехфазных счетчиках электроэнергии, в которых применение шунта в качестве датчика тока невозможно.

Фирма VAC предлагает заказчику широкий набор магнитных сердечников и трансформаторов тока. Консультацию по выбору компонентов для счетчиков электроэнергии можно получить в фирме VD MAIS.

Дополнительно отметим, что фирма VAC производит широкий спектр индуктивных компонентов для телекоммуникационной аппаратуры и силовой электроники.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Materials, Components, Competence: Current Transformers for Electronic Watt-hour Meters. – Vacuum-schmelze, 2001.

2. Current Transformers for Electronic Watt-Hour Meters. – Vacuumschmelze, 2002.

3. Crystalline NiFe, Nano-Crystalline and Amorphous Tape-Wound Cores for High Precision Current Transformers for Electronic Watt-Hour Meters. – Vacuum-schmelze (www.vacuumschmelze.com).

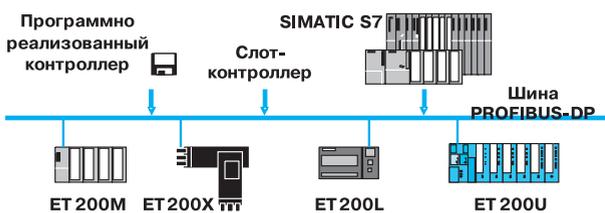
4. Голуб В. Электронные счетчики электроэнергии // Chip News, 2002, № 6.

## ПК-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ WinAC

В статье приведена краткая характеристика системы компьютерного управления SIMATIC WinAC фирмы Siemens. Эта система, построенная на базе промышленного компьютера, компонентов SIMATIC и программного пакета WinAC, предназначена для решения задач автоматического управления производством, передачи, обработки и визуализации данных с использованием единой компьютерной платформы.

**А. Колларов, ИТЦ "Сименс – Украина"**

Система управления SIMATIC WinAC (Windows Automation Center) строится на базе промышленного ПК, шины PROFIBUS-DP, модулей и контроллеров семейства SIMATIC S7, модулей распределенных периферийных устройств семейства ET 200 (см. рисунок) и специализированного программного пакета WinAC. Эта система предназначена для решения задач обработки больших массивов информации, интенсивного обмена данными по сети. Система работает под управлением операционной системы Windows NT. Использование стандартов Windows и соответствующих механизмов обмена данными (OLE, ODX, OPC, Active X) для интеграции программного обеспечения, входящего в пакет WinAC, позволяет использовать в системе любые стандартные промышленные компьютеры, включая последние модели.



Структурная схема ПК-ориентированной системы управления SIMATIC WinAC

Система SIMATIC WinAC состоит из пяти частей, предназначенных для решения задач:

- автоматического управления – WinAC Controlling
- управления быстропротекающими технологическими процессами – WinAC Technology
- визуализации – WinAC Visualizing
- обмена данными с процессором и стандартными программами Windows – WinAC Computing
- связи по промышленным и офисным сетям – WinAC Networks.

Система WinAC имеет три основных модификации:

- SIMATIC WinAC Basis
- SIMATIC WinAC Pro
- SIMATIC WinAC FI Station Pro.

**SIMATIC WinAC Basis** – недорогая модификация, предназначенная для создания систем управления на базе программно реализованного в ПК контроллера WinLC. В комплект поставки входят:

- WinAC Controlling – программно реализованный контроллер WinLC и коммуникационный процессор CP5412(A2) для подключения к PROFIBUS-DP
- WinAC Visualizing – интерфейс OPC для подключения систем визуализации и оптимизированный интерфейс для подключения WinCC (в ближайшее время и ProTool/Pro)
- WinAC Computing – OLE интерфейс, который содержит готовые для использования элементы ODX.

**SIMATIC WinAC Pro** – это высокопроизводительная компьютерная система управления с аппаратной поддержкой в виде слот-контроллера CPU 416-2 DP ISA. В комплект поставки входят:

- WinAC Controlling: CPU416-2DP ISA
- WinAC Visualizing: OPC интерфейс для подключения систем визуализации и оптимизированный интерфейс для подключения WinCC (в ближайшее время и ProTool/Pro).
- WinAC Computing: OLE интерфейс, который включает готовые для применения элементы ODX.

- Win AC Networks: интерфейс Industrial Ethernet.

**SIMATIC WinAC FI Station Pro** – это высокопроизводительная компьютерная система, отличающаяся от SIMATIC WinAC Pro тем, что в комплект ее поставки входит промышленный компьютер SIMATIC PC FI25. Система поставляется готовой к работе с установленным в компьютер ПО: Windows NT, WinAC и STEP 7.

Все компоненты WinAC можно конфигурировать с помощью программного пакета STEP 7 и стандартных инструментальных средств проектирования, используемых для программирования контроллеров SIMATIC S7. Для решения задач визуализации в составе системы может быть использован пакет WinCC.

Программирование систем компьютерного управления SIMATIC WinAC может выполняться:

- со станции управления SIMATIC WinAC; для этого на станции должен быть установлен пакет STEP 7, а

также необходимые инструментальные средства проектирования

- на компьютере/программаторе, не входящем в системы SIMATIC WinAC; в этом случае в систему загружается готовая программа, а в станции SIMATIC WinAC не нужно устанавливать пакет STEP 7 и дополнительные инструментальные средства проектирования

- дистанционно через MPI-интерфейс, сеть PROFIBUS-DP или Ethernet.

Обычно станции управления системы SIMATIC WinAC оснащаются всеми необходимыми программными и аппаратными компонентами. Это сокращает время разработки проектов и ускоряет пуск в эксплуатацию систем управления на базе SIMATIC WinAC.

Дополнительную информацию можно получить по электронной почте: [oleksandr.kollarov@siemens.donetsk.ua](mailto:oleksandr.kollarov@siemens.donetsk.ua)

## НОВЫЙ АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА КОМПАНИИ HAMEG INSTRUMENTS

Новый анализатор спектра HM5014-2 компании HAMEG Instruments позволяет проводить спектральный анализ сигналов в широком частотном диапазоне, выполнять математическую обработку результатов измерений и отображать на экране электронно-лучевой трубки спектр исследуемого процесса и его основные характеристики. Использование цифровых синтезаторов частоты обеспечивает высокую стабильность характеристик анализатора. Гальванически развязанный интерфейс связи с персональным компьютером позволяет осуществлять программное управление всеми режимами работы анализатора дистанционно.

**В. Макаренко**

На смену анализаторам спектра моделей HM5012/HM5014 пришли их модификации HM5012-2 и HM5014-2 (рис. 1). Они позволяют исследовать спектры сигналов в диапазоне до 1050 МГц, изменять полосу пропускания анализирующего фильтра в пределах от 4 кГц до 1 МГц.

Анализаторы построены с применением цифровых синтезаторов частоты и термокомпенсированных кварцевых генераторов, что позволило обеспечить высокую стабильность центральной частоты полосы анализа. При этом величины погрешности установки и измерения частоты не превышают  $\pm 1$  кГц. С помощью маркера, установленного в нужной точке спектрограммы, можно получить абсолютное значение частоты и уровня, которые выводятся на экран дисплея.

Разрешающая способность анализатора при исследовании радиосигналов регулируется ступенчато и имеет три градации: 9 кГц, 120 кГц и 1 МГц. При исследовании сигналов типа "видеоимпульс" разрешающая

способность составляет 4 кГц. На экран выводится одновременно 2000 точек спектра исследуемого сигнала. В правой верхней части экрана (рис. 1) отображаются пиковые или среднеквадратические значения отображаемого спектра в точке, помеченной курсором

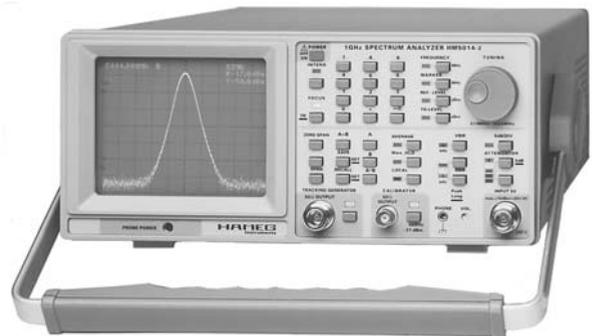


Рис. 1. Анализатор спектра модели HM5014-2

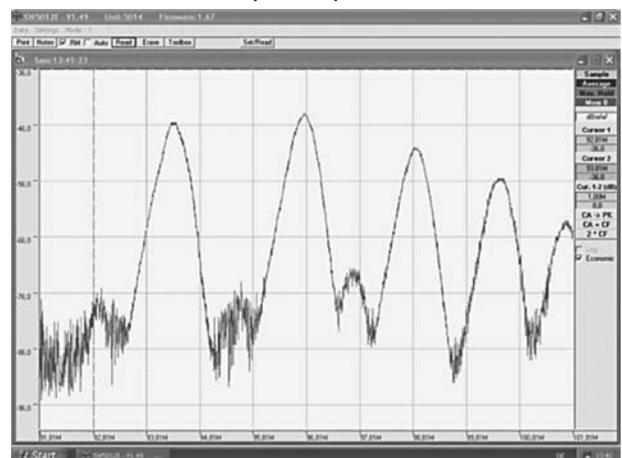


Рис. 2. Вид окна на экране дисплея ПК при работе с анализатором спектра

## Основные характеристики анализатора спектра модели HM5014-2

Параметры	Значение	Параметры	Значение
<b>Частотные</b>		<b>Амплитудные</b>	
Диапазон частот, МГц	0.15...1050	Динамический диапазон входного сигнала, дБм	-100...10
Точность установки центральной частоты исследуемой полосы, кГц	±1	Диапазон отображаемых на экране амплитуд, дБ	40 или 80
Диапазон перестройки центральной частоты, МГц	0...1050	Шкала амплитуд, дБм	логарифмическая
Дрейф центральной частоты, ppm	±5 + (±1 ppm/год)	Диапазон регулировки входного аттенюатора, дБ	0...40 с шагом 10 дБ
Неравномерность АЧХ в диапазоне частот до 500 МГц, дБ	±2	Уровень входного сигнала при установке аттенюатора в положение 40 дБ, дБм	+20 (0.1 Вт)
Разрешающая способность цифрового индикатора частоты, кГц	1 (6.5 десятичного разряда)	Уровень входного сигнала при установке аттенюатора в положение 0 дБ, дБм	+10 (постоянная составляющая до ±25 В)
Точность считывания частоты в точке, помеченной маркером, кГц	±1	Диапазон входных напряжений, дБм	-99.6...10
Разрешающая способность цифрового индикатора уровня, дБ	0.4 (3.5 десятичного разряда)	Уровень шума (полоса пропускания фильтра 9 кГц), дБм	-105
Полоса пропускания фильтра в режиме анализа радиосигналов, кГц	9, 120, 1000	Интермодуляционные искажения (по третьей гармонике), дБ	не более -75
Полоса пропускания фильтра в режиме анализа видеоимпульсов, кГц	4	Интермодуляционные искажения (двухсигнальные), дБ	не более -27
Время развертки (качания частоты), мс	40, 320, 1000	Нелинейные искажения, дБ	не более -75
<b>Входные/Выходные</b>		<b>Общие</b>	
Входное сопротивление, Ом	50	Диапазон рабочих температур, °С	10...40
Вых. генератора качающейся частоты	есть	Напряжение сети питания, В	90...240
Выходное сопротивление генератора качающейся частоты, Ом	50	Частота сети, Гц	50...60
Частота сигнала встроенного калибратора	50 Гц, 48 МГц	Потребляемая мощность, ВА	43
Выходной уровень калибратора, дБм	-30	Габаритные размеры, мм	285×125×380

ром. Динамический диапазон индикатора (экрана дисплея ПК) составляет 80 дБ, а анализатора – 110 дБ. Коэффициент гармоник и коэффициент интермодуляционных искажений не более -75 дБ.

Внутренняя память анализатора позволяет сохранять 32 результата измерений и 9 установок пользователя, что значительно расширяет функциональные возможности прибора.

Стандартный интерфейс связи RS-232 с оптоэлектронной развязкой позволяет осуществлять управление всеми функциями анализатора дистанционно и обмениваться данными с ПК через оптический кабель. Такое подключение исключает влияние помех, возникающих на общем проводе при соединении с другим прибором, не имеющим гальванической развязки. С анализатором поставляется программное обеспечение для управления его работой и обработки результатов измерений, совместимое с Windows® 9x, ME, NT4.0, 2000 и XP. Предусмотрена возможность распечатки на принтере изображения, выводимого на экран анализатора или ПК. На рис. 2 показан вид экрана монитора ПК с выведенной спектрограммой и органами управления анализатором. Управление работой анализатора осуществляется с помощью мани-

пулятора "мышь". Интерфейс пользователя интуитивно понятен и не требует специального обучения.

Анализатор позволяет осуществлять прием сигналов из эфира на подключаемую ко входу антенну, демодуляцию принятых амплитудно-модулированных сигналов и прослушивание их через головные телефоны.

В приборе имеется выход генератора сигнала качающейся частоты (150 кГц...1050 МГц, уровень – 50...1 дБм регулируется ступенями по 10 дБ, выходное сопротивление 50 Ом). Кроме того, предусмотрен дополнительный выход сигнала для калибровки прибора (48 МГц, уровень -27 дБм, выходное сопротивление 50 Ом). Основные характеристики анализатора приведены в таблице.

В стандартный комплект поставки входят: оптический интерфейс RS-232 (HZ70), телескопическая антенна (HZ520), ограничитель амплитуды коротких выбросов сигнала (HZ560), пробники для измерения в ближнем поле (HZ530) и пробник для измерения ЭМС типа HM6050-2.

Более подробно с характеристиками анализатора HM5014-2 можно ознакомиться на Web-сайте компании HAMEG Instruments по адресу: [www.hameg.com](http://www.hameg.com)

## ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ К МОНТАЖУ НА ПОВЕРХНОСТЬ ПЛАТ

Эффективность и стоимость выполнения сборочно-монтажных операций при поверхностном монтаже компонентов в производстве электронной аппаратуры существенно зависят от конструктивного исполнения компонентов и того, в какой упаковке они поставляются. Эти параметры во многом определяют требования к подготовке компонентов и состав питателей сборочного оборудования, используемого для монтажа компонентов на плату. В статье рассмотрены различные конструкции питателей, входящих в состав ручных манипуляторов-установщиков и современных высокопроизводительных автоматов-установщиков.

**А. Грачев**

При разработке электронной аппаратуры выбор компонентов производится, прежде всего, по их функциональным характеристикам, заданной плотности монтажа на плате, а также с учетом конструкций корпусов и применяемых при их изготовлении материалов.

Подготовка производства такой аппаратуры с использованием технологии поверхностного монтажа требует оснащения имеющегося или приобретаемого сборочного оборудования питателями для подачи компонентов в зону монтажа, выбранными с учетом номенклатуры компонентов, типов их корпусов и вида упаковки. Основное назначение упаковки – предохранение компонентов от повреждения при транспортировании и хранении, а также обеспечение автоматизированной их подачи из питателей.

Если компоненты поставляются в пластмассовых контейнерах россыпью, то они могут перед монтажом загружаться, например, в вибробункер, дисковый питатель, наклонные пеналы или другой питатель ручной монтажной установки. Упаковка россыпью характерна, в основном, для чип- или MELF-резисторов и неполярных чип-конденсаторов, которые чаще всего применяются при ручном монтаже.

Поскольку поставка россыпью не отвечает требованиям автоматического монтажа компонентов, при крупных объемах сборочно-монтажных работ с применением поверхностного монтажа поставка и установка компонентов производится преимущественно на ленте с профилированными ячейками, в пластмассовых пеналах, линейных и матричных поддонах (см. таблицу).

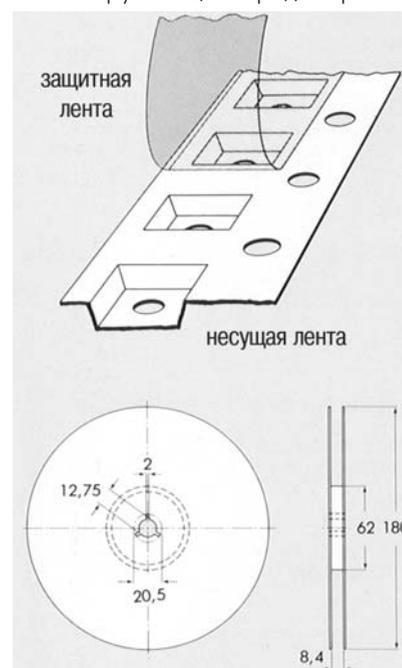
Как видно из таблицы, каждой конструкции корпуса компонента соответствует определенный вид упаковки. Следует отметить, что микросхемы в одинаковых корпусах, но с различным количеством выводов и шагом между ними, могут упаковываться и поставляться в различных видах упаковки, например, в ленте или пеналах. Наиболее массовая упаковка – лента, изготавливаемая из материала на основе специально обработанной бумаги с низким электрическим сопротивлением или из виниловой пластмассы.

В бумажной ленте просекаются отверстия, в которых фиксируются компоненты; с обеих сторон бумажной ленты на компоненты накладывается прозрачная гибкая майларовая лента. В бумажной ленте перфорированы отверстия для ее перемещения и подачи компонентов из питателя. Относительно недорогая бумажная ленточная

упаковка имеет ряд недостатков: в результате истирания (при разматывании в питателе) возможно отделение бумажных волокон, которые могут ухудшить качество выполнения сборочно-монтажных операций по установке компонентов. Поэтому наиболее широкое распространение получила поставка компонентов в пластмассовой ленте-носителе. Предварительно ориентированные компоненты во время загрузки плотно входят в ячейки, сформированные в такой ленте. На загруженный компонентами ленточный носитель сверху наносится дополнительное ленточное антистатическое покрытие из майлара, обеспечивающее надежную упаковку компонентов и предотвращающее выпадение компонентов из ячеек (рис. 1).

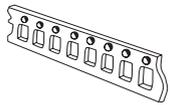
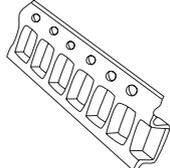
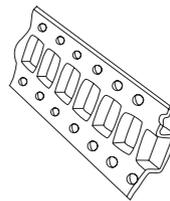
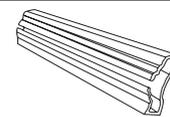
Лента-носитель обеспечивает:

- защиту компонентов от воздействия окружающей среды при их



**Рис. 1. Конструкция пластмассовой ленты и катушки для упаковки компонентов**

Компоненты для поверхностного монтажа и виды их упаковки

Тип упаковки и виды компонентов	Ленточный носитель						Вид упаковки		Пенал		Поддон							
	Поставка россыпью						Ленточный носитель		для ротационного питателя		линейный, макс. размеры 350×250 мм	линейный, размеры в мм: 30×250, 42×250						
	ширина ленты, мм						32 (с выступом)	44	32 (бумажная)	универс., макс. размеры 6×20 мм			с вертикальн. ус- тановкой пенала					
Тип упаковки	8	12	16	24	32	44	32	44	линейный универсальный	универс., макс. размеры 6×20 мм	с вертикальн. ус- тановкой пенала	линейный, макс. размеры 350×250 мм						
Поставка россыпью																		
Тип упаковки	 чип, SOT-23  SOT-89  Электролитический конденсатор  MELF  Переменное сопротивление  Катушка						 чип, SOT  MELF		 чип, SOT-23  SOT-89  Электролитический конденсатор  MELF  Переменное сопротивление  Катушка		 чип, SOT  PLCC*  SOP*		 чип, SOT  PLCC*  SOP*		 чип, SOT  PLCC*  SOP*		 чип, SOT  PLCC*  SOP*	
Виды компонентов	 чип, SOT-23  SOT-89  Электролитический конденсатор  MELF  Переменное сопротивление  Катушка						 чип, SOT  MELF		 чип, SOT-23  SOT-89  Электролитический конденсатор  MELF  Переменное сопротивление  Катушка		 чип, SOT  PLCC*  SOP*		 чип, SOT  PLCC*  SOP*		 чип, SOT  PLCC*  SOP*		 чип, SOT  PLCC*  SOP*	

\* — тип корпуса, \*\* — количество выводов

## ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

хранении и транспортировании от изготовителя к потребителям

- фиксацию компонентов с определенной их ориентацией в ячейке
- непрерывность подачи компонентов при их монтаже на поверхность плат.

Унифицированы семь градаций ширины ленты с односторонней перфорацией: 8, 12, 16, 24 мм и три градации ширины ленты с двухсторонней перфорацией: 32, 44 и 56 мм. Двухсторонняя перфорация обеспечивает более точную установку и фиксацию ленты в питателе автомата-установщика компонен-

тов. Для обеспечения простого и надежного съема компонентов с ленты в центре каждой ячейки предусмотрено отверстие диаметром 1 мм для лент шириной 8 мм и 1.5 мм – при большей ширине ленты. Для удобства заправки ленты в питатель и последующего монтажа компонентов в начале ленты оставляются незаполненными от 70 до 150 ячеек, а в конце – от 10 до 90.

Основные характеристики и требования к размерам ленточных носителей шириной 8 мм, соответствующие публикации МЭК 286-3, стандарту RC-1009 Японской ассо-

циации электронной промышленности и стандарту EIA-481 Ассоциации электронной промышленности США, приведены на рис. 2.

Ленты-носители наматываются на катушки диаметром от 180 до 380 мм. Число активных компонентов в катушке диаметром 180 мм (например, микросхем) составляет от 1000 до 2500 шт. Катушки диаметром 380 мм содержат до 5000 микросхем. При этом учитывается, что количество активных компонентов в катушке должно целое число раз укладываться в 10 000. Это связано с тем, что чип-резисторы и чип-конденсаторы поставляются в катушках, содержащих по 10 000 шт. компонентов.

Качество упаковки компонентов в ленту должно удовлетворять определенным требованиям, так, при этом недопустимо:

- смыкание соседних витков ленты внутри упаковки
- приклеивание компонентов к несущей или защитной ленте
- отклеивание защитной и несущей лент друг от друга во время хранения и перед монтажом компонентов
- неблагоприятное влияние клеящего вещества защитной ленты на механические и электрические характеристики и маркировку компонентов
- старение, потеря прочности и повреждение материала несущей ленты при разматывании с катушки в питателе.

При серийном и массовом производстве, оснащенном современными автоматами-установщиками, компоненты, упакованные в ленту, заряжаются в кассетный питатель (Tape & Reel Feeders), предназначенный для лент (рис. 3). В процессе его работы лента с компонентами разматывается с катушки с помощью зубчатого барабана. При этом производится отделение и намотка на дополнительную катушку защитной ленты.

С помощью ленточных питате-



Рис. 2. Характеристики пластмассовой ленты шириной 8 мм (1 – несущая лента, 2 – защитная лента)



Рис. 3. Схема ленточного кассетного питателя

лей осуществляется подача к месту монтажа пассивных и активных электронных компонентов в конструктивном исполнении для поверхностного монтажа (катушек индуктивности, переменных резисторов, подстроечных и электролитических конденсаторов, керамических чип-конденсаторов и чип-резисторов, резонаторов, диодов в корпусе MELF, транзисторов в корпусах SOT-23, SOT-89, а также микросхем в корпусах SO, SOIC, SOP, PLCC, LCC, QFP и др. с различными количеством выводов и шагом между ними). На рис. 4 представлен автомат-установщик CP60L™ фирмы Samsung, оснащенный ленточными питателями [1]. Компоненты в корпусах относительно простой формы с двухсторонним расположением

выводов упаковываются в пластмассовые пеналы, форма поперечного сечения которых должна соответствовать форме компонента. Размеры пеналов унифицированы согласно стандарту IPC-SM-726.

Пеналы используются в простых по конструкции гравитационных питателях (Gravity Feeders). Они имеют один (Belt Type Stack Stick Feeder – однолинейный питатель, рис. 5) или несколько желобов (Belt Type Multi Stick Feeder – многолинейный питатель, рис. 6), по которым компоненты под действием собственного веса скользят из наклонно установленных пеналов к месту их захвата монтажной головкой. Такие питатели занимают в автоматах-установщиках меньше места, чем питатели с лентой, на-

мотанной на катушки.

Вибрационные питатели (Vibratory Stick Feeder, рис. 7) отличаются от гравитационных наличием в основании электромагнитного вибратора, передающего низкочастотные колебания желобам, что уменьшает трение скольжения и увеличивает скорость движения компонентов по желобу.

Основными компонентами, по-



Рис. 5. Однолинейный гравитационный питатель фирмы Samsung



Рис. 6. Многолинейный гравитационный питатель фирмы Samsung



Рис. 7. Вибрационный питатель фирмы Samsung

даваемыми в зону монтажа с помощью гравитационных и вибрационных питателей, являются микросхемы в корпусах SOIC, SOP, PLCC, LCC и др.

Для упаковки и подачи к месту монтажа на печатной плате микросхем в корпусах QFP, MSP, TQFP, BGA и др. с малым расстоянием между выводами, исходя из требований к точности их упаковки и позиционирования, используются пластмассовые линейные и матричные поддоны, которые имеют точные посадочные места под выводы и корпус компонента, предотвращающие его контакт с другими компонентами.

Достоинства этого метода упаковки: возможность индивидуального размещения каждого компонента и жесткость поддонов, ис-



Рис. 4. Автомат-установщик CP60L фирмы Samsung

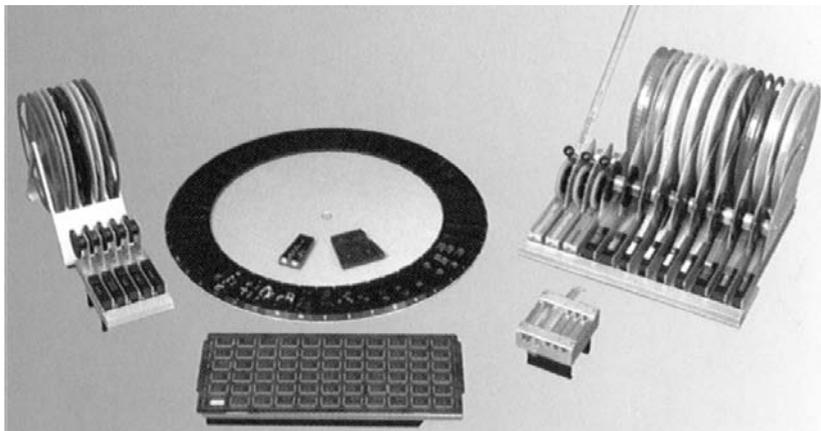


Рис. 8. Набор питателей для ручного манипулятора EXPERT-SA фирмы ESSEMTEC

ключающая повреждение выводов компонентов, а также возможность их поставки в вакуумной упаковке; недостатки: малая емкость упаковки, более сложная логика программирования мест размещения компонентов на плате. Размеры поддонов унифицированы, максимальный размер матричного поддона 350×250 мм. Матричные поддоны с микросхемами могут устанавливаться друг над другом в специальной кассетнице, из которой они автоматически извлекаются в соответствии с имеющейся в системе

управления автоматом-установщиком программой, обеспечивающей заданную последовательность установки компонентов на плату.

В мелкосерийном производстве, где для монтажа компонентов на поверхность плат используются ручные манипуляторы (например, швейцарской фирмы ESSEMTEC), применяются несложные питатели, отличающиеся по конструкции от рассмотренных. Из ленты, пенала, дискового питателя на 45 и 90 позиций, а также матричного поддона (рис. 8) оператор забирает ком-

поненты вручную с помощью вакуумного захвата. На рис. 9 представлен ручной манипулятор EXPERT-SA фирмы ESSEMTEC, оснащенный различными питателями для подачи компонентов [2].

Рассмотренные питатели ручных манипуляторов и автоматом-установщиков в различных моделях сборочного оборудования могут отличаться конструктивным исполнением, но при этом они должны отвечать следующим требованиям:

- иметь небольшие габариты и занимать как можно меньше места в установке
- обеспечивать последовательную подачу компонентов
- обеспечивать простую загрузку компонентов
- обеспечивать точное позиционирование компонента перед его захватом монтажной головкой
- предотвращать механическое и электрическое повреждение компонента
- иметь высокую надежность и минимальную трудоемкость обслуживания.

Таким образом, подготовка компонентов и элементов оборудования для поверхностного монтажа состоит в выборе не только номенклатуры компонентов, но и конструкции корпусов и вида их упаковки, которую необходимо рассматривать как неотъемлемую часть подготовки монтажа компонентов, так как роль упаковки более значительна, чем просто защита компонентов при транспортировании.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. А. Грачев, Н. Малиновский. Поверхностный монтаж электронных компонентов// ЭКиС, № 1, 2002.
2. А. Грачев. Оборудование для поверхностного монтажа электронных компонентов// ЭКиС, № 9, 2002.



Рис. 9. Ручной манипулятор EXPERT-SA фирмы ESSEMTEC, оснащенный комплектом питателей

## Семейство коммуникационных процессоров для проводных и беспроводных сетей

Корпорация National Semiconductor анонсировала в ноябре 2002 г. семейство коммуникационных процессоров CP3000, содержащих флэш-память и встроенные контроллеры интерфейсов Bluetooth, USB, CAN, USART, SPI и Access.bus. Процессоры этого семейства предназначены для создания во встроенных приложениях недорогих межсетевых мостов, объединяющих в единую систему сети, имеющие разные протоколы обмена данными. Ожидается, что новые процессоры найдут широкое применение в сотовых телефонах, автомобильной аудио- и видеоаппаратуре, цифровых фото- и видеокамерах, электронной аппаратуре коммунального хозяйства, встроенных системах диагностики технического состояния автотранспорта. Для микросхем этого семейства разработаны и поставляются аппаратные и программные средства отладки.



В семейство этих процессоров в настоящее время входят микросхемы CP3BT10, CP3BT13, CP3UB17 и CP3CN17, созданные на основе 16-разрядного RISC-ядра CR-16C. Все процессоры имеют встроенную флэш-память программ объемом 256 кбайт, флэш-память данных объемом 8 кбайт, ОЗУ объемом 10 кбайт

и содержат набор многоцелевых и многофункциональных таймеров, аудиоинтерфейсы, универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик USART, программируемые порты ввода-вывода и сторожевой таймер.

**Процессоры CP3BT10 и CP3BT13** содержат канал обработки сигналов в стандарте Bluetooth и подключаются с использованием минимального числа компонентов к выпускаемому корпорацией National Semiconductor Bluetooth-приемопередатчику LMX5250/1. В процессор CP3BT10 дополнительно интегрированы интерфейсы USB и Access.bus, что определяет область его применения: персональные компьютеры и подключаемые к ним устройства. В процессор CP3BT13, предназначенный для автомобильных и промышленных электронных устройств, интегрированы интерфейсы CAN и Access.bus.

**Процессоры CP3UB17 и CP3CN17** ориентированы на применение в промышленных, автомобильных и офисных устройствах, не предназначенных для подключения к сети Bluetooth. В процессор CP3UB17 дополнительно интегрированы интерфейсы USB, Access.Bus, I<sup>2</sup>C и SPI, а в процессор CP3CN17 – интерфейсы CAN, Access.bus и SPI.

Процессоры изготавливаются по КМОП-технологии с проектными нормами 0.25 мкм, могут работать с тактовой частотой от 0 до 24 МГц, имеют диапазон рабочих температур от -40 до +85 °С и выпускаются в малогабаритном корпусе 48-CSP или в корпусе 100-LQFP (процессоры в этом корпусе допускают подключение внешней памяти объемом до 8 Мбайт). Корпорация National Semiconductor поставляет опытные образцы процессоров нового семейства и планирует начать их серийный выпуск в первом квартале 2003 г.

*Дополнительную информацию о процессорах можно получить в сети Интернет по адресу: [www.national.com/appinfo/cp3000](http://www.national.com/appinfo/cp3000)*

**Редакция журнала "Электронные компоненты и системы" принимает заказы на публикацию рекламных материалов и визитных карточек.**

**По вопросам размещения рекламы и визиток  
обращаться по тел.: (044) 227-1356, 227-1389, 227-7173  
или по электронной почте: [astratova@vdm.kiev.ua](mailto:astratova@vdm.kiev.ua)**

**С уважением, Астратова Анна,  
менеджер по рекламе журнала "ЭКиС".**

## Унифицированный корпус для высокоскоростной аппаратуры связи \*

Группа PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group), разрабатывающая стандарты для высокоскоростного телекоммуникационного оборудования и промышленных компьютеров, выпустила проект технических требований для аппаратуры связи нового поколения (документ PICMG 3.0). Эти требования, получившие название AdvancedTCA (Advanced Telecom Computing Architecture), основаны на последних достижениях в технике высокоскоростной коммутации и возможностях современных процессоров, а также способах повышения надежности, управляемости и удобства обслуживания. Они должны стать основным документом при создании аппаратуры для больших телефонных станций, заменив существующие ныне частные стандарты. Для такой аппаратуры фирмой Schroff разработан унифицированный корпус, удовлетворяющий этим требованиям.

При определении форм-фактора этого корпуса за основу был принят стандарт IEEE 1101. Корпус (см. рисунок) содержит: шасси высотой 533 мм с резервированной системой электропитания, включающей фильтр помех для постоянного напряжения -48 В; плату с четырнадцатью разъемами и систему вентиляторов. На шасси с шагом 30.48 мм расположены направляющие для установки функциональных узлов. Увеличенный в 1.5 раза по сравнению со стандартным шаг расположения направляющих обеспечивает следующие преимущества:

- высокую степень интеграции и функциональности узлов, устанавливаемых в корпус
- большую рассеиваемую мощность, обусловленную интенсивной вентиляцией
- возможность установки на плате функционального узла дополнительных модулей
- возможность установки на передней панели необходимого числа входных и выходных разъемов.

В технических требованиях предусмотрено, что платы функциональных узлов должны иметь размеры 322.25×280 мм. Платы устанавливаются со смещением от края узла на 6.6 мм, что позволяет располагать на их обратной стороне SMD-компоненты. Предусмотрена возможность установки дополнительных модулей, вставляемых с задней стороны корпуса в разъем на плате функционального узла. Регламентированы также функции разъемов, соединяющих функциональные узлы с субплатой.

\* По материалам фирмы Schroff.



При конфигурации соединений по схеме Dual Star (двойная звезда, для которой необходимы два коммутатора) в одном 19-дюймовом корпусе можно установить 12 функциональных узлов. Однако, если эту схему преобразовать в схему Serial Mesh (последовательная сеть), то возможна установка всех четырнадцати функциональных узлов.

Для управления работой всего устройства, размещенного в этом корпусе, в него встроены два контроллера с такими функциями, как загрузка программ и подключение выходных цепей после проверки совместности, а также дистанционное обслуживание и обновление программ. Резервированная система вентиляторов, расположенная на дне корпуса, также управляется контроллерами. Мощность системы охлаждения рассчитана на работу четырнадцати плат с потребляемой мощностью каждой до 120 Вт.

Адаптеры для коммутаторов PCI 2.16 (поставляемые отдельно) содержат собственные блоки питания для согласования с напряжениями PCI. Замена адаптеров может производиться без отключения питания. Поставляются также лицевые панели и заглушки для неиспользуемых разъемов.

Корпус соответствует требованиям STP (Simplified Telecom Packaging), изложенным в документе PICMG 3.0 (проект 0.66b).

## СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2002 г.

Перечень содержит все статьи и краткие сообщения, опубликованные в 2002 г.

Публикации сгруппированы по рубрикам и расположены в порядке возрастания номера журнала (числитель дроби) и номера страниц (знаменатель дроби).

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Новый сигнальный процессор ADSP-21161N .....	6/48
Эквиваленты нагрузки .....	7/48
DSP-конвертеры .....	8/48
Микросхемы цифровых коммутаторов для телефонии .....	9/48
Семейство сигнальных процессоров для обработки аналого-цифровых сигналов .....	11/48

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Достижения в создании сенсоров изображений с высоким разрешением .....	3/3
Средства защиты электронного бизнеса .....	3/5
Большие матричные приемники рентгеновского излучения .....	4/3
Дисплеи на основе органических светодиодов .....	6/3
Перспективы развития волоконно-оптической связи внутри компьютера .....	10/3
Новая технология изготовления матричных фотоприемников .....	10/4

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

## ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Аналого-цифровые преобразователи .....	2/17
Микросхемы для ВЧ телекоммуникаций .....	3/19
Организация оптических сетей .....	4/19
Усилители .....	6/19
Микросхемы для управления тепловыми режимами и электропитанием .....	7/19
Микросхемы для "горячего" подключения периферийного оборудования .....	8/22
Приемопередатчики RS-485 и RS-422 .....	10/22
Прецизионные преобразователи .....	11/17
Усилители .....	12/19

## ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Подстроечные резисторы .....	7/3
Катушки индуктивности и дроссели в чип-исполнении .....	10/28
Позисторы фирмы Murata .....	11/3

## СЕНСОРЫ И ДАТЧИКИ

Методы и средства биометрической идентификации .....	8/3
---	-----

Дактилоскопия и типы датчиков отпечатка пальца .....	8/8
Анализ крови с помощью биочипа .....	8/14
Неинвазивные мониторы приходят на смену инвазивным сенсорам .....	8/15
Датчики фирмы SIEMENS .....	9/3
Электронный нос: элементная база и принципы построения .....	10/6
Полупроводниковые датчики отпечатка пальца .....	10/10
Микросхемы гиросенсоров .....	12/3
Пиросенсоры и пироприемники компании Murata .....	12/4
Новые ПЗС-сенсоры изображения .....	12/6

## УСИЛИТЕЛИ И КОМПАРАТОРЫ

Особенности применения прецизионных операционных усилителей .....	1/2
Защита измерительных каналов от перенапряжений и радиопомех .....	2/3
Высококачественные аудиоусилители .....	4/4
Мостовой усилитель класса D AD1991 .....	5/18
Малозумящие усилители фирмы National Semiconductor .....	9/5
Дифференциальный усилитель с программируемым коэффициентом усиления .....	9/6
Сверхбыстрый компаратор напряжения .....	9/6

## АЦП И ЦАП

Новые 16- и 24-разрядные АЦП .....	2/6
Высокопроизводительные АЦП .....	3/10
Высокопроизводительные 18-разрядные АЦП поразрядного уравнивания .....	9/9

МИКРОСХЕМЫ ПАМЯТИ  
И ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКИ

ПЛИС – альтернатива ASIC и DSP .....	8/16
Быстродействующая память фирмы White Electronic Designs .....	9/10
Высокопроизводительная память фирмы Cypress Semiconductor .....	9/11
Новые возможности ПЛИС .....	9/12

**СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ,  
МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОКОНВЕРТЕРЫ**

Перспективные сигнальные процессоры .....	1/18
Показатели производительности сигнальных процессоров .....	1/26
Средства отладки на базе JTAG-эмулятора .....	2/8
Восьмиразрядные микроконтроллеры 68HC08 .....	4/6
Микропроцессоры, однокристалльные микро-ЭВМ, микроконтроллеры.. ..	5/3
16-разрядные микроконтроллеры MSP430F .....	5/13
Микроконвертеры ADuC8xx и CAN-шина .....	6/9
На вопросы журнала DSP Connection отвечает вице-президент фирмы Analog Devices Brain McAloon .....	6/18
VisualDSP++ – интегрированная отладочная среда для сигнальных процессоров фирмы Analog Devices .....	7/4
DSP-контроллеры .....	7/6
Показатели производительности сигнальных процессоров .....	9/13
Сигнальные процессоры семейства BlackFin .....	9/14
Новые сигнальные процессоры DSP5685x .....	9/16
8-разрядные микроконтроллеры C868 .....	9/17
8-разрядные микроконтроллеры семейства NITRON .....	9/18
Конфигурируемый цифровой аудиопроектор .....	10/14
Новые микроконтроллеры фирмы Motorola .....	10/18
Перспективные микроконтроллеры для автомобильной электроники .....	10/19
Флэш-память для сигнальных процессоров фирмы Analog Devices .....	11/7
DSP-контроллер с интерфейсом CAN-шины .....	11/11
Процессорное ядро TriCore .....	11/15
Комбинированные процессоры .....	12/7
Процессоры ADSP-2153x .....	12/11
32-разрядные микроконтроллеры фирмы Infineon .....	12/14

**ОБРАБОТКА ЗВУКА**

Новые ИМС для обработки звука .....	6/5
-------------------------------------	-----

**КВАРЦЕВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ**

Радиационно-стойкие и стабильные кварцевые генераторы .....	9/7
--	-----

**СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Силовые запираемые тиристоры .....	2/36
------------------------------------	------

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

Низковольтные DC/DC-преобразователи с КПД до 89 % .....	4/12
DC/DC-преобразователи: в обычном или SMD исполнении? .....	4/13
DC/DC-преобразователи для устройств телекоммуникаций .....	5/32
Преобразователи DC/DC, обзор рынка .....	6/33
AC/DC-, DC/DC-преобразователи с малыми токами утечки .....	6/36
Источники питания для телекоммуникаций .....	7/12
Маломощные низковольтные DC/DC-преобразователи с КПД 90 % .....	8/28
Миниатюрные DC/DC-преобразователи .....	9/19
Низковольтные DC/DC-преобразователи .....	9/20
DC/DC-преобразователи повышенной надежности .....	9/20
Серия MNF+ DC/DC-преобразователей компании Interpoint .....	10/29
Недорогие маломощные DC/DC-преобразователи .....	11/33
Низкопрофильные AC/DC-, DC/DC- преобразователи мощностью 175 Вт .....	12/31

**ДИСПЛЕИ**

Новые графические ЖК-дисплеи компании Microtips Technology .....	9/22
---	------

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ**

12-/14-разрядные АЦП для телекоммуникаций .....	2/12
Стабильные гетеродины для преобразователей частоты .....	3/13
Новые схемы защиты абонентских интерфейсов .....	3/16
Радиочастотные фильтры компании Murata .....	4/14
Малогобаритные фильтры помех .....	4/16
Элементная база мобильных телефонов .....	4/17
Рубидиевые атомные генераторы .....	7/15
Аналого-цифровой препроцессор для широкополосных систем связи .....	9/23
Широкополосные усилители с фиксированным коэффициентом усиления .....	9/24
Быстродействующий усилитель с минимальными шумами и искажениями .....	9/24
Чипсет для цифровой обработки аналоговых радиосигналов .....	11/38
Новая микросхема высокочастотного DDS-синтезатора .....	11/40

Смесители и аналоговые модуляторы/ демодуляторы для систем радиосвязи .....	12/16
Новые микросхемы для модемов, работающих в стандарте DOCSIS .....	12/18

**ИНТЕРФЕЙСЫ**

Интерфейс LVDS .....	11/34
----------------------	-------

**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Датчик относительной влажности воздуха DB-8Б .....	1/27
Аналого-цифровой осциллограф HM1507-3 .....	3/32
АС-интерфейс в системах производственной безопасности .....	3/35
Компактный программируемый логический модуль LOGO! .....	4/32
Измерительные генераторы компании HAMEG Instruments .....	4/36
Одноплатные промышленные компьютеры фирмы Portwell .....	4/39
Современные счетчики электроэнергии .....	5/34
Анализаторы спектра производства фирмы HAMEG Instruments .....	5/43
Особенности конструкции промышленных компьютеров .....	6/38
Автоматизация системотехники зданий на базе шины INSTABUS .....	7/31
Интерфейсные карты семейства BU-65569TX для сопряжения PCI-шины с шиной MIL-STD-1553 .....	7/40
Счетчики электрической энергии .....	7/41
Модульная измерительная система фирмы HAMEG .....	8/32
Технологические компоненты PROFIBUS .....	8/38
Интерфейсная микросхема для синусно-косинусных преобразователей .....	8/40
САПР для радиоэлектроники .....	8/42
Двухканальная карта с выходом для СКВТ и сельсинов .....	9/25
Одноплатные промышленные компьютеры .....	9/26
Измерительные приборы компании HAMEG Instruments .....	9/28
Термокомпенсированный датчик относительной влажности воздуха .....	10/31
Сенсоры с интерфейсом обмена данными .....	10/33
Интеллектуальный цифровой датчик влажности и температуры воздуха с защитой от росы .....	11/42
Автоматический контроль качества воды .....	11/44
Измерительные приборы компании Keithley .....	11/46
Измерительные трансформаторы тока	

для счетчиков электроэнергии .....	12/32
ПК-ориентированная система управления технологическими процессами WinAC .....	12/35
Новый анализатор спектра компании HAMEG Instruments .....	12/36

**КОММУТАЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ, КАБЕЛИ**

Пружинные зажимы WAGO .....	9/32
Электромагнитные реле фирмы Schrack .....	9/33
Электрические соединители DIN 41612 .....	9/34
Кабели фирмы LAPP KABEL .....	9/35

**ШКАФЫ И КОРПУСА**

Универсальные шкафы PROLINE .....	6/42
Корпуса для промышленного электронного и электротехнического оборудования .....	9/30
Рекомендации по заземлению телекоммуникационных шкафов .....	10/34

**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ**

Поверхностный монтаж электронных компонентов .....	1/28
Особенности проектирования печатных плат для высокочастотных логических ИМС .....	2/42
Поверхностный монтаж и демонтаж микросхем в корпусах BGA и CSP .....	3/38
Электрические характеристики печатных проводников .....	3/43
Краткий справочник по монтажу печатных плат .....	5/19
Оборудование для поверхностного монтажа электронных компонентов .....	9/38
Микроскопы для контроля качества сборки печатных плат .....	9/44
Проектирование, изготовление и монтаж печатных плат .....	9/45
Паяемость печатных плат .....	10/37
Выдержки из стандарта ANSI/J-STD-003 "Методы проверки паяемости печатных плат" ....	10/40
Подготовка электронных компонентов к монтажу на поверхность плат .....	12/38

**КОНКУРС: ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА**

Интеллектуальная видеокамера .....	2/33
Универсальный программируемый контроллер "КОНСТАР 201" .....	3/31
Лидер отечественного производства делает ставку на интеллект .....	4/31
Преобразователь аналогового видеосигнала в сигналы цифрового интерфейса ЖК-панелей ...	5/31

Универсальная цифровая АТС "Протон-ССС" серии "Алмаз" .....	6/31
Измеритель характеристик абонентских линий, телефонных аппаратов и стационарного оконечного оборудования .....	7/17
Прибор для измерения характеристик элементов защиты устройств проводной связи от перенапряжений и экстратоков .....	8/30
Монитор "последней мили" .....	10/30

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Датчик влажности конденсаторного типа .....	2/43
Электронный мастер на все руки .....	2/44
Портативный тестер для проверки локальных сетей .....	2/44
Набор оптических датчиков положения компании Agilent Technologies, Inc. ....	2/45
Высокоэффективные DC/DC-преобразователи ..	2/46
Микросхема трехфазного счетчика электроэнергии .....	2/46
Одноплатные цифровые осциллографы .....	2/47
18-разрядный стереоЦАП со встроенным голосовым кодеком .....	2/47
Почему электронные компоненты необходимо приобретать у авторизованных дистрибьюторов? .....	2/48
Состояние дел в производстве электронных компонентов в 2001 году .....	4/40
Цифровой осциллограф с частотой выборки 1.1 ГГц .....	4/40
Новые микроконтроллеры в семействе 68HC08 .....	4/40
Новые проходные конденсаторы .....	4/41
Автомобильный датчик ударных нагрузок .....	4/41
Набор технических средств для контроля электростатических зарядов .....	4/42
Силовые модули на основе IGBT .....	4/43
В странах ЕС вводятся новые нормы взрывобезопасности .....	5/45
Спрос на персональные компьютеры продолжает падать .....	5/45
Новый стандарт для распределенных систем управления .....	5/46
32-разрядные сигнальные процессоры фирмы Analog Devices .....	5/47
Радиоинтерфейс датчиков .....	7/44
Пьезокерамический привод форсунки дизельного двигателя .....	7/45
Двухканальная КМОП-оптопара производительностью 15 Мбод .....	7/45

Новый волоконно-оптический трансивер .....	7/46
Оценочная плата для быстродействующих АЦП .....	7/46
Параметры SiGe микросхем превзошли параметры микросхем на основе арсенида галлия и фосфида индия .....	7/46
Малогобаритные керамические конденсаторы емкостью 100 мкФ .....	7/46
Первый в мире цифровой сенсор влажности и температуры SHT11 .....	7/47
ПЛИС со встроенным микропроцессором PowerPC .....	7/47
Резистивный датчик угла поворота .....	7/47
Полупроводниковая промышленность Европы: современное состояние и перспективы развития .....	8/45
2-гигабитные волоконно-оптические трансиверы с усовершенствованными возможностями для сетей стандарта Fibre Channel .....	8/46
Электронный паспорт для домашних животных ....	8/46
Дистанционный выключатель, не требующий источника энергии .....	8/47
По страницам журнала "Analog Dialogue" .....	9/46
Промышленный монитор для измерения концентрации кислорода .....	10/42
Новые ОУ и компараторы фирмы National Semiconductor .....	10/42
Дифференциальный усилитель с цифровым потенциометром для регулировки коэффициента усиления .....	10/43
Как обеспечить высокий коэффициент ослабления синфазного сигнала на входе АЦП .....	10/44
Комплект микросхем для ретрансляторов кабельных линий цифровой связи .....	10/45
Семейство коммуникационных процессоров для проводных и беспроводных сетей .....	12/43
Унифицированный корпус для высокоскоростной аппаратуры связи .....	12/43

### ПО МАТЕРИАЛАМ СЕМИНАРА ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Измерительные усилители фирмы Analog Devices .....	4/46
Линейные стабилизаторы семейства ADP33XX .....	4/47
Стандарты ITU для передачи речевых сигналов и характеристики DSP для вокодеров .....	4/47
Микроконвертеры: современное состояние и перспективы развития .....	4/48