

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**2005 декабрь  
№ 12 (100)МАССОВЫЙ  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ**Учредитель и издатель:**  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ  
ФИРМА VD MAISЗарегистрирован  
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:**  
В.А. Романов**Редакционная коллегия:**В.А. Давиденко  
В.В. Макаренко  
А.Ф. Мельниченко  
Г.Д. Местечкина  
(ответственный секретарь)  
В.Р. Охрименко  
Д-р Илья Брондз,  
Университет г. Осло, Норвегия**Набор:**

С.А. Чернявская

**Верстка:**

М.А. Беспалый

**Дизайн:**

А.А. Чабан

**Адрес редакции:**Украина, Киев,  
ул. Жилианская, 29  
Тел.: (044) 492-8852, 287-1356  
Факс: (044) 287-3668  
E-mail: ekis@vdmals.kiev.ua  
Интернет: www.vdmals.kiev.ua  
www.ekis.kiev.ua**Адрес для переписки:**Украина, 01033 Киев, а/я 942  
Цветоделение и печать  
ДП "Такі справи"  
т./ф.: (044) 458-4086  
Подписано к печати 23.12.2005  
Формат 60x84/8  
Тираж 1000 экз.  
Зак. № 512-154-2406Перепечатка опубликованных в журнале  
материалов допускается с разрешения редакции.  
За рекламную информацию ответственность несет  
рекламодатель.**АЦП И ЦАП**В. Охрименко  
**18-разрядный АЦП: AD7641 PULSAR®** ..... 3**В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**Стив Гуинта  
**Как правильно выбрать конденсатор  
для своей разработки?** ..... 6  
У. Кестер  
**Как правильно выбрать АЦП?** ..... 12  
А. Мельниченко  
**Защита сетевого оборудования от перегрузки** ..... 20  
А. Мельниченко  
**Защита мощных светодиодов от перегрева** ..... 22**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES****Усилители** ..... 25**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**Г. Местечкина  
**Серия AC/DC-преобразователей iMP  
с цифровым управлением** ..... 38  
Г. Местечкина  
**AC/DC- и DC/DC-преобразователи компании ROHM** ..... 42**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**В. Макаренко  
**Аналого-цифровые осциллографы HAMEG** ..... 46**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ**А. Мельниченко  
**О некоторых технологических проблемах  
изготовления микросхем** ..... 50**ШКАФЫ И КОРПУСА**А. Мельниченко  
**Шкафы фирмы Rittal** ..... 53**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ****Адаптер RTR2A TekConnect для пробников анализаторов  
спектра реального времени Tektronix** ..... 54**ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, ПРЕЗЕНТАЦИИ****Выставка "Світ електроніки 2005"** ..... 56  
**Международная выставка PRODUCTRONICA 2005** ..... 56  
**Выставка "РАДЭЛ-2005" – пять лет динамичного роста** ..... 57  
**Выставка "ПТА-Украина 2005"** ..... 57**СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2005 г.****Содержание журнала за 2005 год** ..... 58  
**Фирмы и компании,  
представленные в журнале в 2005 году** ..... 60

### ADCs AND DACs

- V. Ohrimenko  
**18-bit, 2 MSPS PULSAR® ADC AD7641** ..... 3

### ASK THE APPLICATIONS ENGINEER

- Steve Guinta  
**Capacitance and Capacitors** ..... 6  
 Walt Kester  
**Which ADC Architecture Is Right for Your Application?** ..... 12  
 A. Melnichenko  
**Circuit Protection of AC Mains Equipment** ..... 20  
 A. Melnichenko  
**Protecting High Power LEDs from the Overheat** ..... 22

### THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN

- Amplifiers** ..... 25

### POWER SUPPLIES

- G. Mestechkina  
**iMP Series Digitally Controlled AC-DC Switching Power Supplies** ..... 38  
 G. Mestechkina  
**AC/DC and DC/DC Converters of ROHM Company** ..... 42

### CONTROL AND AUTOMATION

- V. Makarenko  
**Analog-digital Hameg's Oscillographs** ..... 46

### SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

- A. Melnichenko  
**Some Technological Problems of IC Manufacturing** ..... 50

### CASES AND CABINETS

- A. Melnichenko  
**Rittal Cases** ..... 53

### NEWS BRIEFS

- Tektronix Probe Adapter RTPA2A for Real-Time Spectrum Analyzes** ..... 54

### EXHIBITIONS, SEMINARS, PRESENTATIONS

- "World of Electronics 2005" Exhibition** ..... 56  
**Fair PRODUCTRONICA 2005** ..... 56  
**"Radio Electronics and Instrument-making 2005" Exhibition** ..... 57  
**"PTA-Ukraine 2005" Exhibition** ..... 57

### CONTENTS OF JOURNAL 2005

- Contents of Journal 2005** ..... 58  
**Firms and Companies Represented in Journal in 2005** ..... 60



## ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

December 2005  
 No. 12 (100)

Monthly  
 Scientific and Technical  
 Journal

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

**Director**  
 V.A. Davidenko

**Head Editor**  
 V.A. Romanov

**Editorial Board**  
 V.A. Davidenko  
 V.V. Makarenko  
 A.F. Melnichenko  
 G.D. Mestechkina  
 (executive secretary)  
 V.R. Ohrimenko  
 Dr. Ilija Brondz,  
 University of Oslo, Norway

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

**Layout**  
 M.A. Bepaly

**Design**  
 A.A. Chaban

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

**Tel.:**  
 (380-44) 287-1356,  
 492-8852 (multichannel)

**Fax:**  
 (380-44) 287-3668

**E-mail:**  
 ekis@vdmals.kiev.ua

**Web address:**  
 www.vdmals.kiev.ua  
 www.ekis.kiev.ua  
 Printed in Ukraine

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

## 18-РАЗРЯДНЫЙ АЦП: AD7641 PULSAR®

В статье приведены сведения о возможностях и параметрах 18-разрядного АЦП AD7641 с максимальной частотой выборки 2 МГц.

**В. Охрименко**

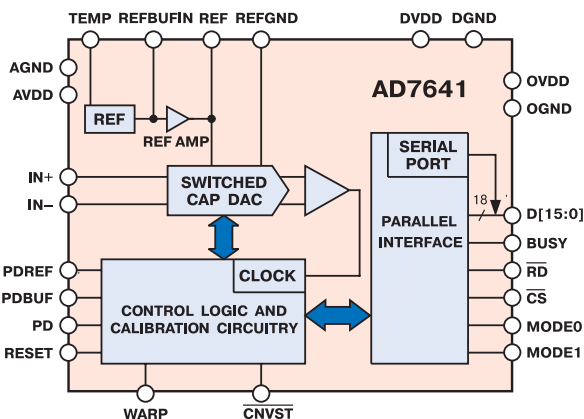
### 18-bit, 2 MSPS PULSAR® ADC AD7641

The AD7641 is a 18-bit, 2 MSPS, charge redistribution SAR, fully differential analog-to-digital converter (ADC) that operates from a single 2.5 V power supply.

**V. Ohrimenko**

AD7641 предназначен для использования в быстродействующих системах сбора/обработки данных, высокоскоростных средствах связи, высокоточных медицинских и измерительных приборах, автоматизированном контрольном оборудовании, сканерах, анализаторах спектра и т.п.

AD7641 – одноканальный 18-разрядный АЦП поразрядного уравнивания (SAR) с максимальной частотой выборки 2 МГц [1, 2]. Отношение сигнал/шум составляет 93 дБ (типичное значение), пропуски кодов отсутствуют. Структурная схема микросхемы AD7641 приведена на рис. 1.



**Рис. 1. Структурная схема АЦП AD7641**

АЦП имеет два режима работы, отличающиеся между собой скоростью преобразования и уровнем потребляемой мощности. В режиме Warp mode максимальная частота преобразования 2 МГц (типичное значение потребляемой мощности 65 мВт), в режиме Normal mode – 1.5 МГц. Предусмотрен также энергосберегающий режим работы (Power-Down). Передача данных осуществляется через 18-/16-/8-раз-

№  
ЭЖИС  
1000

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Перед Вами СОТЫЙ номер журнала ЭЖИС. Без малого десять лет мы регулярно информируем Вас о последних достижениях современной микроэлектроники, новых приборах и системах, прогрессивных технологиях проектирования печатных плат и сборки радиоэлектронной аппаратуры.

За эти годы журнал существенно изменился и, как нам кажется, в лучшую сторону. Увеличился его объем и информативность, из чернобелого он стал полноцветным и, что самое главное, у него появился постоянный читатель.

Все это стало возможным благодаря большому вкладу фирмы-учредителя – НПФ VD MAIS – и особенно ее директора В.А. Давиденко, обеспечившего редакцию ЭЖИС всем необходимым для успешной и продуктивной работы, сотрудникам редакции и коллективу авторов, многие из которых получили широкую известность среди разработчиков РЭА благодаря публикациям в нашем журнале.

Мы с благодарностью отмечаем большой вклад в развитие журнала В.С. Голуба, чьи публикации о сигма-дельта АЦП, микроэлектронных датчиках физических величин получили признание среди специалистов; В.В. Макаренко, который постоянно знакомит читателей ЭЖИС с последними достижениями в области мирового приборостроения; А.Ф. Мельниченко, публикации которого о преимуществах и особенностях поверхностного монтажа регулярно появляются на страницах нашего журнала; Г.Д. Местечкиной, которая является постоянным автором рубрики "Источники питания"; В.Р. Охрименко, чьи статьи о сигнальных процессорах с интересом ожидают читатели не только в Украине, но и за рубежом.

Журнал знакомит читателей не только с достижениями мировых производителей электронных компонентов и других изделий РЭА, но и лучшими разработками отечественной промышленности. В рубрике "Лучшая разработка года" представлены новые средства телекоммуникаций, измерительные приборы, контроллеры, созданные за последние годы украинскими производителями.

Девять лет – небольшой срок для становления научно-технического журнала. Усилия редакции направлены на дальнейшее совершенствование журнала, повышение информативности и качества публикуемой информации. Мы открыты для сотрудничества с нашими читателями, готовы учесть все предложения, направленные не только на улучшение самого журнала, но и на другие аспекты деятельности редакции, такие как презентации выставок и семинаров, организация конкурсов и конференций, распространение журнала через Интернет и многое другое.

Мы надеемся, что благодаря нашим совместным усилиям журнал ЭЖИС и в дальнейшем будет для Вас, дорогой читатель, одним из основных источников информации о новых достижениях мировой науки и техники!

Гл. редактор журнала ЭЖИС

**В. Романов**

рядный параллельный порт или последовательный интерфейс, совместимый с протоколами SPI, QSPI, MICROWIRE. Все протоколы совместимы с протоколами обмена данными, реализованными в сигнальных процессорах. Выбор выходного интерфейса осуществляется на аппаратном уровне. Пример схемы подключения АЦП AD7641 к сигнальному процессору ADSP-219x приведен на рис. 2.

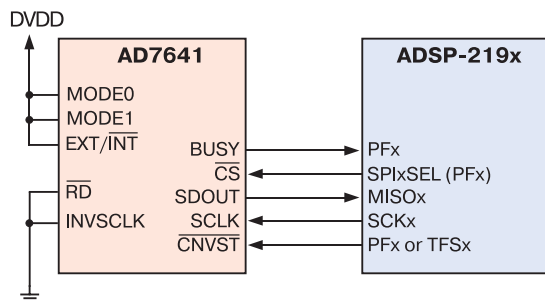


Рис. 2. Схема подключения АЦП AD7641 к сигнальному процессору семейства ADSP-219x

Напряжение цифровых сигналов совместимо по уровню с входными и выходными сигналами логических микросхем, микропроцессоров и микроконтроллеров, напряжение питания которых составляет 2.5, 3.3 или 5.0 В. Выходные данные преобразования могут быть представлены в прямом двоичном или дополнительном коде. АЦП AD7641 имеет встроенный источник эталонного напряжения (2.048 В), предусмотрена также возможность работы с внешним источником. Кроме того, микросхема AD7641 содержит встроенный температурный датчик с выходным напряжением 300 мВ (типичное значение) при температуре 25 °С. Чувствительность датчика 1 мВ/°С, выходное сопротивление 4.7 кОм. Выход температурного датчика подключен к одному из выводов (TEMP) микросхемы (см. рис. 1).

Микросхемы АЦП AD7641 выпускаются в корпусах типа 48-LQFP (размерами 9×9 мм) и 48-LFCSP

(7×7 мм). По расположению выводов эти микросхемы совместимы с ранее выпущенными АЦП AD7674 с максимальной частотой выборки 1 МГц.

Основные параметры АЦП AD7641:

- максимальная частота преобразования 2 МГц
- типовое значение интегральной нелинейности  $\pm 2$  EMP (единиц младшего разряда)
- напряжение входного сигнала  $\pm 2.048$  В
- напряжение встроенного эталонного источника 2.048 В (дрейф  $\pm 3$  ppm/°C)
- выходной интерфейс: параллельный 18-/16-/8-разрядный или последовательный (SPI)
- напряжение питания 2.5 В
- потребляемая мощность 65 мВт (типичное значение в режиме Warp mode)
- диапазон рабочих температур -40...85 °С.
- диапазон температур хранения -60...150 °С.

Более полную информацию об АЦП, выпускаемых фирмой Analog Devices, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.analog.com>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 18-bit, 2 MSPS SAR ADC AD7641. Preliminary Technical Data. – Analog Devices, 2005 (<http://www.analog.com>).
2. <http://www.analog.com>.

## ЧП "АНВИТ"

Предлагает оборудование для измерения механических величин производства Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, ФРГ:



#### ДАТЧИКИ

вес (1 кг ...470 т), сила (10 Н ...10 МН), давление (10...15000 Бар), перемещение (2...50 мм), деформации (до 2 мм/мм).

#### КОНТРОЛЛЕРЫ

для прессов, систем АСУ ТП, испытательных стендов.

03067 Киев, ул. Гарматная, 8, оф. 6  
т./ф.: (044) 451-4699 (многоканальный), т.: 537-3305  
<http://www.anwit.com.ua>, e-mail: [but@ukmet.net](mailto:but@ukmet.net)

## VD MAIS

Электронные  
компоненты  
и системы

Микросхемы • Датчики • Опто-электроника • Источники питания  
• Резонаторы и генераторы  
• Дискретные полупроводники  
• Пассивные компоненты • СВЧ-компоненты • Системы беспроводной связи

Дистрибьютор

AGILENT TECHNOLOGIES, ANALOG DEVICES, ASTEC, COTCO, DDC, GEYER, FILTRAN, IDT, KINGBRIGHT, MURATA, RECOM, RABBIT, ROHM, SUNTECH, TEMEX COMPONENTS, TYCO ELECTRONICS, WAVECOM, WHITE ELECTRONIC

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29  
тел.: (044) 492-8852 287-1389, факс: (044) 287-3668  
e-mail: [info@vdmals.kiev.ua](mailto:info@vdmals.kiev.ua), [www.vdmals.kiev.ua](http://www.vdmals.kiev.ua)



ЗАО  
РЕЛКОМ СП

ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА  
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Украина, Чернигов, Толстого 90  
[www.reikomsp.cn.ua](http://www.reikomsp.cn.ua)  
тел./факс (04622) 4-64-05  
моб. тел. (097) 337-3-747



*Мы берем лучшее у лучших,  
чтобы создать совершенное...*

# Промышленные КОМПЬЮТЕРЫ

серии ROBO производства VD MAIS

Промышленные компьютеры серии ROBO производства VD MAIS - это высокопроизводительные процессорные модули производства фирм Portwell, Commell и iEi Technology, выполненные на базе процессора Pentium 4; RAID- накопители "hot swap" на SATA/IDE/SCSI-дисках большой емкости; контроллеры 100/1000 Base-T LAN; порты USB 2.0 и COM; устройства сопряжения с объектом, а также надежный источник питания, помещенные в пыле- и виброзащитные корпуса фирм Portwell и Advantech.

Компьютер комплектуется монитором (консолью) промышленного исполнения фирмы iEi Technology, а также источником бесперебойного питания фирмы Eaton Powerware и может быть собран как в открытой стойке, так и в защитном вентилируемом шкафу фирмы Schroff.



Корпуса фирм Portwell, Advantech



Объединительные платы фирм Advantech, Portwell, iEi Technology



Процессорные модули фирм Portwell, Commell, iEi Technology



Дисководы с возможностью "горячей замены" фирм Seagate, Hitachi, Samsung

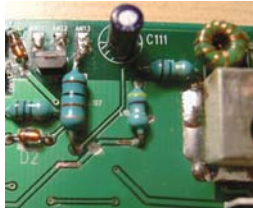


Шафы и стойки фирмы Schroff

## КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ КОНДЕНСАТОР ДЛЯ СВОЕЙ РАЗРАБОТКИ? \*

В настоящей публикации рассмотрена проблема оптимального выбора типа конденсатора.

Стив Гуинта



### CAPACITANCE AND CAPACITORS

It is shown how to select right capacitor and to clear advantages and disadvantages of different types of capacitors.

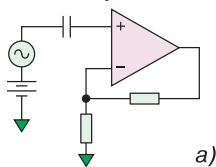
Steve Guinta

**Как правильно выбрать конденсатор и как оценить преимущества и недостатки разных типов конденсаторов?**

Выбрать необходимый тип конденсатора для конкретной разработки совсем не трудно. Большинство выпускаемых промышленностью конденсаторов в зависимости от применения можно разделить на четыре группы:

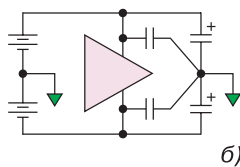
- разделительные конденсаторы, разделяющие сигналы постоянного и переменного тока в цепи полезного сигнала (рис. 1, а)
- развязывающие конденсаторы, фильтрующие ВЧ-составляющую в цепи постоянного тока или НЧ-сигнала (рис. 1, б)
- конденсаторы для частотно-избирательных цепей, включая активные и пассивные фильтры (рис. 1, в)
- запоминающие конденсаторы, предназначенные для УВХ и интеграторов (рис. 1, г).

Связь по переменному току



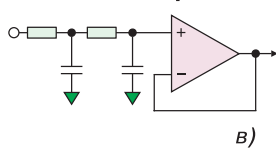
а)

Развязанная схема



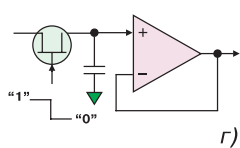
б)

Фильтр



в)

УВХ



г)

Рис. 1. Особенности применения конденсаторов

Несмотря на то, что существует достаточно много типов конденсаторов и среди них такие широко применяемые, как пленочные, полистирольные, керамические, электролитические и т.д., для каждого конкретного случая выбор, как правило, ограничивается

всего несколькими типами конденсаторов. Это объясняется тем, что на предварительном этапе легко могут быть исключены конденсаторы, которые или не отвечают системным требованиям, или их паразитные параметры высоки.

**Поясните происхождение паразитных параметров конденсаторов?**

В отличие от идеального, реальный конденсатор имеет паразитные параметры, характеризующиеся паразитным сопротивлением или индуктивностью (рис. 2). Кроме того, реальные конденсаторы обладают нелинейностью и имеют утечку. Перечисленные параметры в том или ином виде указаны в техническом описании (data sheet). Зная величину паразитных параметров и токи утечки, легко выбрать оптимальный конденсатор для конкретного применения.

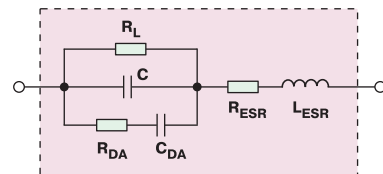


Рис. 2. Электрическая модель реального конденсатора

**Как паразитные параметры влияют на характеристики конденсатора?**

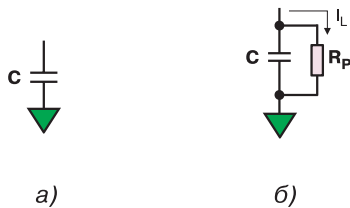
В реальном конденсаторе имеются четыре вида паразитных параметров, влияющих на его характеристики (рис. 2):

- утечки, характеризующиеся паразитным параллельным резистором  $R_p$  (рис. 3, б)
- нелинейность, вызванная паразитными последовательными сопротивлением (ESR) и индуктивностью (ESL)
- утечки, вызванные абсорбцией диэлектрика ( $R_{DA}$ ,  $C_{DA}$ ).

\* Steve Guinta. Capacitance and capacitors.

[www.analog.com/library/analogDialogue/Anniversary/21.html](http://www.analog.com/library/analogDialogue/Anniversary/21.html).

**Паразитное параллельное сопротивление**  $R_p$  необходимо учитывать при построении УВХ и интеграторов, а также при использовании конденсаторов в высокоомных цепях. В идеальном конденсаторе заряд изменяется при протекании внешнего тока (рис. 3, а). В реальном конденсаторе изменение заряда при отсутствии внешнего тока определяется постоянной времени, равной  $R_p C$  (рис. 3, б).



**Рис. 3. Модели конденсаторов: идеального (а) и реального с цепью утечки (б)**

В электролитических конденсаторах (танталовых и алюминиевых) при большой емкости токи утечки тоже велики и могут составлять до 5-20 нА на одну микрофараду. Поэтому конденсаторы этого типа не используются для хранения зарядов. Наилучшими для такого применения являются тефлоновые конденсаторы и другие конденсаторы с полимерным изолятором (полипропиленом, полистиролом и т.д.)

**Эквивалентное последовательное сопротивление** (Equivalent Series Resistance – ESR)  $R_s$  (рис. 2). Последовательное сопротивление конденсатора определяется эквивалентным сопротивлением выводов и пластин. Это сопротивление обуславливает потери в конденсаторе, которые могут быть существенными при протекании через него большого переменного тока. Наличие такого сопротивления приводит к импульсным помехам, если конденсатор используется как развязывающий в цепях питания или в качестве проходного в радиочастотных цепях. В прецизионных аналоговых цепях с высоким импедансом ESR приводит к увеличению погрешности.

Минимальная величина ESR присуща слюдяным и пленочным конденсаторам.

**Эквивалентная последовательная индуктивность** (Equivalent Series Inductance – ESL)  $L_s$  (рис. 2). Последовательная индуктивность конденсатора определяется эквивалентной индуктивностью выводов и пластин конденсатора. ESL подобно ESR может вызвать искажения не только в высокочастотных, но и в низкочастотных цепях и даже на постоянном токе. Причина заключается в том, что используемые в прецизионных цепях транзисторы могут иметь достаточно высокое усиление в широкой, вплоть до единиц гигагерц, полосе частот, в связи с чем эти транзисторы могут усиливать слабые сигналы, возникающие в паразитном колебательном контуре. Паразитная индук-

тивность приводит к искажениям в высокочастотных цепях развязки.

Электролитические бумажные или пленочные конденсаторы не предназначены для использования в цепях развязки высокочастотных цепей. Эти конденсаторы состоят из слоя фольги и двух слоев изолятора, свернутых в рулон. Такая конструкция приводит к образованию большой паразитной индуктивности, оказывающей существенное влияние на работу устройства в полосе радиочастот.

Более предпочтительными для использования в цепях развязки радиоустройств являются керамические конденсаторы, имеющие минимальную паразитную индуктивность. Они имеют многослойную конструкцию, в которой слои металлической фольги изолированы друг от друга керамическим диэлектриком. Такая конструкция, в отличие от рулонной, имеет классическую структуру, поэтому паразитная индуктивность керамических конденсаторов ниже индуктивности электролитических.

Недостатком керамических конденсаторов является слабая устойчивость к вибрациям. Некоторые из них могут самовозбуждаться, несмотря на минимальные ESR и ESL. Дисковые керамические конденсаторы имеют минимальную стоимость, однако их ESL выше по сравнению с паразитной индуктивностью керамических конденсаторов в другом конструктивном исполнении.

*В некоторых описаниях используется термин “коэффициент рассеяния” (dissipation factor, DF). Поясните, пожалуйста, его смысл?*

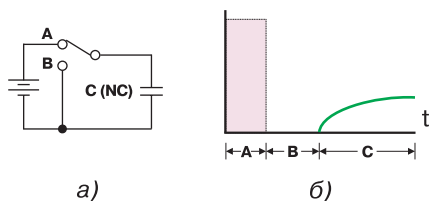
Некоторые производители вместо утечки, ESR и ESL конденсатора используют обобщенный параметр, получивший название “коэффициент рассеяния” и характеризующий интегральное качество конденсатора. Этот коэффициент определяется отношением рассеиваемой энергии к энергии хранения за один цикл заряда. Фактически, значение этого коэффициента эквивалентно коэффициенту мощности или  $\cos\phi$ . На высоких частотах фактор рассеяния хорошо моделируется паразитным последовательным резистором, т.е. на интересующей нас частоте отношение ESR к полному сопротивлению конденсатора позволяет определить коэффициент рассеяния DF

$$DF \approx \omega R_s C.$$

Коэффициент рассеяния может быть представлен в единицах заряда, что иногда встречается в технических описаниях.

**Диэлектрическая абсорбция.** Монолитные керамические конденсаторы непригодны для использования в УВХ и других устройствах, в которых конденсатор применяется для хранения заряда, вследствие значительной диэлектрической абсорбции. Из-за диэлектрической абсорбции происходит разряд кон-

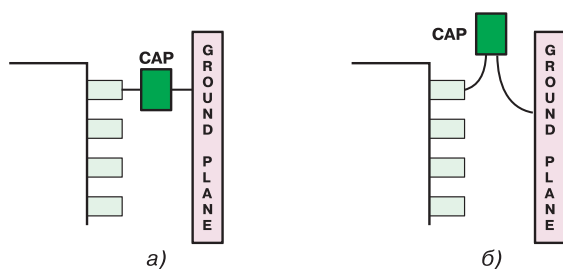
денсатора. Для восстановления заряда необходимо использовать внешние цепи. Величина заряда, необходимая для подзаряда конденсатора до первоначального значения, определяет погрешность УВХ, в котором используется данный конденсатор (рис. 4).



**Рис. 4. Схема заряда конденсатора (а) и временная диаграмма разряда (б), вызванного диэлектрической абсорбцией**

В УВХ используются конденсаторы с минимальной диэлектрической абсорбцией. К таким конденсаторам относятся тефлоновые и другие полимерные конденсаторы. Разряд этих конденсаторов вследствие диэлектрической абсорбции не превышает 0.01% за цикл хранения.

В заключение отметим, что наилучшим решением вопроса развязки в цепях питания является использование параллельно включенных керамического и электролитического (например, танталового) конденсаторов. Такое включение конденсаторов одинаково хорошо работает на высоких и низких частотах. Нет необходимости использовать электролитический конденсатор для каждой ИМС на печатной плате. Если расстояние между ИМС на плате не превышает 10 см, достаточно использовать один танталовый конденсатор на несколько ИМС. Кроме того, необходимо помнить, что на радиочастотах даже небольшой проводник имеет достаточно большую индуктивность, поэтому конденсатор нужно располагать как можно ближе к корпусу ИМС. Длина его выводов должна быть не более 1.5 мм (рис. 5). Предпочтительнее использовать в качестве конденсаторов развязки чип-конденсаторы, предназначенные для технологии поверхностного монтажа.



Используйте керамические конденсаторы SMT-типа или обычные конденсаторы с минимальной длиной выводов.

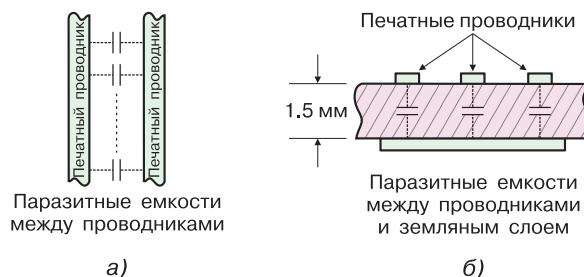
**Рис. 5. Расположение конденсатора развязки: правильное (а) и неправильное (б)**

### Что из себя представляет паразитная емкость?

Паразитный конденсатор образуется между двумя параллельными проводниками, находящимися в непосредственной близости друг относительно друга (рис. 6). Паразитные конденсаторы, кроме того, образуются на печатной плате между параллельными проводниками, расположенными на разных сторонах этой платы (рис. 7). Наличие паразитных емкостей на печатной плате может привести к увеличению шумов, уменьшению ширины полосы пропускания и потере устойчивости устройства.



**Рис. 6. Модель паразитного конденсатора**



**Рис. 7. Образование паразитного конденсатора на печатной плате: вид сверху (а), вид в разрезе (б)**

Если электрическая проницаемость стеклотекстолита  $E_R$  составляет 4.7,  $d=1.5$  мм, паразитная емкость между проводниками на противоположных сторонах печатной платы может составить 3 пФ/см<sup>2</sup>. На частоте 250 МГц импеданс между проводниками для такой емкости равен 212.2 Ом (рис. 6).

### Каким образом можно исключить паразитную емкость?

Исключить паразитную емкость практически невозможно, однако можно уменьшить ее величину.

### Как это можно сделать?

Один из путей уменьшения паразитной емкости – это использование экрана, который представляет собой заземленный проводник между двумя электрически связанными источниками (в нашем случае – параллельными проводниками).

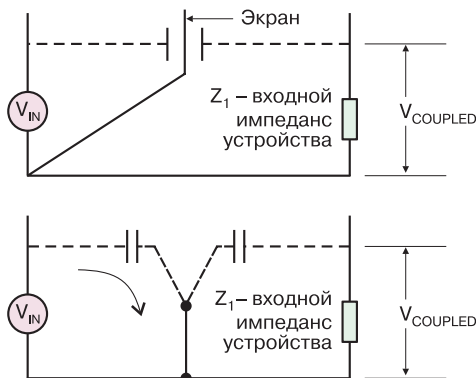


**Поясните, как работает экран?**

Эквивалентная схема источника шума, поступающего в устройство через паразитный конденсатор, приведена на рис. 8. Упрощенная схема экранирования этого шума представлена на рис. 9. Как следует из этого рисунка, напряжение шума с помощью экрана заземляется и не поступает на вход устройства.



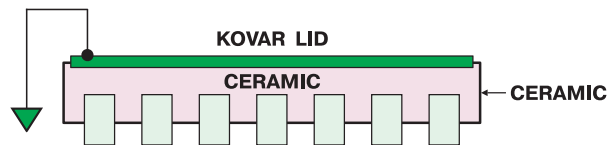
**Рис. 8. Эквивалентная схема источников шумов, проникающих в устройство через паразитный конденсатор**



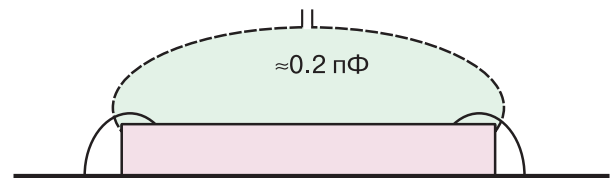
**Рис. 9. Эквивалентные схемы, поясняющие принцип экранирования устройства от воздействия шумов, проникающих через паразитный конденсатор**

Пример формирования паразитной емкости в керамическом DIP-корпусе ИМС приведен на рис. 10. Керамический DIP-корпус, как правило, имеет сверху металлическую пластину из ковара. Большинство логических ИМС имеют заземляемый вывод, расположенный в левом углу корпуса, и этот вывод ИМС соединен с металлической пластинкой и всегда заземлен. Аналоговые ИМС могут не иметь заземляемого вывода, что приводит к образованию паразитных емкостей между выводами (рис. 11). В связи с тем, что керамические корпуса имеют внешний металлический экран, для уменьшения уровня шума, воздействующего на ИМС, экран следует заземлять (рис. 10). Если корпус ИМС выполнен из пластмассы, следует установить на корпус экранирующую металлическую клипсу и заземлить ее. Перед тем как заземлить металлический корпус ИМС необходимо убедиться, что

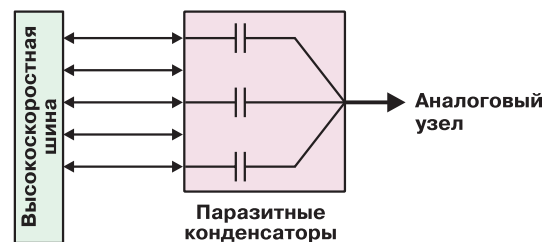
он не соединен с заземляемым выводом или с выводом питания этой ИМС. В некоторых ИМС внешний экран подключен к одному из напряжений питания. Следует отметить, что паразитная емкость между выводами ИМС находится в пределах от 0.05 до 0.6 пФ, рис. 11. При подключении, например, быстродействующего АЦП или ЦАП к шине данных паразитные емкости (рис. 12) могут оказать влияние на скорость нарастания входного (выходного) аналогового сигнала. Для быстродействующих преобразователей эта величина может составлять от 2 до 5 В/нс. Снизить влияние паразитных емкостей на работу быстродействующего



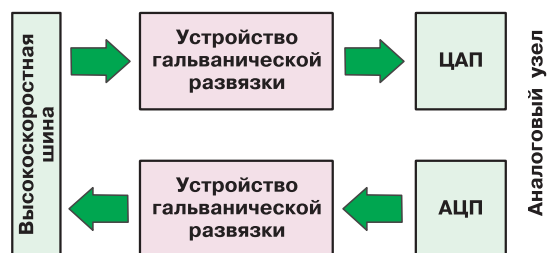
**Рис. 10. DIP-корпус ИМС с заземляемым экраном**



**Рис. 11. Паразитная емкость между выводами ИМС в DIP-корпусе**



**Рис. 12. Образование паразитной емкости при работе АЦП или ЦАП на шину данных**



**Рис. 13. Пример гальванической развязки аналоговых и цифровых узлов преобразователей**

Таблица сравнительных параметров конденсаторов

Тип	Диэлектрическая абсорбция, %	Преимущества	Недостатки
Керамические	<0.1	Небольшие размеры, недорогой, высокостабильный, широкий диапазон значений емкости, низкая паразитная индуктивность, много поставщиков	Минимальная емкость 10 нФ, большая диэлектрическая абсорбция
Полистирольные	0.001...0.02	Недорогой, малая диэлектрическая абсорбция, широкий диапазон значений емкости, хорошая стабильность	Предельная рабочая температура 85 °С, большие размеры, большая паразитная индуктивность
Полипропиленовые	0.001...0.02	Недорогой, малая диэлектрическая абсорбция, широкий диапазон значений емкости	Предельная рабочая температура 105 °С, большие размеры, большая паразитная индуктивность
Тефлоновые	0.003...0.02	Малая диэлектрическая абсорбция, хорошая стабильность, максимальная рабочая температура 125 °С	Сравнительно дорогой, большие размеры, большая паразитная индуктивность
Металлооксидные	0.01	Широкий диапазон значений емкости, небольшая диэлектрическая абсорбция, малые размеры, макс. рабочая температура 125 °С, малая паразитная индуктивность	Мало производителей, отсутствуют конденсаторы большой емкости
Поликарбонатные	0.1	Хорошая стабильность, недорогие, широкий диапазон рабочих температур	Большие размеры, эквивалентная точность 8 разрядов, высокая паразитная индуктивность
Полиэфирные	0.3...0.5	Средняя стабильность, недорогие, широкий диапазон рабочих температур, малая паразитная индуктивность	Большие размеры, эквивалентная точность 8 разрядов, высокая паразитная индуктивность
Монолитные керамические	>0.2	Широкий диапазон рабочих температур, малая паразитная индуктивность	Невысокая стабильность, большая диэлектрическая абсорбция
Слюдяные	>0.003	Недорогие, малая паразитная индуктивность, высокостабильные, погрешность изготовления не более 1%	Большие размеры, максимальная величина емкости 10 нФ, дорогие
Алюминиевые электролитические	большая	Большое максимальное значение емкости, высокие рабочие токи и напряжения, небольшие размеры	Большие утечки, плохая стабильность и точность, большие диэлектрическая абсорбция и паразитная индуктивность
Танталовые электролитические	большая	Малые размеры, большое максимальное значение емкости, среднее значение паразитной индуктивности	Большие утечки, плохая стабильность и точность, большие диэлектрическая абсорбция и паразитная индуктивность, дорогой

щих АЦП и ЦАП можно путем гальванической развязки аналоговых узлов и цифровых интерфейсов (рис. 13). Это требует применения дополнительных компонентов, приводит к увеличению потребляемой

мощности, однако позволяет улучшить параметры преобразователя.

В заключение приведем сравнительную таблицу основных параметров современных конденсаторов.



### Внимание подписчиков ЭКИС!

Вышли из печати новые каталоги, изданные VD MAIS:

"Общий каталог продукции",  
 "Измерительные приборы" (в 2 частях),  
 "AC/DC-, DC/DC-преобразователи",  
 "DC/DC-преобразователи 6...30 Вт",

а также компакт-диски с перечнями и техническими характеристиками изделий компаний:  
 Astec Power, Recom International, Gaia Converter, Murata, Sonitron, Tyko Electronics, Geyer Electronics, PACE, Kingbright, Agilent Technologies, Fordata, COTCO.

Все включенные в каталоги и диски изделия поставляются фирмой VD MAIS.

Каталоги и диски бесплатно рассылаются по запросу оформившим подписку на 2005-2006 гг.



# ЭФФЕКТИВНЫЕ МАРКЕТИНГОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОНИКИ



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ  
**ЭЛЕКТРОНИКА**

РАЗРАБОТЧИКИ  
ЭЛЕКТРОННОЙ  
ТЕХНИКИ

МЕНЕДЖЕРЫ  
ПО СНАБЖЕНИЮ

РУКОВОДИТЕЛИ  
ПРЕДПРИЯТИЙ

МАСТЕРА  
СЕРВИСНЫХ  
ЦЕНТРОВ

РУКОВОДИТЕЛИ  
СЕРВИСНЫХ  
ЦЕНТРОВ

ПОСТАВЩИКИ  
ЭЛЕКТРОННЫХ  
КОМПОНЕНТОВ

ПОСТАВЩИКИ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ

ПОСТАВЩИКИ  
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

КОНТРАКТНЫЕ  
ПРОИЗВОДИТЕЛИ

Индексы для России и стран СНГ  
по каталогу агентства «Роспечать»

Журнал «ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ» с ежегодником «ЖИВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ»	47298
Журнал «РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»	79459
Журнал «ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ»	20014

Индексы для России и стран СНГ по объединенному  
каталогу «Пресса России. Российские  
и зарубежные газеты и журналы»

Журнал «ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ» с ежегодником «ЖИВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА РОССИИ»	39459
Журнал «РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»	39458
Журнал «ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ»	64223

Адрес издательства:  
Россия, 109044, Москва, а/я 14  
Тел.: (095) 741-77-01, факс: (095) 741-77-02  
E-mail: [elecom@ecomp.ru](mailto:elecom@ecomp.ru) [www.elcp.ru](http://www.elcp.ru)

## КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ АЦП? \*

**З**адача выбора оптимального АЦП достаточно сложна, так как на рынке электронных компонентов имеется множество преобразователей. Для того, чтобы сделать правильный выбор, необходимо достаточно хорошо разбираться в особенностях различных АЦП. В настоящей публикации рассматриваются особенности АЦП и преимущества их применения в зависимости от предметной области.

У. Кестер

Walt Kester

Области применения современных АЦП могут быть распределены следующим образом:

- \* системы сбора и обработки данных
- \* прецизионные измерительные приборы
- \* аудиосистемы и системы телефонной связи
- \* системы высокого быстродействия, для которых используют АЦП с частотой выборки более 5 МГц.

В перечисленных системах используются преобразователи поразрядного уравнивания (successive-approximation – SAR), сигма-дельта (sigma-delta –  $\Sigma$ - $\Delta$ ) и конвейерные (pipelined) АЦП.

На рис. 1 показаны области применения каждого из типов АЦП, а также их предельные параметры по точности и частоте выборки, причем пунктирной линией ограничены сверху преобразователи, которые доступны на рынке электронных компонентов, начиная с середины 2005 г. Несмотря на то, что существует перекрытие по техническим параметрам разных типов АЦП, выбор того или иного преобразователя зависит еще и от области его применения.

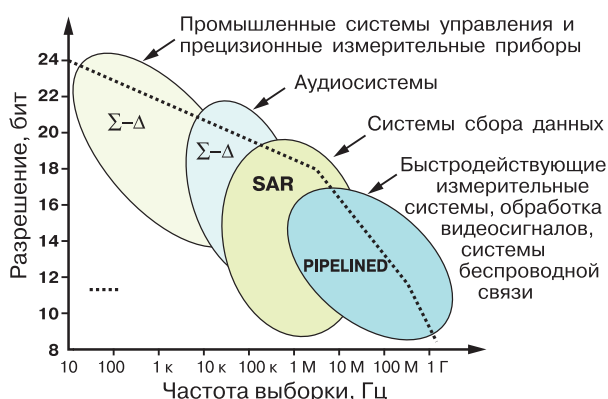


Рис. 1. Области применения АЦП различных типов

## WHICH ADC ARCHITECTURE IS RIGHT FOR YOUR APPLICATION?

**S**electing the proper ADC for a particular application appears to be a formidable task, considering the thousands of converters currently on the market. In the article there is a way to approach the task with greater understanding and better results.

**Поразрядные АЦП для систем сбора и обработки данных.** Поразрядные АЦП наиболее часто используются в многоканальных системах сбора и обработки данных. Разрешение современных АЦП поразрядного уравнивания составляет от 8 до 18 разрядов с частотой выборки до нескольких мегагерц. Предельными параметрами среди преобразователей данного класса обладают АЦП AD7621 (точность 16 разрядов и частота выборки 3 МГц) и AD7641 (точность 18 разрядов и частота выборки 2 МГц). Большинство поразрядных АЦП имеют последовательный интерфейс типа I<sup>2</sup>C или SPI, однако некоторые из них могут иметь параллельный интерфейс, что приводит к увеличению числа выводов и размеров корпуса.

Базовая структурная схема поразрядного АЦП приведена на рис. 2. Для того, чтобы входной сигнал в процессе поразрядного уравнивания оставался неизменным, в структуру такого АЦП вводят УВХ. По сигналу запуска АЦП, имеющийся в составе АЦП, устанавливается в средней точке шкалы. Компаратор

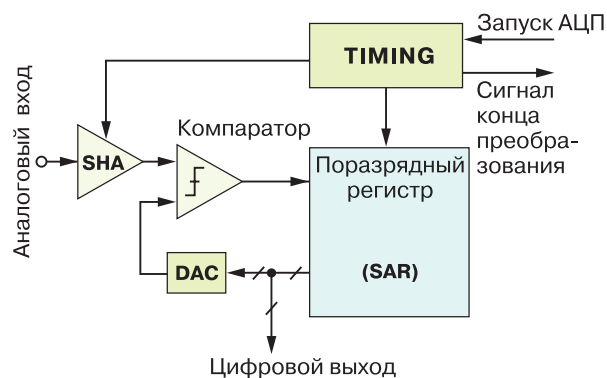


Рис. 2. Базовая структурная схема поразрядного АЦП

\* Walt Kester. Which ADC Architecture Is Right for Your Application? // Analog Dialogue 39-06, June, 2005. Сокращенный перевод и комментарии В Романова.



сравнивает сигналы с выходов УВХ и ЦАП и, если сигнал на выходе ЦАП меньше сигнала на выходе УВХ, в поразрядном регистре в старшем значащем разряде (most-significant bit – MSB) сохранится единица. В противном случае вместо единицы будет записан ноль. Во втором такте ЦАП формирует сигнал, равный  $1/4$  (или  $3/4$ ) шкалы, в третьем –  $1/8$  (или  $3/8$ ) шкалы и т.д. Процесс преобразования продолжается до тех пор, пока все разряды АЦП не будут определены. В конце этого процесса формируется сигнал конца преобразования (EOC, DRDY, BUSY и т.д.). Типовая временная диаграмма работы поразрядного АЦП приведена на рис. 3. Как следует из этой диаграммы, поразрядные АЦП не имеют задержки, характерной для конвейерных или “pipelined” преобразователей, что позволяет использовать их в многоканальном режиме или при кодировании неперiodических процессов в режиме единичных измерений. Процесс преобразования управляется с помощью тактового генератора высокой частоты, который может быть как внутренним, так и внешним, при этом не требуется синхронизация данного генератора с сигналами запуска АЦП (CONVERT START).

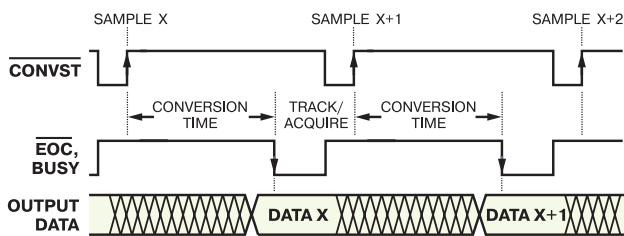


Рис. 3. Временная диаграмма работы поразрядного АЦП

Линейность поразрядных АЦП в основном зависит от качества внутреннего ЦАП. В современных поразрядных АЦП используются ЦАП на основе коммутируемых конденсаторов. В отличие от взвешенных тонкопленочных резисторов коммутируемые конденсаторы не требуют лазерной подгонки. ТКЕ таких ЦАП не хуже  $1 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ . Используемый при построении поразрядных АЦП технологический CMOS-процесс является идеальным для создания аналоговых ключей, что позволяет размещать на одном кристалле узлы АЦП и мультиплексора. На рис. 4 приведена структурная схема поразрядного АЦП семейства AD79x8. Узел формирования временной диаграммы (sequencer) управляет процессом преобразования входного сигнала в выбранном канале. Таким образом, в одном кристалле выполнены и мультиплексор, и АЦП. Кроме выбора нужного канала в поразрядном АЦП легко осуществляется режим самотестирования и калибровки. Данные с выхода АЦП поступают на вход последующего устройства через последовательный

интерфейс, так как отсутствует задержка в выдаче кода, характерная для конвейерных и сигма-дельта АЦП. Поразрядный АЦП может работать в режимах однократных и непрерывных преобразований, преобразований под управлением программы, а также по прерыванию и в режиме прямого доступа к памяти.

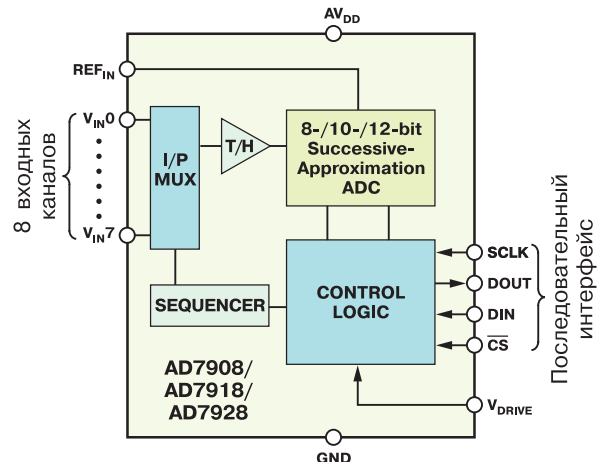
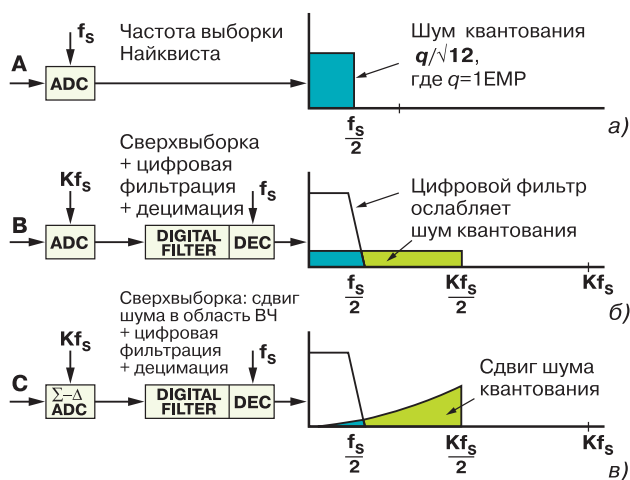


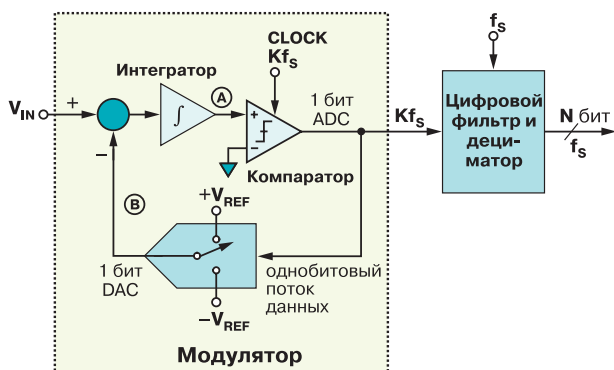
Рис. 4. Функциональная схема поразрядного АЦП семейства AD79x8

**Сигма-дельта АЦП для прецизионных промышленных систем и измерительной аппаратуры.** Преобразователи этого типа вытеснили широко применявшиеся в восьмидесятих годах прошлого столетия интегрирующие АЦП двойного и тройного интегрирования. Основное назначение сигма-дельта преобразователя – системы с разрешением от 16 до 24 двоичных разрядов с частотой выборки от единиц до сотен герц. Высокое разрешение плюс наличие в их составе PGA-усилителей позволяют непосредственно (без промежуточного преобразования) кодировать сигналы низкого уровня с выходов температурных датчиков и датчиков давления. Оптимальный выбор частоты выборки позволяет ослабить влияние сетевой помехи. Применение сигма-дельта АЦП дает возможность заменить поразрядный преобразователь с измерительным усилителем в современных весоизмерительных и других системах подобного назначения. К основным особенностям работы сигма-дельта АЦП относятся: сверхвыборка входного сигнала, позволяющая сдвинуть шум квантования в область высоких частот; цифровая фильтрация и децимация выходных данных. На рис. 5, а показано распределение шума квантования при частоте выборки, соответствующей теореме Найквиста (Котельникова), согласно которой частота выборки  $f_s$  должна вдвое превышать частоту входного сигнала. На рис. 5, б частота  $f_s$  в  $K$  раз превышает частоту входного сигнала. Шум квантования, выходящий за границу полосы входного сигнала, убирается цифровым фильтром, а затем частота цифровых отсчетов уменьшается в  $K$  раз

(т.е. происходит децимация отсчетов). Это позволяет увеличить отношение сигнал/шум, например, на 3 дБ, если частота выборки вдвое превышает частоту, соответствующую частоте Найквиста. С каждым последующим удвоением этой частоты отношение сигнал/шум будет увеличиваться еще на 3 дБ. На рис. 5, в приведена базовая структура сигма-дельта АЦП. Замена обычного АЦП модулятором позволяет сдвинуть практически весь шум квантования в область, в которой отсутствует полезный сигнал. Функциональная схема сигма-дельта модулятора первого порядка представлена на рис. 6. Базовыми узлами модулятора являются одноразрядный АЦП, роль которого выполняет компаратор, и одноразрядный ЦАП, роль которого выполняет ключ. Выходные данные представлены однобитовым цифровым потоком, причем среднее число бит пропорционально значению входного сигнала. Если уровень сигнала увеличится,



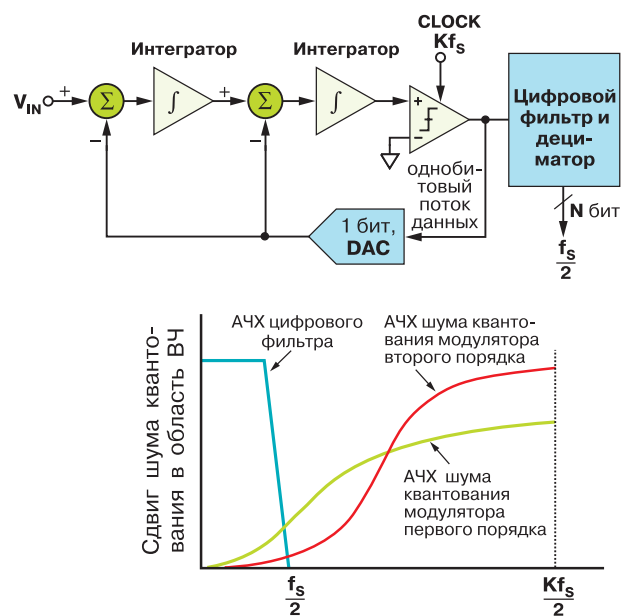
**Рис. 5 Ослабление шума квантования в сигма-дельта АЦП: выборка сигналов с частотой Найквиста в обычном АЦП (а), обычный АЦП со сверхвыборкой (б), сигма-дельта АЦП со сверхвыборкой (в)**



**Рис. 6. Функциональная схема сигма-дельта АЦП с модулятором первого порядка**

то число единиц в коде числа тоже увеличится, а если сигнал уменьшится, то в коде числа пропорционально увеличится число нулей. Таким образом, число единиц в цифровом потоке выходных данных, отнесенное к общему количеству выборок, всегда будет пропорционально величине входного сигнала. Модулятор также осуществляет сдвиг шума квантования, выполняя функции ФНЧ для входного сигнала и функции ФВЧ для шума квантования. Цифровой фильтр является частью сигма-дельта АЦП и оптимизирован для ослабления сетевой помехи. Однако этот фильтр вносит задержку распространения, характерную для конвейерных АЦП, которую следует учитывать в многоканальном режиме или при использовании АЦП в контуре управления.

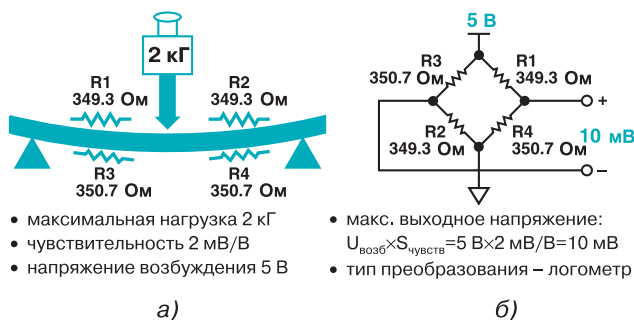
Несмотря на то, что модулятор первого порядка отличается простотой и высокой линейностью, в сигма-дельта АЦП широко используются модуляторы более высоких порядков, позволяющие сдвинуть большую часть шума квантования в область высоких частот. На рис. 7 приведены функциональная схема одноразрядного модулятора второго порядка (а) и сравнительные графики сдвига шума квантования в область высоких частот для модуляторов первого и второго порядков (б). Следует отметить, что в одноразрядных модуляторах четвертого и более высокого порядка возникают трудности обеспечения их устойчивой работы. Поэтому в сигма-дельта АЦП применяются многоразрядные модуляторы высокого порядка, т.е. вместо компаратора используется  $n$ -разрядный flash-ADC, а вместо ключа –  $n$ -разрядный ЦАП.



**Рис. 7. Функциональная схема сигма-дельта АЦП с модулятором второго порядка (а) и график сдвига шума квантования в область ВЧ (б)**

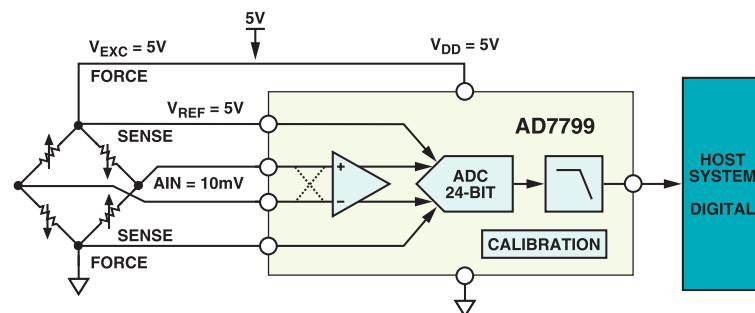
В то время как интегрирующие АЦП еще применяются в современных вольтметрах, в системах промышленных измерений широко используются сигма-дельта АЦП. Эти преобразователи отличаются высоким помехоподавлением и имеют разрешение до 24 двоичных разрядов. Наличие PGA-усилителя обеспечивает передачу аналогового сигнала от мостового датчика без промежуточного преобразования.

На рис. 8 приведена упрощенная схема тензометра, полная шкала которого составляет 10 мВ при нагрузке 2 кГ и возбуждающем сигнале 5 В. Традиционное решение состоит в использовании измерительного усилителя и поразрядного АЦП с разрешением от 14 до 18 бит. Альтернативным такому решению является применение сигма-дельта АЦП AD7799. Преобразование напряжения 10 мВ в цифровой код обеспечивается с точностью 16 разрядов и частотой выборки 4.7 Гц. Логотрический съем аналогового сигнала позволяет исключить прецизионный опорный источник (рис. 9).



**Рис. 8. Упрощенная схема тензометра (а), мостовая схема съема напряжения (б)**

Для того, чтобы получить необходимую точность при использовании сигма-дельта АЦП, следует уделить серьезное внимание процессу его отладки, который гораздо сложнее аналогичной процедуры для поразрядного преобразователя. Большое значение при этом имеет программное обеспечение и качество разводки печатной платы. В то же время следует отметить, что имеется множество систем, в которых с



**Рис. 9. Схема сопряжения мостового сенсора с сигма-дельта АЦП**

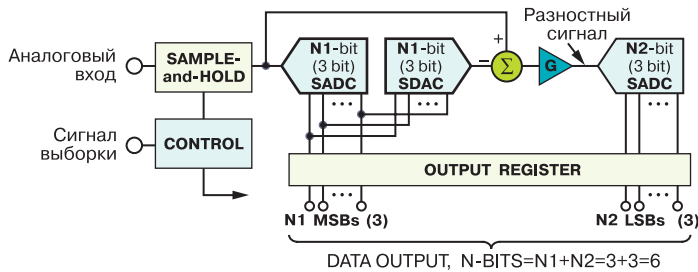
успехом могут быть использованы простые поразрядные АЦП с измерительным усилителем и мультиплексором на входе.

**Сигма-дельта АЦП для телефонии и аудиосистем.** Кроме перечисленных областей применения сигма-дельта АЦП широко используются в телефонии и аудиосистемах. Основным преимуществом таких АЦП является то, что сверхвыборка приводит к существенному упрощению фильтров, ослабляющих помехи, вызванные наложением спектров.

В современных цифровых спутниковых системах связи широко используются сигма-дельта АЦП и ЦАП. Кроме кодеков они применяются в системах обработки речи, шифровании информации и т.п. К перечисленным примерам можно добавить FM-стереосистемы, аудиосистемы в составе ПК, цифровые магнитофоны и DVD-аудиосистемы. Отношение сигнал/шум плюс искажения в таких АЦП достигает 100 дБ, а частота выборки составляет 48 или 192 кГц.

**Конвейерные АЦП высокого быстродействия с частотой выборки не менее 5 МГц.** На сегодняшний день конвейерные АЦП применяются не только для обработки изображений, но и для решения многих других задач. Следует отметить, что еще 20 лет назад эти задачи решались с помощью параллельных или flash-АЦП, частота выборки которых достигала 100 МГц, а разрешение 8 разрядов. В настоящее время flash-АЦП являются составной частью конвейерных преобразователей и, как правило, не имеют самостоятельного применения. Исключение составляют АЦП с частотой выборки более 1 ГГц и разрешением 6-8 бит. Сегодня быстродействующие АЦП находят применение в радиоизмерительных приборах (цифровых осциллографах, анализаторах спектров и т.п.) и медицинской аппаратуре. Кроме того, такие АЦП используются в цифровых приемниках средств связи (базовых станциях, радарх, адаптерах цифрового телевидения), в бытовой электронике (цифровых фотоаппаратах, DVD-плеерах, телевидении высокой четкости и т.п.). Структурная схема 6-разрядного двухступенчатого конвейерного АЦП приведена на рис. 10. В его составе имеются общий УВХ, два

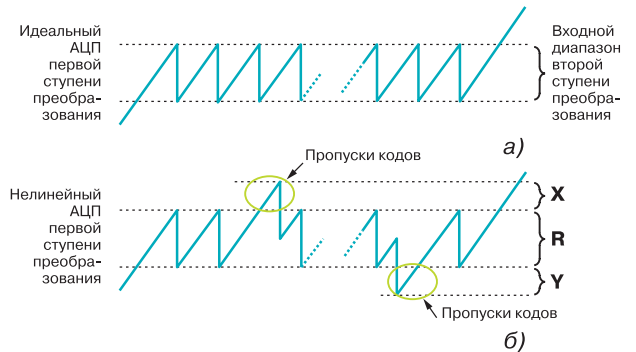
трехразрядных АЦП, ЦАП, вычитающее устройство и усилитель разностного сигнала. После первого цикла преобразования трехразрядный цифровой код преобразуется в аналоговый сигнал, который, в свою очередь, вычитается из входного, снимаемого с выхода УВХ. Разностный сигнал усиливается и кодируется следующей ступенью flash-АЦП. Таким образом, за два такта преобразования формируется 6-разрядный код, эквивалентный сигналу на входе АЦП. На рис. 11 приведена форма сигнала на входе второй ступени кон-



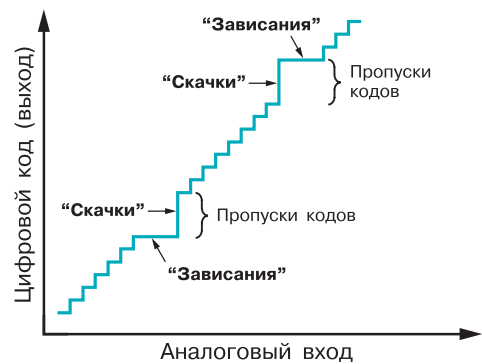
**Рис. 10. Шестиразрядный двухступенчатый pipelined АЦП**

вейерного АЦП. Идеальному состоянию соответствует рис. 11, а. В этом случае пропуски кодов при преобразовании сигнала первой ступенью отсутствуют. В случае пропуска кодов на входе второй ступени АЦП наблюдается выход сигнала за пределы поддиапазона (рис. 11, б). Передаточная характеристика всего АЦП при этом будет иметь вид, приведенный на диаграмме рис. 12. Для устранения этого недостатка в состав АЦП необходимо вводить цепи коррекции, увеличивая диапазон, а значит, и разрешение второй ступени конвейерного АЦП. Кроме того, должна быть увеличена и точность вычитающего ЦАП, которая должна быть выше общей точности конвейерного преобразователя. Структурная схема конвейерного АЦП с коррекцией пропусков кодов приведена на рис. 13. Она отличается тем, что благодаря одному УВХ не имеет задержки, т.к. сигнал на выходе УВХ хранится в течение полного цикла преобразования. Отметим, что разрешение второй ступени преобразования на один разряд больше, чем первой, причем в преобразователе введен корректирующий регистр.

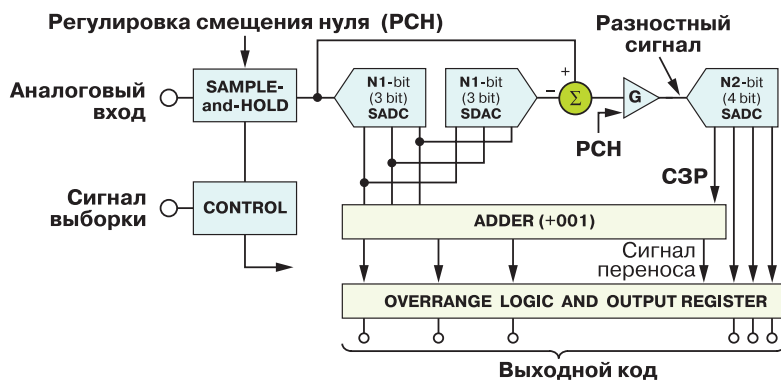
Широко распространенная на сегодня структура конвейерного АЦП с цифровой коррекцией приведена на рис. 14. Каждая ступень преобразования такого АЦП работает в течение половины общего цикла преобразования. УВХ имеется в каждой ступени и используется как управляемая задержка при выполнении полного цикла преобразования.



**Рис. 11. Идеальная (а) и реальная (б) диаграммы разностного сигнала на входе второй ступени преобразования**



**Рис. 12. Передаточная характеристика двухступенчатого АЦП**



**Рис. 13. Структурная схема шестиразрядного pipelined (конвейерного) АЦП с коррекцией погрешности**



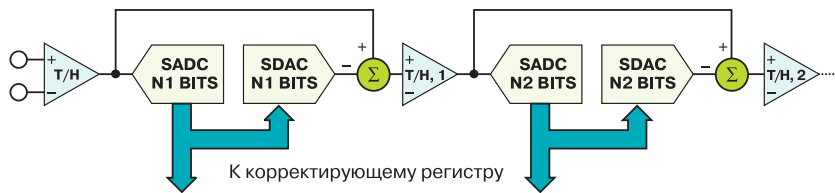


Рис. 14. Структурная схема многоразрядного конвейерного АЦП с коррекцией погрешности

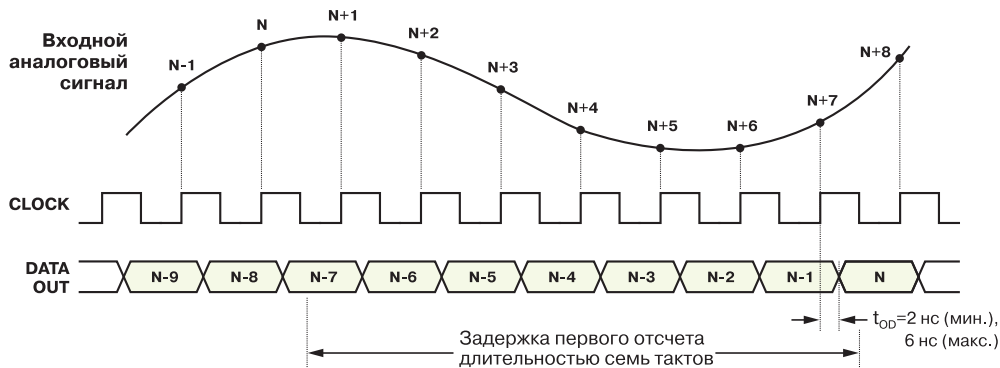


Рис. 15. Временная диаграмма работы АЦП AD9235

Существует множество вариантов структурной организации конвейерных АЦП. Это относится и к количеству ступеней преобразования, и к разрядной сетке АЦП в каждой ступени, и к количеству дополнительных корректирующих разрядов. Если данные от каждой ступени преобразования поступают в корректирующие регистры, их разрядность должна быть увеличена. Так, например, для первой ступени требуется семиразрядный сдвиговый регистр, для второй – шестиразрядный, для третьей – пятиразрядный и т.д. Это увеличивает общую задержку первого отсчета в соответствии с временной диаграммой работы АЦП AD9235, приведенной на рис. 15.

Для этого 12-разрядного преобразователя с частотой выборки 65 МГц предусмотрено семь тактов задержки, которая в зависимости от применения может вызвать определенные трудности при использовании такого АЦП. Прежде всего, это относится к контуру управления, в котором предпочтительнее применять поразрядные АЦП, или к многоканальным измерительным системам. Однако в системах, для которых частота преобразования важнее времени установления, желательно использовать конвейерные АЦП. Следует обратить внимание на минимальную частоту выборки конвейерных АЦП. Чем она меньше, тем быстрее разряжается емкость внутреннего УВХ. Поэтому такие АЦП имеют ограничение снизу на частоту выборки входного сигнала. Особенно нежелательно использование таких АЦП в режиме одиночных преобразований. В таких режимах следует использовать

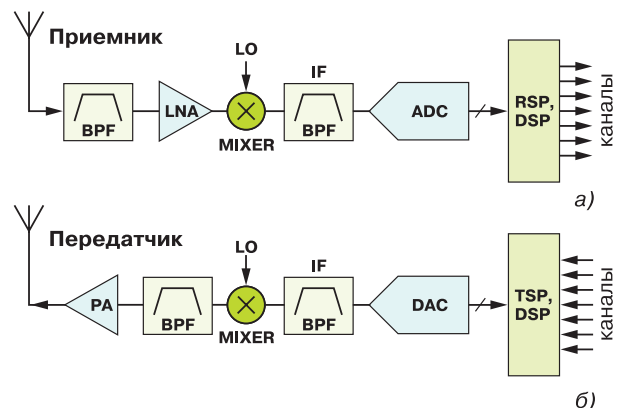


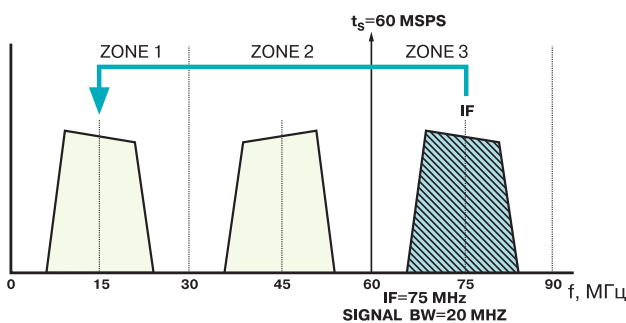
Рис. 16. Функциональные схемы приемника (а) и передатчика (б) для систем цифровой радиосвязи

поразрядные АЦП. Существует некоторое отличие конвейерных АЦП от многоступенчатых, т.к. многоступенчатые преобразователи не всегда работают по конвейерному алгоритму. Конвейерный алгоритм используется, если требуется обеспечить максимальную скорость преобразования входного сигнала. Предельное разрешение современных конвейерных АЦП составляет 14 разрядов, частота выборки 100 МГц. Они применяются не только для повышения скорости преобразования, но и для увеличения отношения сигнал/шум и расширения динамического диапазона неискаженного сигнала. Это важно для систем сотовой радиосвязи и, прежде всего, для организации прием-

ников и передатчиков базовых станций. Функциональные схемы приемника и передатчика с выборкой сигналов промежуточной частоты приведены на рис. 16. В таких устройствах имеется много частотных каналов, сигналы которых кодируются одновременно одним АЦП. Полоса такого АЦП должна быть не уже 20 МГц. Все операции фильтрации, настройки, разделения каналов осуществляются цифровым сигнальным процессором (DSP). Такая организация приема/передачи данных исключает необходимость транспонирования спектра в более низкочастотную область и позволяет все необходимые операции выполнять в цифровом виде. Подобным образом организованы средства связи в стандартах GSM, CDMA, EDGE. Отличие состоит в прикладном программном обеспечении.

На вход преобразователей в полосе частот, заданной в каждом из перечисленных стандартов, могут поступать как полезные сигналы, так и помехи. При этом сами АЦП не должны генерировать комбинационные составляющие интермодуляционных искажений, которые маскируют полезные сигналы с меньшей амплитудой. Отношение максимального сигнала помехи к минимальному полезному сигналу определяет требования к динамическому диапазону неискаженного сигнала. Кроме того, отношение сигнал/шум АЦП должно соответствовать чувствительности приемника, определяемой требованиями стандарта.

Отношение сигнал/шум и динамический диапазон неискаженного сигнала для используемых в системах сотовой радиосвязи АЦП определяются для заданной промежуточной частоты. Как выбрать необходимую частоту выборки АЦП для заданной промежуточной частоты показано на рис. 17. Частота входного сигнала лежит в полосе 20 МГц, частота выборки составляет 60 МГц. Показано, как осуществляется сдвиг сигнала из третьей зоны Найквиста с центральной частотой 75 МГц в полосу частот с центральной частотой 15 МГц без применения понижающего преобразователя. Современные конвейерные АЦП, такие как 14-раз-



**Рис. 17. Диаграмма выборки сигналов в полосе частот 20 МГц с несущей 75 МГц и частотой выборки 60 МГц**

рядный АЦП AD9444 с частотой выборки 80 МГц, отвечают требованиям, предъявляемым к системам сотовой радиосвязи. Данные АЦП имеют динамический диапазон неискаженного сигнала 97 дБн и отношение сигнал/шум 73 дБ на частоте входного сигнала 70 МГц. Полоса частот этого АЦП составляет 650 МГц.

#### Выводы:

1. В статье рассмотрены особенности поразрядных, сигма-дельта и конвейерных преобразователей. Структуры таких преобразователей известны достаточно давно, однако последние успехи в области микроэлектроники позволили существенно повысить параметры АЦП на основе рассмотренных структурных решений, причем их точность увеличилась в среднем более чем на порядок, а частота выборки – на несколько порядков. Кроме того, снизилось потребление этих АЦП, уменьшились размеры и стоимость.

2. Поразрядные АЦП в настоящее время имеют предельную точность 18 разрядов и частоту выборки 3 МГц. Они широко используются в многоканальных системах сбора данных и измерительных приборах различного назначения благодаря отсутствию задержки первого отсчета, характерной для конвейерных преобразователей.

3. Сигма-дельта АЦП используются в прецизионных приборах, промышленных измерительных системах, в счетчиках электроэнергии, системах управления двигателями и в аудиосистемах. Предельное разрешение таких АЦП 24 разряда.

4. Конвейерные АЦП применяются в системах с частотой выборки более 5 МГц и разрешением не хуже 14 разрядов. Максимальная частота выборки таких АЦП на сегодняшний день превышает 100 МГц. Это позволило использовать данные преобразователи в цифровых осциллографах, анализаторах спектра, медицинских системах с обработкой изображения, в беспроводных системах связи, цифровых фотоаппаратах, в ТВ высокой четкости и т.п. Для изучения характеристик современных АЦП многие компании-производители, включая Analog Devices, выпускают специальные оценочные платы, содержащие кроме АЦП источники тестовых сигналов, ЦАП для восстановления цифровых кодов, интерфейсы для связи с ПК и т.п.

В последнее время ряд фирм, в том числе и Analog Devices, поставляют так называемые виртуальные оценочные платы, которые с помощью специального программного обеспечения дают возможность оценить параметры предполагаемых к использованию АЦП без физического моделирования и макетирования базовых узлов. Виртуальные платы поставляются, как правило, бесплатно.

Подробную информацию о таких платах можно получить в сети Интернет по адресу: [www.analog.com](http://www.analog.com).



# Датчики и Системы (Sensors & Systems)

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал

Издается с апреля 1999 года

**В журнале публикуется  
разносторонняя информация  
о датчиках, приборах и системах  
измерения, контроля, управления:**

- результаты исследований и разработок отечественных и зарубежных ученых;
- статьи о новых методах и принципах построения и проектирования;
- сведения о новейшей продукции отечественных и зарубежных фирм;
- технологические процессы производства;
- "журнал в журнале" ИКА (Измерения, контроль, автоматизация) - обзоры, тенденции и перспективы развития;
- метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация;
- экономика и управление;
- особенности современной организации производства и бизнес процессов;
- хроника;
- научно-техническая публицистика.



**Журнал входит в перечень ВАК ведущих изданий, в которых должны быть опубликованы результаты докторских диссертаций.**

**Журнал распространяется ТОЛЬКО ПО ПОДПИСКЕ!**

**Подписной индекс в «Каталозі видань зарубіжних країн» — 79363  
в любом почтовом отделении Украины**

**Подписаться через редакцию можно с любого месяца на любые номера журнала, при этом почтовые расходы редакция берет на себя. В редакции также можно приобрести номера журнала за текущий и прошедшие месяцы и заказать электронную версию журналов в формате PDF, доступную на CD-ROM.**

**Адрес редакции:**

117997, Москва, ГСП-7, Профсоюзная ул., 65, ИПУ РАН, оф. 104  
Телефон/факс (095) 330-42-66, тел. 334-92-00.

E-mail: [datchik@ipu.ru](mailto:datchik@ipu.ru)  
<http://datsys.starnet.ru>

## ЗАЩИТА СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ \*

Защита от импульсных напряжений, возникающих в сети питания, и перегрузок по току, представляющих опасность для электронной аппаратуры, в большинстве случаев осуществляется с использованием отдельных методов, что увеличивает число необходимых компонентов, габариты и стоимость аппаратуры. В статье предложен комплексный подход к вопросу проектирования системы защиты оборудования, позволяющий повысить надежность его работы, уменьшить число компонентов и обеспечить выполнение требований стандартов.

**А. Мельниченко**



### CIRCUIT PROTECTION OF AC MAINS EQUIPMENT

The overcurrent and over-voltage protection are often viewed as two unrelated elements. This article illustrates how coordinated protection helps to enhance equipment reliability, reduce component count and meet critical safety agency requirements.

**A. Melnichenko**

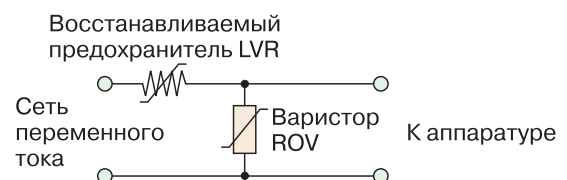
Электронная аппаратура может быть подвержена воздействию выбросов сетевого напряжения, возникающих, к примеру, при ударах молнии или при коммутации нагрузки на электростанциях. Требования к электронной аппаратуре в части ее защищенности от перенапряжений определяются стандартом IEC 61000-4-5. В соответствии с указанным стандартом для тестирования степени защищенности электронной аппаратуры от перегрузки используется сигнал в виде импульса напряжения с длительностью фронта 1.2 мкс и спада – 50 мкс и импульса тока с длительностью фронта 8 мкс и спада – 20 мкс.

На рис. 1 показана цепь защиты, состоящая из компонентов фирмы Raychem: варистора серии ROV и восстанавливаемого предохранителя PolySwitch серии LVR. Такая цепь позволяет повысить надежность работы сетевой аппаратуры в условиях перенапряжений и обеспечивает выполнение требований стандарта IEC 61000-4-5. Способность варистора выдерживать большой импульсный ток и абсорбировать значительные порции энергии, а также малое время реакции и низкая стоимость позволяют успешно использовать его для защиты от перенапряжений в источниках питания, сетевых колодках, трансформаторах устройств управления и электродвигателях. Восстанавливаемый предохранитель серии LVR, предназначенный для защиты от перегрузки по току, рассчитан на номинальное напряжение 240 В (макс. 265 В) и может быть использован совместно с варистором в цепях защиты. В отличие от плавкого предохранителя срабатывание восстанавливаемого предохранителя может происходить и в тех случаях, когда в результате неисправности наряду с увеличением

тока наблюдается повышение температуры компонентов. Для этого желательно расположить его в непосредственной близости от тепловыделяющих компонентов, таких как мощные транзисторы, электромагниты и др.

### Повышение устойчивости схемы защиты к перегрузкам

При превышении мощности, рассеиваемой на варисторе, он может выйти из строя, оставаясь при этом в проводящем состоянии. Располагая восстанавливаемый предохранитель рядом с варистором, можно повысить эффективность защиты, так как тепло, выделяемое варистором, нагревает предохранитель, ускоряя его переход в непроводящее состояние. При этом схема оказывается более устойчивой к длительным перегрузкам. И хотя такой прием не сказывается на результатах тестирования в соответствии со стандартом IEC61000-4-5, однако он повышает надежность защиты при длительном перенапряжении, возникающем, например, при ошибочном подключении к сети или при обрыве нейтрального провода.



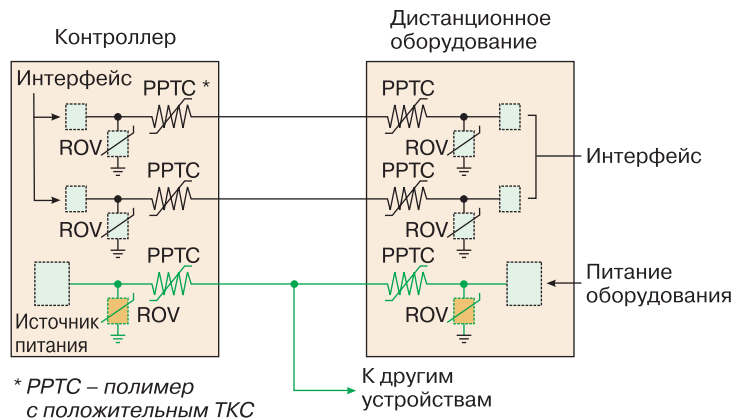
**Рис. 1. Схема защиты цепи питания сетевой аппаратуры от перегрузки**

\* По материалам статьи: **Matthew Chamberlain. Coordinated Circuit Helps Protect AC Mains Equipment. – “EPN”, September 2005, Volume 34, <http://www.epn-online.com/index.php?content=page&page=20353#>**



**Комплексный подход к проектированию схем защиты**

Пример комплексного подхода к защите сигнальных цепей и цепей питания аппаратуры от перегрузки по напряжению и току приведен на рис. 2. Такая схема обеспечивает как выполнение требований специализированной организации UL (США) по защите аппаратуры класса 2, так и требований защиты от выбросов напряжения, включенных в стандарт IEC61000-4-5. Предложенная схема защиты отличается хорошей способностью поглощения энергии, малым временем реакции и низкой стоимостью.



**Рис. 2. Пример защиты сигнальных цепей и цепей питания**

**електронні компоненти технологічне обладнання**

нам 8 років

**Сімметрон-Україна**  
Київ, вул. М. Раскової, 13, оф. 903

тел.: (044) 239-2065  
(044) 494-2525  
факс: (044) 239-2069  
www.symmetron.com.ua

**VD MAIS**

**Компоненты систем автоматизации производства**

Низковольтная коммутационная аппаратура • Программируемые промышленные контроллеры и компьютеры, ПО • Шкафы • Корпуса • Крейты • Соединители • Кабельная продукция • Инструмент • Термотрансферные принтеры

Дистрибьютор

BERNSTEIN, BOPLA, HARTING, KROY, LAPPKABEL, PORTWELL, RABBIT, RITTAL, SCHROFF, SIEMENS, TYCO ELECTRONICS, WAGO

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29  
тел.: (044) 492-8852, 287-1389, факс: (044) 287-3668  
e-mail: info@vdm.kiev.ua, www.vdm.kiev.ua

**muRata**  
innovator in Electronics

*Лидер в инновационных технологиях в области электронных компонентов*

- ✓ конденсаторы
- ✓ дроссели
- ✓ термисторы
- ✓ датчики
- ✓ фильтры
- ✓ резонаторы
- ✓ резисторы
- ✓ пьезоэлектрики
- ✓ линии задержки

[www.murata.com](http://www.murata.com)

**VD MAIS** – официальный дистрибьютор фирмы **Murata** в Украине

тел.: (044) 492-8852 (многоканальный)  
<http://www.vdm.kiev.ua>, e-mail: info@vdm.kiev.ua

## ЗАЩИТА МОШНЫХ СВЕТОДИОДОВ ОТ ПЕРЕГРЕВА \*

При работе мощных светодиодов большой яркости серьезной проблемой является выделение большого количества тепла. Известно, что около 80% потребляемой светодиодом мощности рассеивается в виде тепла. Разработчики систем освещения автомобиля могут столкнуться с необходимостью решения этой проблемы.

**А. Мельниченко**

### PROTECTING HIGH POWER LEDs FROM THE OVERHEAT

When using high power LEDs, heat dissipation is a serious problem. Automotive lighting designers can be faced with this problem to overcome. In this article is described, how LEDs can be protected by low cost electronics.

**A. Melnichenko**

Уже ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что устойчивость к механическим воздействиям и большой срок службы светодиодов подтверждают неоспоримые преимущества их использования в автомобильной электронике. Однако при применении мощных светодиодов большой яркости серьезной проблемой является выделение большого количества тепла, так как известно, что в тепло преобразуется около 80% потребляемой светодиодом мощности.

Поскольку даже наиболее эффективные способы отвода тепла могут оказаться неприемлемыми при создании системы освещения, задача поддержания безопасных режимов эксплуатации светодиодов и уменьшения влияния тепловых эффектов на их срок службы ложится на автомобильную электронику.

#### Зависимость параметров светодиодов от температуры

Даже беглое знакомство с техническими условиями на светодиоды большой яркости позволяет выделить некоторые из основных параметров, ухудшающихся с повышением температуры.

Срок службы светодиодов обратно пропорционален рассеиваемой мощности и температуре перехода. Изготовители светодиодов гарантируют время средней наработки до отказа (MTBF) около 100 млн часов при 80 °С. На практике отказ светодиодов в автомобильных системах не является источником больших проблем. Однако, при недостаточном отводе тепла температура перехода светодиодов может повышаться до 120 °С и более, что приводит к существенному сокращению их срока службы, а в отдельных случаях – к выходу из строя.

Обычно светодиоды располагают в пластмассовых корпусах, которые, во-первых, препятствуют эффективному отводу тепла, а, во-вторых, не позволяют разместить теплоотводы необходимой площади.

Относительная величина светового потока, излучаемого светодиодом, обратно пропорциональна температуре его перехода. Хотя технические условия различных производителей светодиодов отличаются друг от друга, однако, приведенные в них данные позволяют сделать вывод о том, что уменьшение светового потока при максимальной температуре составляет порядка 30%.

Уменьшение светового потока с течением времени также пропорционально температуре перехода и составляет обычно 30% после 50 тыс. часов работы при  $T_J=70$  °С. Можно предположить, что с ростом температуры этот процесс будет усугубляться, однако, численные соотношения в литературе не приводятся.

На практике уменьшение светоотдачи (независимо от причины, его вызвавшей) не является серьезной проблемой. Во всяком случае, эффективность светодиодов сопоставима с альтернативными источниками света.

#### Методы уменьшения температуры перехода

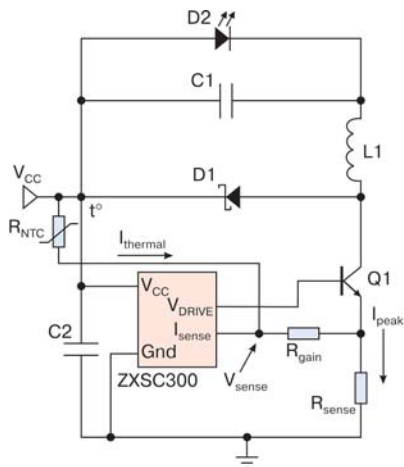
В электронные устройства для питания светодиодов могут быть заложены дополнительные функции контроля температуры перехода и регулировки тока через светодиод для поддержания этой температуры в заданных пределах, что позволит предотвратить преждевременный выход светодиода из строя. Ток через светодиод при этом, естественно, уменьшится, однако, срок его службы увеличится.

На рис. 1 показана электрическая схема одного из таких устройств, в котором для регулировки температуры использован DC/DC-преобразователь с вольтдобавкой. Устройство позволяет регулировать ток светодиода в пределах до 1 А. Его напряжение питания составляет от 4 до 6 В.

#### Описание работы преобразователя

Когда ключ Q1 замкнут, ток протекает через светодиод и катушку индуктивности L1. Этот ток достигает

\* По материалам статьи: Alan Buxton, Ho Wong. Protecting High Brightness LEDs from Thermal Stress. – "Power Systems Design", Europe, September 2005.

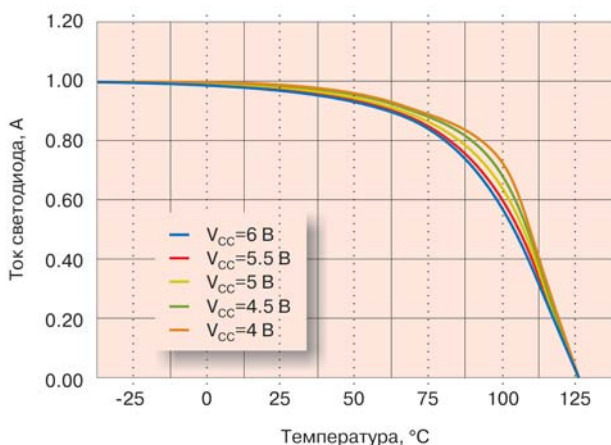


**Рис. 1. Электрическая схема устройства управления с защитой светодиода от перегрева**

величины, при которой напряжение на резисторе  $R_{sense}$  достигает порогового значения  $U1$ . При этом контроллер ZXSC300 снимает напряжение управления с ключа Q1 и последний закрывается. Накопленная в индуктивности L1 энергия вызывает протекание тока через диод D1 и светодиод. Спустя 1.7 мкс контроллер вновь подает управляющее напряжение на ключ Q1 и процесс повторяется с частотой около 150 кГц.

**Регулировка температуры светодиода**

Для регулировки температуры используется NTC-терморезистор сопротивлением 150 кОм, имеющий тепловой контакт со светодиодом. С повышением температуры сопротивление терморезистора уменьшается, а напряжение на выводе  $I_{SENSE}$  контроллера увеличивается. Это, в свою очередь, приводит к тому, что контроллер выключает ключ Q1 при меньшем токе через светодиод. Сопротивления ре-



**Рис. 2. Зависимость пикового тока светодиода от температуры в интервале напряжений питания от 4 до 6 В**

**Таблица зависимости сопротивления терморезистора и тока светодиода от температуры**

Температура, °C	$R_{NTC}$ , кОм	$I_{peak}$ , А	$\Delta I_{peak}$ , %
-25	28 000	1.00	20
0	600	1.00	19
25	160	0.98	18
50	50	0.94	13
75	18	0.83	0
100	7	0.57	-31
125	1.6	0.00	-100

зисторов  $R_{gain}$  и  $R_{sense}$  выбираются такими, чтобы температура светодиода не превышала некоторого максимального значения. Как видно из графика рис. 2, изменения напряжения питания практически не оказывают влияния на процесс регулирования температуры.

**Расчет параметров схемы**

Зависимости между сопротивлениями резисторов и параметрами схемы, показанной на рис. 1, выражаются простыми соотношениями:

$$V_{CC} - V_{sense} = I_{thermal} \times R_{NTC}$$

Напряжение  $V_{sense}$  контроллера ZXSC300 составляет 20 мВ и практически не зависит от напряжения  $V_{CC}$ .

$$\text{Таким образом, } I_{thermal} = V_{CC} / R_{NTC}$$

Принимая, что  $I_{peak} \gg I_{thermal}$  и  $R_{gain} \gg R_{sense}$ , получаем:

$$V_{sense} = (I_{thermal} \times R_{gain}) + (I_{peak} \times R_{sense}),$$

$$I_{peak} = (V_{sense} - I_{thermal} \times R_{gain}) / R_{sense} =$$

$$[V_{sense} - (V_{CC} / R_{NTC}) \times R_{gain}] / R_{sense}$$

В этой схеме в качестве датчика температуры используется терморезистор фирмы Taiyo Yuden сопротивлением 150 кОм. Максимальная температура светодиода поддерживается на уровне 75 °C, ток светодиода составляет 833 мА. Сопротивление резистора  $R_{gain}$  составляет 10 Ом, а  $R_{sense}$  – 20 мОм.

В таблице приведена зависимость сопротивления терморезистора и максимального тока светодиода от температуры. График этой зависимости в интервале напряжений питания от 4 до 6 В показан на рис. 2.

Параметры этой схемы рассчитаны на ток светодиода 833 мА. Изменением величины  $R_{sense}$  схема может быть легко перестроена для токов меньшей величины. Значение предельной температуры можно изменить подбором сопротивления резистора  $R_{gain}$ .

**Заключение**

Приведенные в статье данные показывают, что мощные и относительно дорогие светодиоды высокой яркости могут быть защищены от перегрева путем добавления в схему управления нескольких простых и дешевых компонентов. Таким же способом можно создать схему защиты с использованием и других контроллеров серии ZXSC.



Amplifiers

Power Management

Processors

DSP

MEMS

Converters

Converters

# КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

**VD MAIS предлагает поддержку разработчикам современной электронной аппаратуры**

Консультации по выбору микросхем Analog Devices (ADI)

Предоставление бесплатных образцов ИМС фирмы ADI для новых разработок

Специальные цены при поставке ИМС для серийного производства



- Усилители
- Компараторы
- Кодеки, АЦП, ЦАП
- Стабилизаторы напряжения
- Источники опорного напряжения
- Мультиплексоры и ключи
- Аналоговые вычислители
- Процессоры, контроллеры
- Интерфейсные микросхемы
- Микросхемы обработки радиосигналов
- Счетчики электроэнергии
- Датчики
- Компоненты и модули СВЧ

**VD MAIS** – дистрибьютор фирмы Analog Devices в Украине  
[www.vdmais.kiev.ua](http://www.vdmais.kiev.ua)

**ANALOG DEVICES**  
[www.analog.com](http://www.analog.com)

LIKE NEVER BEFORE

*Ничего похожего раньше не было*





## УСИЛИТЕЛИ Amplifiers

Том 5, выпуск 7, 2005

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

### В этом номере

Высоковольтный прецизионный rail-to-rail по выходу ОУ .....	26
Модернизированный ОУ OP07 в корпусе TSOT23 .....	27
Измерительный Auto-Zero усилитель с напряжением питания 1.8 В .....	27
Интегральные фильтры видеосигналов .....	28
Высоковольтный прецизионный счетверенный ОУ .....	29
JFET-усилители с минимальным потреблением .....	29
Rail-to-rail ОУ .....	30
Прецизионный ОУ для усиления сигналов низкого уровня .....	30
Zero-Drift, rail-to-rail счетверенный ОУ .....	31
Недорогой малошумящий ОУ .....	31
Твердотельный I/Q-демодулятор .....	32
Недорогой VGA-усилитель .....	33
Программируемый усилитель для прецизионных сенсоров .....	33
Сверхбыстродействующий ОУ .....	34
Строенный дифференциальный приемник RGB-видеосигналов .....	34
Расщепитель радиосигналов .....	35
Усилители видеосигналов для портативных устройств .....	36



Перевод с английского  
В. Романова.

### *i*Polar-технологии для нового поколения прецизионных высоковольтных ОУ промышленного назначения

К современным измерительным и управляющим системам предъявляются жесткие требования по совершенствованию параметров, уменьшению потребления и габаритных размеров.

Фирма Analog Devices анонсировала новый технологический *i*Polar-процесс для создания биполярных высоковольтных прецизионных ИМС (до 36 В), которые легко сопрягаются с ИМС, выполненными по *i*CMOS-технологии. Если *i*CMOS-микросхемы – это прежде всего преобразователи данных и ИМС для обработки смешанных сигналов, то *Polar*-микросхемы представляют собой линейные устройства с высокими параметрами и малыми размерами.

*i*Polar-процесс сочетает преимущества биполярных и JFET-микросхем. Транзисторы, выполненные по такой технологии, отвечают требованиям к быстродействию, уровню шумов, линейности, устойчивости, потреблению и степени согласования однотипных характеристик. Микросхемы на основе *i*Polar-технологии обеспечивают требуемые параметры обработки сигнала.

#### Потребляемая мощность снижена на 30%

В прецизионном rail-to-rail усилителе AD8675 на треть снижена мощность потребления, при этом расширена полоса пропускания, что обеспечивает максимальное эквивалентное разрешение для высоковольтного сигнала.

#### Улучшенное отношение сигнал/шум, широкий динамический диапазон и большое эквивалентное разрешение

Промышленный счетверенный усилитель ADA4004-4 обеспечивает минимальный уровень шумов, ток потребления 1.7 мА/усилитель и широкий динамический диапазон в интервале рабочих температур от -40 до 125 °С.

#### Размеры корпуса уменьшены на 75%

Новый прецизионный усилитель AD8677 является модернизированным аналогом известного ОУ OP07, при этом уменьшены размеры корпуса (тип корпуса TSOT23), снижена стоимость, уменьшен уровень шумов, повышены точность и эффективность.

На основе *i*Polar-технологии фирмой Analog Devices в ближайшем будущем будут созданы новые усилители, прецизионные опорные источники, линейные драйверы и приемники, а также другие линейные ИМС с улучшенными параметрами, миниатюрными размерами и оптимальной стоимостью.



Заказать образцы и техническое описание можно по адресу:  
[www.analog.com](http://www.analog.com).

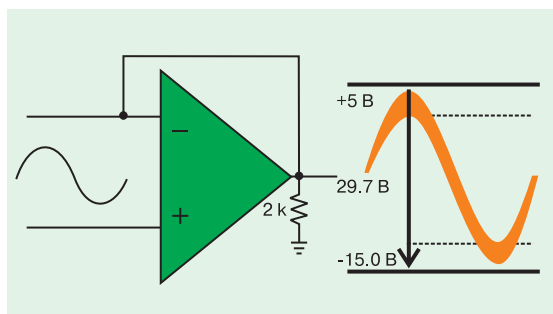
## Маломощный прецизионный высоковольтный rail-to-rail по выходу ОУ

Усилитель AD8675 – это прецизионный ОУ с низким уровнем шумов и широким динамическим диапазоном. Спектральная плотность шума этого ОУ составляет  $2.5 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$ , максимальный ток смещения  $2 \text{ нА}$ , ток потребления  $2.5 \text{ мА}$ , тип корпуса MSOP, выход rail-to-rail, что соответствует требованиям, предъявляемым к промышленным системам. Напряжение питания этого ОУ в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к системам с низким уровнем шумов, и составляет от  $\pm 5$  до  $\pm 15 \text{ В}$  в диапазоне рабочих температур от  $-40$  до  $125 \text{ }^\circ\text{C}$ .



- уровень шумов  $2 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$
- ток смещения  $2 \text{ нА}$
- максимальное напряжение смещения нуля  $50 \text{ мкВ}$
- rail-to-rail выход
- тип корпуса 8-MSOP или 8-SOIC для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа

### Rail-to-rail выход обеспечивает широкий динамический диапазон



### Сверхнизкие ток и напряжение смещения нуля, миниатюрный корпус



AD8675

\$ 1.17 \*

Если выбор оптимального ОУ отнимает у Вас много времени, Вам следует изучить эту проблему, посетив Internet-семинар на тему: "Средства параметрического анализа и выбор необходимой структуры усилителя" – "Interactive Configuration and Parametric Analysis Tools", организованный фирмами Analog Devices и National Instruments, по адресу: [www.analog.com/onlineseminars/opamptools](http://www.analog.com/onlineseminars/opamptools).

### ПРИМЕНЕНИЕ

- медицинская аппаратура
- автоматизированное тестовое оборудование
- аналитические измерительные приборы
- промышленные АСУ
- беспроводные широкополосные средства связи
- высококачественные аудиосистемы

## iPolar технологический процесс

Фирма Analog Devices разработала новый iPolar технологический процесс, в основе которого лежит новый тип изоляции между активными слоями, позволяющий существенно уплотнить компоновку транзисторов и улучшить их параметры. При напряжении питания  $\pm 18 \text{ В}$  транзисторы новых iPolar-микросхем отличаются лучшими параметрами в сравнении с биполярными транзисторами, при этом размеры новых ИМС могут быть на 75% меньше, а потребляемая мощность на 50% ниже, чем те же параметры биполярных ИМС.

Подробную информацию об iPolar технологическом процессе можно получить по адресу: [www.analog.com/iPolarwhitepaper](http://www.analog.com/iPolarwhitepaper).

\* FOB-цена USA в партии 1000 шт.

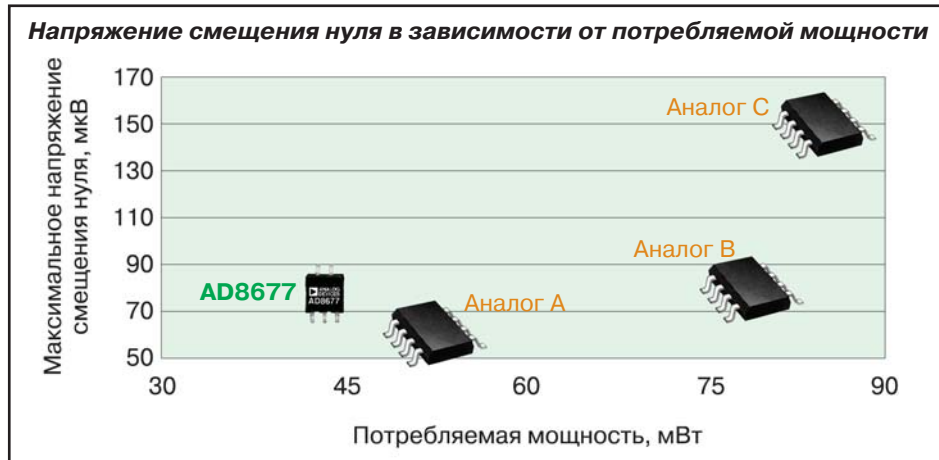
Заказать образцы и техническое описание можно по адресу:  
[www.analog.com](http://www.analog.com).

## Модернизированный усилитель OP07 в миниатюрном корпусе TSOT23

Усилитель AD8677 выпускается в миниатюрном корпусе 5-TSOT23, который на 75% меньше корпусов ближайших аналогов. Это дает возможность уменьшить размеры и соответственно снизить стоимость изделий, проектируемых на основе нового ОУ. Потребление усилителя AD8677 на 40% меньше потребления ОУ OP07. Более высокие коэффициенты ослабления синфазной помехи и ослабления нестабильности напряжения питания усилителя AD8677 обеспечивают более высокую точность и меньший уровень шумов в условиях действия помех и искажений. Наличие запаса по фазе не менее 80° в замкнутой конфигурации позволяет обеспечить устойчивую работу измерительных каналов при большой емкостной нагрузке и паразитной емкости монтажа.

Напряжение питания AD8677 находится в пределах от  $\pm 5$  до  $\pm 15$  В в диапазоне рабочих температур от -40 до 125 °С. Усилитель выполнен в корпусах 5-TSOT23 и 8-SOIC, предназначенных для бессвинцовых технологий поверхностного монтажа.

- ток потребления 1,2 мА
- тип корпуса 5-TSOT23
- максимальный дрейф напряжения смещения нуля 1,3 мкВ/°С
- максимальное напряжение смещения нуля 75 мкВ



AD8677

### ПРИМЕНЕНИЕ

- усилители для термометров сопротивления
- головки оптосенсоров с уровнем сигналов низкого уровня
- усилители для термопар
- усилители для тензометров с мостовой конфигурацией
- буферы и сдвигатели уровня опорных источников
- считыватели токов с низкоомных шунтов в токовой петле

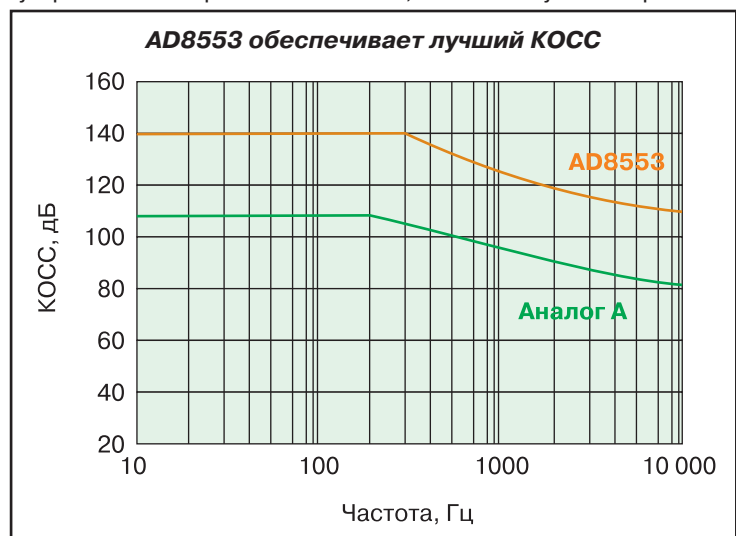
\$ 0.75

## Измерительный Auto-Zero усилитель для портативных устройств с батарейным питанием напряжением 1.8 В

Разработчикам портативных устройств с батарейным питанием часто приходится искать компромисс между качеством характеристик, размерами и стоимостью ИМС усилителя. ИМС усилителя AD8553 обеспечивает высокую точность, большой коэффициент ослабления синфазного сигнала и низкий уровень шумов при напряжении питания 1.8 В. Это идеальное устройство для портативных устройств с батарейным питанием, таких как мультиметры и измерители параметров крови (глюкометры и т.п.). Высокая точность и низкий уровень шумов усилителя AD8553 позволяют использовать его в промышленных системах, связанном оборудовании, для обработки сигналов низкого уровня.

Усилитель имеет высокий коэффициент ослабления синфазного сигнала, rail-to-rail выход, низкий температурный дрейф напряжения смещения нуля и высокую точность. Наличие экономичного режима увеличивает ресурс батарейного питания. Все это дает возможность использовать новый ОУ вместо усилителей на дискретных компонентах. Напряжение питания AD8553 находится в пределах от 1.8 до 5 В в диапазоне температур от -40 до 85 °С. Тип корпуса 10-MSOP, предназначенный для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа.

- типовой КОСС 140 дБ
- максимальное напряжение смещения нуля 25 мкВ
- максимальный температурный дрейф напряжения смещения нуля 0,1 мкВ/°С
- уровень шумов от пика к пику 0,7 мкВ в полосе частот от 0,1 до 10 Гц



AD8553

### ПРИМЕНЕНИЕ

- анализаторы параметров крови
- ЭКГ-мониторы
- средства АСУ
- системы сбора данных
- весоизмерительные системы
- датчики давления

\$ 1.30

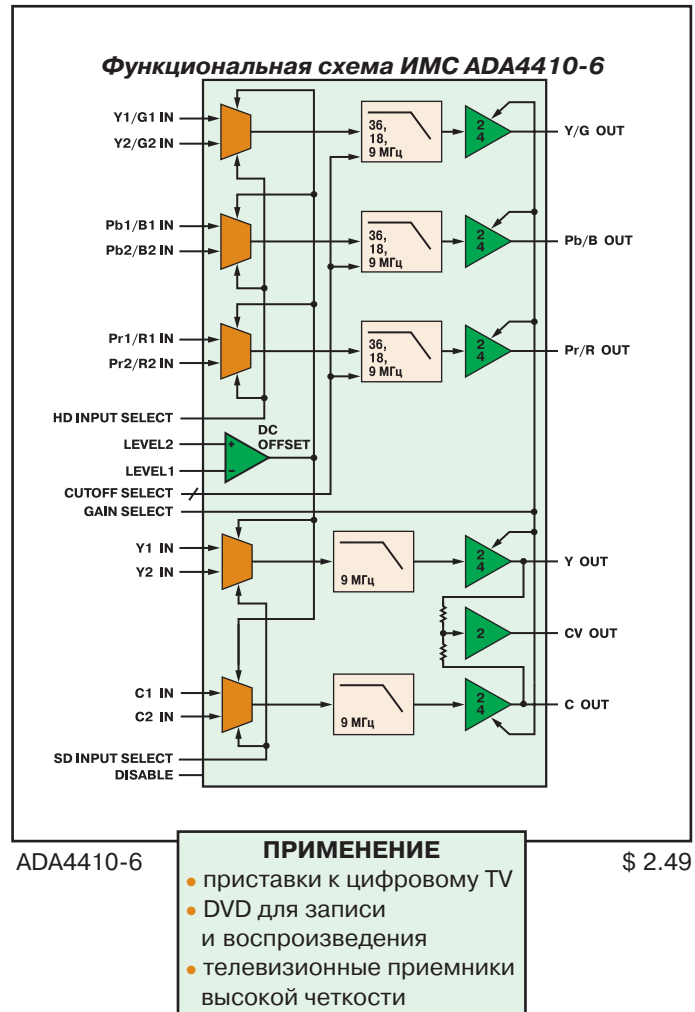
## Интегральные фильтры видеосигналов упрощают проектирование входных каналов бытовой аппаратуры

При разработке бытовой видеоаппаратуры возникают определенные трудности при проектировании перестраиваемых фильтров в соответствии с требованиями стандартов на видеосигналы. Необходимо обеспечить требования к надежности, размерам и стоимости таких устройств, при этом время разработки и продвижения новых устройств на рынок должно быть минимальным.

Семейство перестраиваемых фильтров ADA441x обеспечивает высокое качество видеоизображения в таких устройствах, как приставки к цифровому TV, TV высокой четкости, DVD для записи и воспроизведения. Новые ИМС обеспечивают фильтрацию различных аналоговых видеосигналов для последующей записи их на жесткий диск, флэш-карту, видеокассету, а также при записи видеосигналов в стандарте NTSC.

Кроме того, данные ИМС могут быть использованы для восстановления сигналов на выходе ЦАП, сглаживания сигналов и т.п. ИМС семейства ADA441x занимают меньше места, чем дискретные аналоги, их цена отвечает требованиям бытовой аппаратуры.

- фильтры шестого порядка с программируемой частотой среза: 36, 18, 9 МГц
- поддержка стандартов на видеосигналы: GBR, YPbPr, YUV, SD, YC, CV
- идеальны для обеспечения разрешения 1080i -1 дБ в полосе до 30 МГц для HD-сигналов
- дифференциальная нелинейность коэффициента усиления NTSC-сигнала 0.11%
- фазовая погрешность NTSC-сигнала 0.25°
- регулируемое смещение нуля по постоянному току
- входной мультиплексор 2:1
- селективный коэффициент усиления 2x или 4x
- rail-to-rail выход
- напряжение питания однополярное 4.5 В, двухполярное ±5 В



Тип ИМС	Число каналов	Выбор коэффициента усиления	Регулировка смещения	Входной мультиплексор 2:1	Наличие сигнала блокировки	Тип корпуса	Стоимость, \$
ADA4410-6	6	+	+	+	+	32-LFCSP	2.49
ADA4411-3	3	+	+	+	+	24-QSOP	1.89
ADA4412-3	3	-	+	-	+	20-QSOP	1.59

Заказать образцы и техническое описание можно по адресу:  
[www.analog.com](http://www.analog.com).

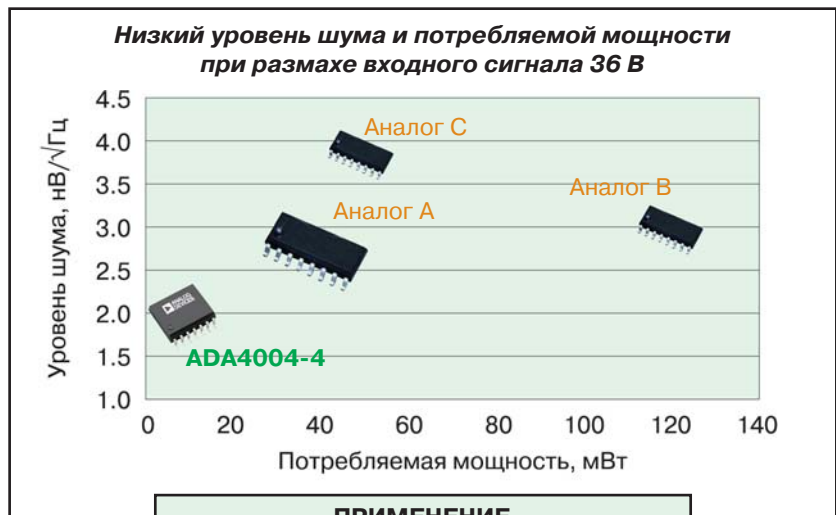


## Высоковольтный малошумящий счетверенный усилитель с низким уровнем шумов



Усилитель ADA4004-4 имеет уровень шумов 2 нВ/√Гц и ток потребления 1.7 мА/усилитель. Он обеспечивает широкий динамический диапазон в пределах рабочих температур от -40 до 125 °С. Это значит, что данный ОУ не требует дополнительного охлаждения или ограничения мощности. Миниатюрный корпус типа LFCSP позволяет оптимизировать разводку и уменьшить стоимость печатной платы. Напряжение питания ADA4004-4 от ±5 до ±15 В.

- уровень шума 2 нВ/√Гц
- потребляемая мощность 51 мВт
- максимальное напряжение смещения нуля 100 мкВ
- расширенный промышленный температурный диапазон от -40 до 125 °С
- тип корпуса 14-SOIC или 16-LFCSP размерами 4×4 мм, предназначенный для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа



ADA4004-4

- ПРИМЕНЕНИЕ**
- блоки фильтров, фильтры в системе ФАПЧ (в одно- и двунаправленных системах передачи данных)
  - замкнутые системы управления
  - системы управления с использованием термопар
  - буферы опорных источников

\$ 3.02

## Прецизионные JFET-усилители с минимальным потреблением

Снижение мощности потребления и уменьшение размеров относится к основным требованиям, предъявляемым к современным разработкам. JFET-усилители AD8642 (сдвоенный) и AD8643 (счетверенный) имеют низкую мощность потребления, высокую точность, rail-to-rail выход, минимальные ток смещения и ток потребления. Они предназначены для работы с датчиками с высоким выходным импедансом. Это идеальные усилители для электрокардиографов, анализаторов параметров крови, мониторов потоков жидкостей и газов. Кроме того, они предназначены для использования в многоканальных системах сбора данных с минимальным потреблением и контролем мощности рассеяния.

Напряжение питания усилителей AD8642 и AD8643 находится в пределах от 5 до 26 В или от ±2.5 до ±13 В, диапазон температур – от -40 до 125 °С. Усилитель AD8642 выпускается в корпусе 8-MSOP или 8-SOIC, усилитель AD8643 – в корпусе 14-SOIC или 16-LFCSP размерами 3×3 мм. Все корпуса предназначены для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа.



AD8642  
AD8643

- ПРИМЕНЕНИЕ**
- портативные медицинские приборы
  - средства промышленных АСУ
  - фотодиодные усилители
  - прецизионные активные фильтры

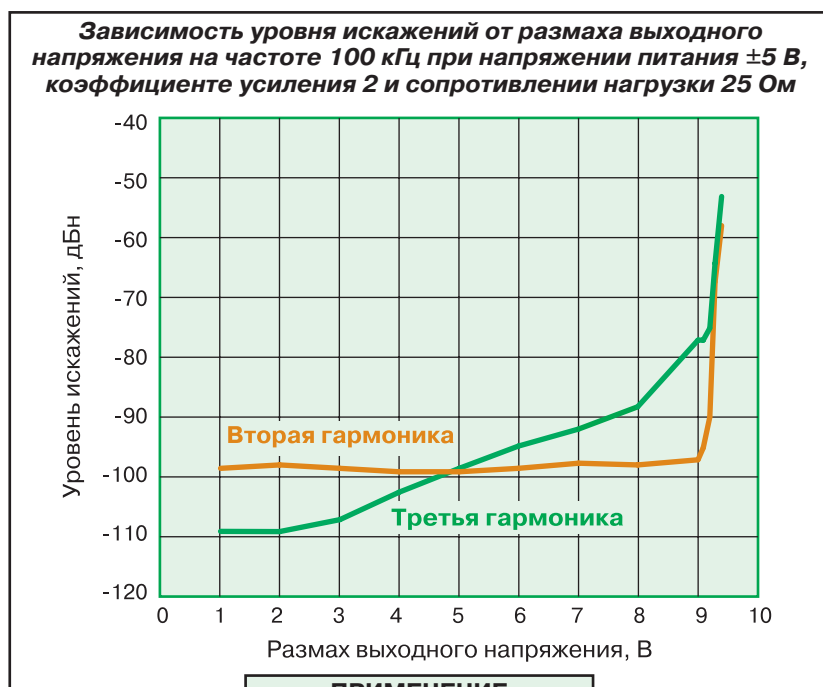
\$ 2.32  
\$ 3.80

- максимальный ток потребления 250 мкА
- максимальный входной ток смещения 1 пА
- rail-to-rail выход
- максимальное напряжение смещения нуля 750 мкВ
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С

## Rail-to-rail ОУ с высоким током нагрузки и минимальными искажениями

При выборе усилителя rail-to-rail требуется получить ОУ с широким динамическим диапазоном, большим током нагрузки и минимальными искажениями. Усилитель AD8397 полностью соответствует этим требованиям. Он имеет rail-to-rail выход с высокой скоростью изменения выходного сигнала и отличную дифференциальную линейность, что позволяет широко использовать этот ОУ, начиная от активных фильтров и заканчивая драйверами витых пар.

- rail-to-rail выход
- диапазон напряжений питания 3-24 В
- пиковое значение выходного тока 310 мА
- полоса частот 69 МГц
- неравномерность АЧХ в полосе 14 МГц 0.1 дБ



AD8397

### ПРИМЕНЕНИЕ

- нагревательные элементы с токовым управлением
- ультразвуковые датчики
- драйверы на основе полевых транзисторов

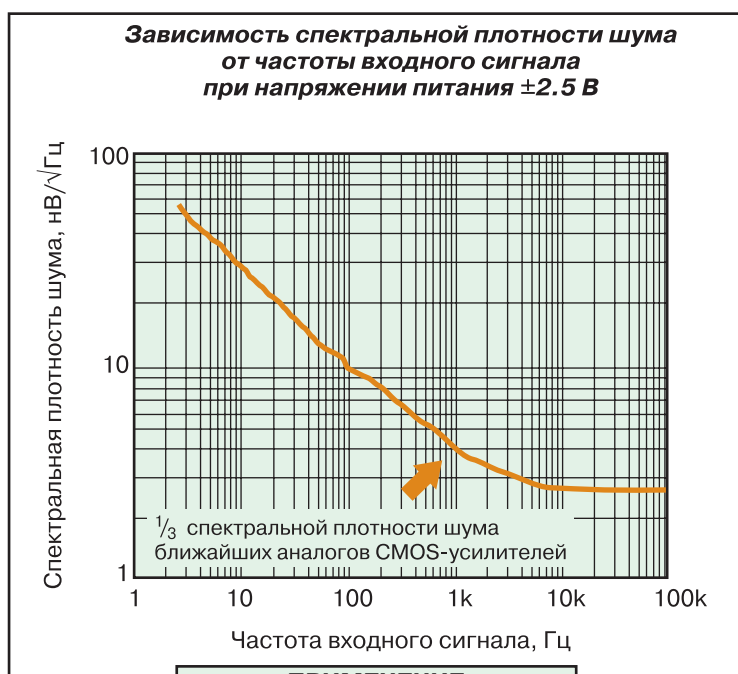
\$ 2.29

## Маломощный прецизионный ОУ для усиления сигналов низкого уровня

AD8655 – усилитель с низким уровнем шумов и искажений. При усилении сигналов низкого уровня не требует использования дополнительных внешних транзисторов. Малое напряжение смещения и низкий температурный дрейф этого смещения, rail-to-rail вход/выход позволяют использовать AD8655 в системах телекоммуникаций, сбора данных и в автоматизированных системах управления. Применение этого усилителя в качестве драйвера АЦП с высоким разрешением позволяет обеспечить максимальное отношение сигнал/шум.

Напряжение питания AD8655 находится в пределах от 2.7 до 5.5 В, диапазон рабочих температур составляет от -40 до 125 °С. Тип корпуса 8-MSOP или 8-SOIC для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа.

- спектральная плотность шума не более 2.7 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- нелинейные искажения плюс шум 0.0008%
- максимальное напряжение смещения нуля 250 мкВ
- допустимый выходной ток 220 мА
- диапазон рабочих температур -40...125 °С
- rail-to-rail вход/выход



AD8655

### ПРИМЕНЕНИЕ

- драйверы АЦП
- системы сбора данных
- аудиосистемы
- микрофонные предусилители
- драйверы головных телефонов
- технические средства АСУ
- фильтры для систем ФАПЧ

\$ 0.70

Подробно ознакомиться с DigiTrim технологией подгонки параметров CMOS-усилителей для повышения их точности можно по адресу: [www.analog.com/digiTrimwhitepaper](http://www.analog.com/digiTrimwhitepaper).

## Малозумящий Zero-Drift счетверенный ОУ, rail-to-rail по входу и выходу, предназначенный для усиления сигналов прецизионных сенсоров

Усилитель AD8630 предназначен для усиления сигналов прецизионных сенсоров в измерительных каналах с минимальной допустимой погрешностью. Этот усилитель имеет самый низкий уровень шумов (0.5 мкВ от пика к пику в полосе частот от 0 до 10 Гц) и самый малый температурный дрейф напряжения смещения нуля (не более 0.02 мкВ/°C) по сравнению с ближайшими аналогами с автоматической коррекцией нуля. Максимальное смещение нуля этого усилителя не превышает 5 мкВ, а напряжение питания находится в диапазоне от 2.7 до 5 В. Усилитель имеет rail-to-rail вход/выход.

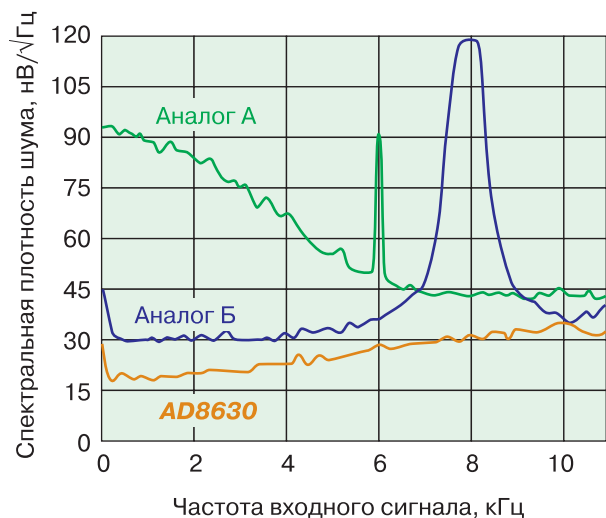
Усилитель AD8630 работает в расширенном промышленном диапазоне температур от -40 до 125 °C и выпускается в корпусе 14-TSSOP или 14-SOIC для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа.

- напряжение смещения нуля 1 мкВ
- температурный дрейф напряжения смещения нуля 0.002 мкВ/°C
- rail-to-rail вход/выход
- однополярное напряжение питания 5 В

### ПРИМЕНЕНИЕ

- прецизионные весоизмерительные системы
- системы считывания токов с низкоомных шунтов
- сейсмоизмерительные системы
- инфракрасные пирометры
- буферы опорных источников
- фотодиодные усилители
- прецизионные измерители токов
- мостовые усилители

**Сравнительные показатели уровня шумов в зависимости от частоты входного сигнала**



AD8630

\$ 2.70

Вопросы устойчивости усилителей при работе на емкостную нагрузку рассмотрены на web-сайте: [www.analog.com/analogdialogue/capacitive-load](http://www.analog.com/analogdialogue/capacitive-load), а также в этом номере ЭКиС, стр. 6-10.

## Недорогой малозумящий ОУ с напряжением питания от 2.7 до 6 В

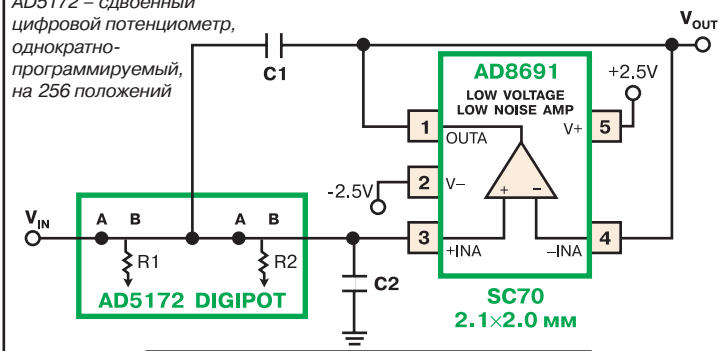
AD8691 – многоцелевой усилитель с однополярным питанием, низким уровнем тока смещения (не более 1 пА), малыми искажениями (не более 0.003%) и широким частотным диапазоном. Усилитель может быть использован в измерительных приборах, медицинской аппаратуре, автомобильных системах, бытовых устройствах, промышленных системах и телекоммуникационном оборудовании.

Усилитель выпускается в корпусе 5-SC70 или 5-TSOT23, счетверенная версия – в корпусе 14-TSOP или 14-SOIC.

- диапазон рабочих температур -40...125 °C
- спектральная плотность шума не более 8 нВ/√Гц
- полоса частот 10 МГц
- напряжение смещения нуля 400 мкВ (типичное), 2 мВ (максимальное)
- температурный дрейф напряжения смещения нуля 6 мкВ/°C
- напряжение питания от 2.7 до 6 В или ±2.5 В
- тип выхода: CMOS, rail-to-rail

### Программируемый НЧ-фильтр

AD5172 – двоянный цифровой потенциометр, однократно-программируемый, на 256 положений



AD8691  
AD8694

### ПРИМЕНЕНИЕ

- усиление сигналов сенсоров
- системы управления двигателями
- оптоэлектронные приборы
- аудиосистемы
- фильтры
- управление смещением усилителей мощности

\$ 0.56  
\$ 0.99

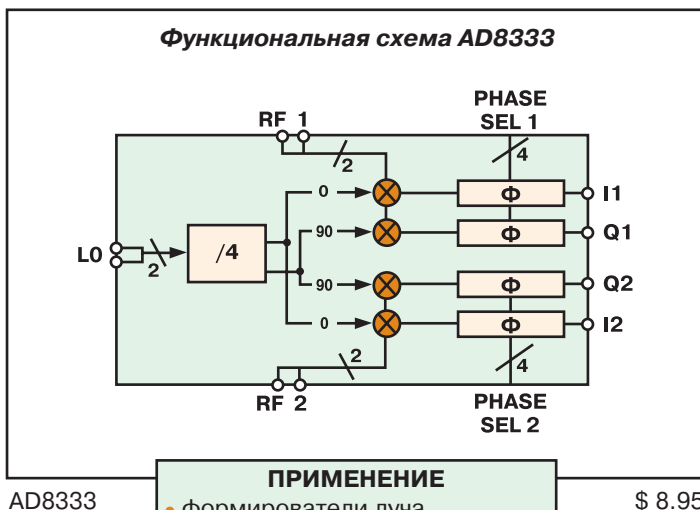
Заказать образцы и техническое описание можно по адресу:  
[www.analog.com](http://www.analog.com).



## Твердотельный I/Q-демодулятор с фазовращателем для формирования изображений путем обработки доплеровских сигналов

Цепи формирователей луча в доплеровских системах строятся на основе аналоговых линий задержки, матричных ключей и усилителей. Это дорогие устройства на основе дискретных компонентов, отличающиеся большой потребляемой мощностью. ИМС AD8333 – сдвоенный фазовращатель с I/Q-демодулятором, отвечающий современным требованиям к размерам, потребляемой мощности и стоимости. Эта микросхема используется в цепях формирования луча, предназначенных для применения в фазированных антенных решетках, медицинской ультразвуковой аппаратуре, в радарх и интеллектуальных антеннах для мобильных систем связи. Динамический диапазон AD8333 – 161 дБ/Гц на канал (совместно с I/Q-демодулятором – 164 дБ/Гц на канал). ИМС AD8333 могут быть использованы в качестве хорошо согласованных I/Q-демодуляторов в радиоприемниках с разнесением частот. Выпускается эта ИМС в корпусе 32-LFCSP размерами 5×5 мм и работает в диапазоне температур от -40 до 85 °С.

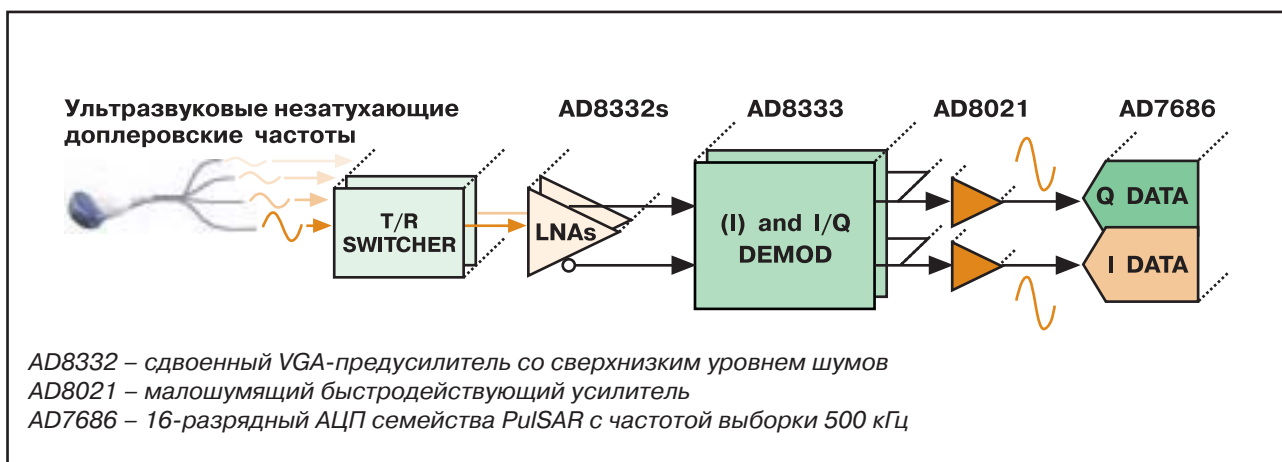
- напряжение питания  $\pm 5$  В
- мощность потребления 190 мВт/канал
- 16-фазовый селектор по каждому выходному каналу (22.5° на шаг)
- обеспечивается точность квадратурного демодулятора
- согласование по фазам не хуже  $\pm 0.5^\circ$
- согласование по амплитудам не хуже  $\pm 0.1$  дБ
- частотный диапазон: четыре частоты гетеродина: НЧ-200 МГц; ВЧ; НЧ-50 МГц
- драйвер гетеродина: 0 дБм (50 Ом); 4 гетеродина



### ПРИМЕНЕНИЕ

- формирователи луча доплеровских систем для медицинской рентгенографии
- фазированные антенные решетки
- радары
- адаптивные антенны мобильных устройств
- телекоммуникационные приемники

\$ 8.95



Заказать образцы и техническое описание можно по адресу:  
[www.analog.com](http://www.analog.com).

## Недорогой VGA-усилитель, предназначенный для применения в промышленности и приборостроении

При разработке промышленных систем и измерительного оборудования требуются широкополосные усилители с хорошо согласованными характеристиками по постоянному току и низким потреблением. При этом должна быть обеспечена высокая точность. Таким VGA-услителем является AD8337. ИМС обеспечивает высокий уровень согласования параметров по постоянному току, имеет на 50% более широкую полосу пропускания (частота среза 300 МГц) и на 25% ниже потребление на канал, чем ближайшие аналоги. Усилитель отличается высокой равномерностью АЧХ в полосе усиливаемых сигналов. Коэффициент усиления изменяется в пределах 24 дБ. Интерфейс VGA-усилителя обеспечивает линейное 20 дБ/В (в логарифмическом масштабе) управление коэффициентом усиления. Кроме того, имеется возможность управлять выходной синфазной составляющей по специальному выводу ИМС.

Усилитель AD8337 имеет низкую спектральную плотность шума (2.2 нВ/√Гц), изменение коэффициента усиления обеспечивается в полосе частот 100 МГц. Низкий уровень выходного шума (34 нВ/√Гц) позволяет применять его в качестве драйвера быстродействующих АЦП, таких как AD9215, AD9235, AD9229, AD9410 и AD9432. Усилитель AD8337 выпускается в корпусе 8-LFCSP размерами 3×3 мм и может работать в диапазоне температур от -40 до 85 °С.

- диапазон рабочих температур -40...85 °С
- спектральная плотность шума 2.2 нВ/√Гц
- потребляемая мощность 78 мВт при напряжении питания ±2.5 В
- полоса частот 250 МГц
- скорость нарастания сигнала 375 В/мкс (при подаче на вход скачка напряжения 1 В) и 475 В/мкс (при подаче на вход скачка напряжения 2 В)



AD8337

### ПРИМЕНЕНИЕ

- регулировка коэффициента усиления в измерительных каналах
- сканеры
- системы АРУ с высокими параметрами
- системы обработки I/Q-сигналов
- видеосистемы
- промышленная ультразвуковая аппаратура
- приемники радаров

\$ 2.49

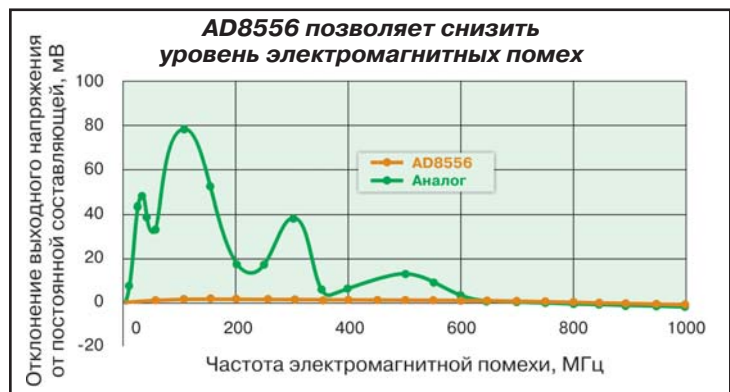
## Промышленные усилители обеспечивают точную и надежную обработку сигналов сенсоров в автомобильных системах управления и промышленных АСУ

При проектировании современных систем управления требуется одновременно обеспечить высокие параметры и низкую стоимость. Особенно важно корректировать погрешность смещения и наклона передаточной характеристики сенсора.

Усилитель AD8556 относится к семейству zero-drift ОУ, имеет программируемые коэффициент усиления и смещение выходного напряжения. Этот усилитель обеспечивает обработку сигналов сенсоров с высокой степенью точности, определяет наличие КЗ и обрывов в измерительном канале, производит фильтрацию сигналов в области НЧ и ограничение выходного сигнала. Предусмотрена возможность чтения управляющего слова с целью внесения изменений в программу управления. В основу усилителя положены оригинальные технологии auto-zero и DigiTrim фирмы Analog Devices.

Наличие в составе усилителя AD8556 фильтров электромагнитных помех обеспечивает защиту измерительного канала в промышленных условиях эксплуатации, а также позволяет упростить внешние фильтры электромагнитных помех. Подключение внешнего конденсатора к выводу "FILT" ИМС AD8556 также позволяет снизить уровень помех, воздействующих на измерительный канал.

- фильтрация электромагнитных помех
- диапазон рабочих температур -40...140 °С
- гарантируется устойчивая работа при емкостной нагрузке
- максимальное напряжение смещения нуля 10 мкВ
- максимальный температурный дрейф напряжения смещения нуля 65 нВ/°С
- тип корпуса 16-LFCSP (4×4 мм) или 8-SOIC для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа



AD8556

### ПРИМЕНЕНИЕ

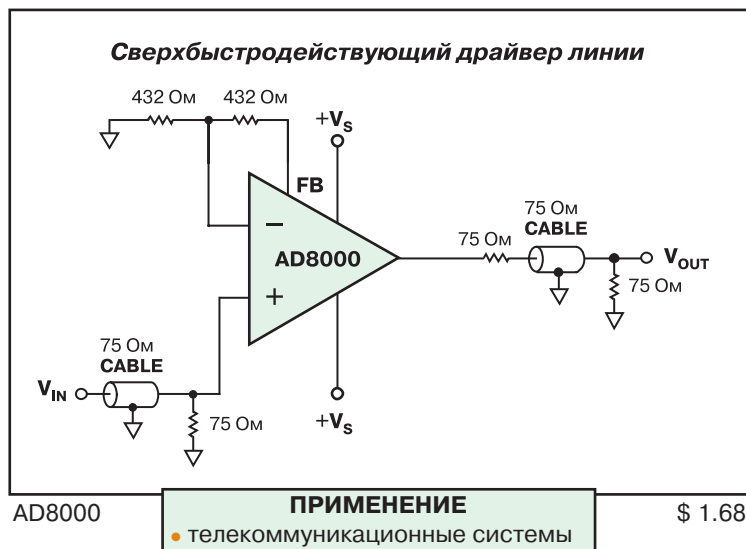
- автомобильные сенсоры
- сенсоры давления и положения
- тензометры
- считыватели токов с низкоомных шунтов

\$ 2.85

## Сверхбыстродействующий ОУ поддерживает точность воспроизведения в видеосистемах и системах связи

В маршрутизаторах видеосигналов необходимо поддерживать высокую точность воспроизведения этих сигналов. Current feedback ОУ AD8000 имеет высокие технические характеристики, включая равномерность АЧХ не хуже 0.1 дБ в полосе частот до 170 МГц, время установления 12 нс с точностью 0.1%, рассогласование дифференциальных каналов по амплитуде 0.02% и фазе 0.01°. Наличие экономичного режима позволяет снизить ток потребления до 1.3 мА.

- полоса частот пропускания 1.5 ГГц при коэффициенте усиления  $G=1$
- полоса частот для сигнала полной мощности 650 МГц
- скорость нарастания сигнала 4100 В/мкс
- время установления 12 нс с точностью 0.1%
- неравномерность АЧХ 0.1 дБ в полосе частот до 170 МГц
- рассогласование дифференциальных каналов по амплитуде 0.02% и по фазе 0.01°
- входное напряжение смещения нуля 1 мВ (типичное значение)
- максимальный выходной ток 100 мА
- напряжение питания от 4.5 до 12 В
- ток потребления 13.5 мА

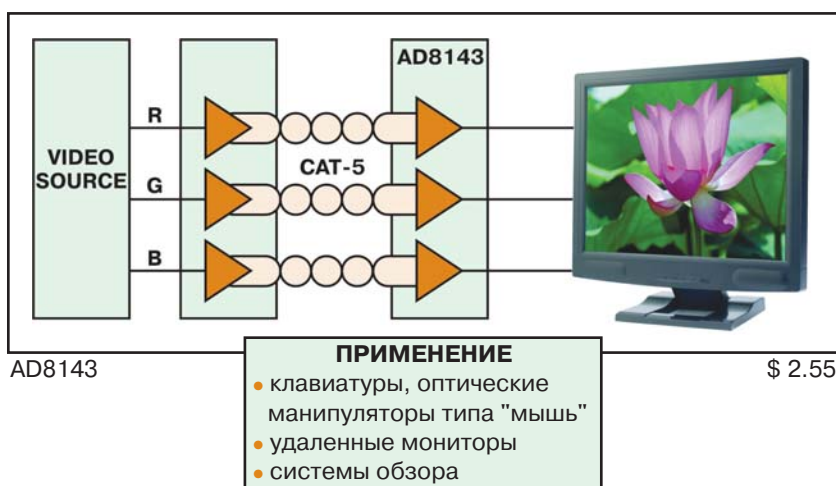


Если выбор оптимального ОУ отнимает у Вас много времени, Вам следует изучить эту проблему, посетив Internet-семинар на тему: "Средства параметрического анализа и выбор необходимой структуры усилителя" – "Interactive Configuration and Parametric Analysis Tools", организованный фирмами Analog Devices и National Instruments, по адресу: [www.analog.com/onlineseminars/opamptools](http://www.analog.com/onlineseminars/opamptools).

## Строенный дифференциальный приемник RGB-видеосигналов

AD8143 –строенный недорогой дифференциальный приемник (с преобразованием в несимметричный выходной канал) предназначен для приема с витой пары RGB-видеосигналов. Он применяется совместно с дифференциальным драйвером AD8133, что обеспечивает прием и передачу видеосигналов через неэкранированную витую пару.

- КОСЧ составляет 70 дБ на частоте 10 МГц
- частота среза 300 МГц
- скорость нарастания сигнала 1000 В/мкс
- входное дифференциальное сопротивление 6 МОм
- диапазон синфазного сигнала  $\pm 10$  В при напряжении питания  $\pm 12$  В
- спектральная плотность шума 12 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- тип корпуса 32-LFCSP размерами 5x5 мм



Заказать образцы и техническое описание можно по адресу:  
[www.analog.com](http://www.analog.com).



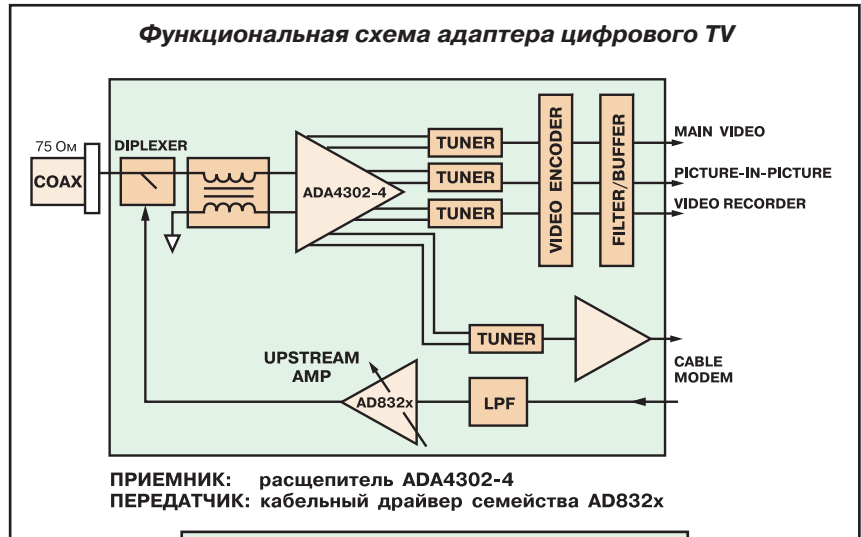
## Расщепитель радиосигналов 1:4 обеспечивает повышение качества TV-приемников

Появление на рынке электронных компонентов расщепителей радиосигналов, позволяющих, кроме того, обеспечить их усиление, связано прежде всего с использованием мультитюннеров в кабельных и интерактивных цифровых системах обработки и передачи данных и речевых сигналов.

ИМС ADA4302-4 представляет собой расщепитель ВЧ-сигналов с минимальными потерями. Расщепитель 1:4 обеспечивает работу адаптера цифрового TV, кабельных модемов, новых TV-приемников, домашних сетей, в которых одновременно передаются данные и видеосигналы. ИМС ADA4302-4 имеет один дифференциальный вход и четыре дифференциальных выхода. Четыре выходных канала одновременно поддерживают работу тюнера изображения, PIP-тюнера, устройства цифровой записи изображения и кабельного модема. Традиционное решение подобной задачи базировалось на использовании пассивных расщепителей на дискретных компонентах и дискретных усилителей с фиксированным коэффициентом усиления.

По сравнению с такими устройствами твердотельный расщепитель ADA4302-4 имеет более низкий уровень шума (ниже на 2 дБ) и лучшие показатели нелинейных искажений (искажения второго порядка на 15 дБ меньше). Микросхема выполнена в миниатюрном корпусе размерами 4×4 мм.

Подробную информацию о кабельных расщепителях и усилителях ВЧ-сигналов фирмы Analog Devices можно получить по адресу: [www.analog.com/ams-splitters](http://www.analog.com/ams-splitters).



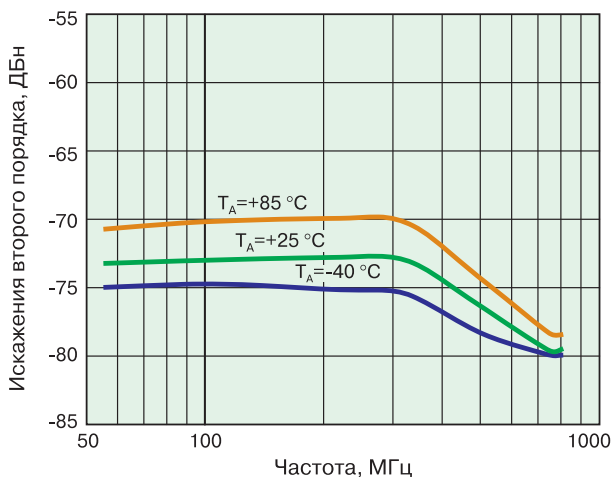
ADA4302-4

### ПРИМЕНЕНИЕ

- кабельные адаптеры к цифровому TV
- домашние сети
- кабельные распределительные системы
- кабельные модемы с расщепителями

\$ 2.60

### Зависимость искажений второго порядка от частоты



- напряжение питания 5 В
- полоса частот кабельного канала цифрового TV от 54 до 865 МГц
- частота среза 1.3 ГГц
- коэффициент усиления по каждому каналу 4.6 дБ
- коэффициент шума 4.4 дБ
- уровень развязки между каналами 25 дБ
- уровень искажений второго порядка не более -73 дБн

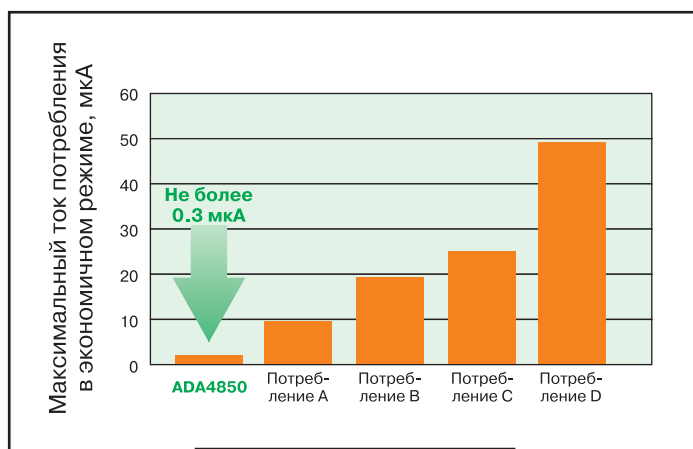
Обзор ИМС фирмы Analog Devices для цифрового TV, включая кодеры, декодеры, аналоговые входные и выходные ИМС, аудиоусилители и т.п. можно найти по адресу: [www.analog.com/advancedtv](http://www.analog.com/advancedtv).

Заказать образцы и техническое описание можно по адресу: [www.analog.com](http://www.analog.com).

## Новый видеоусилитель имеет в экономичном режиме потребление на 97% меньше по сравнению с ближайшими аналогами

**Б**ытовые портативные устройства с дисплеями должны иметь минимальное потребление, при этом сохранять высокое качество изображения, малые габариты и приемлемую стоимость.

Семейство усилителей мощности ADA4850 предназначено для использования в устройствах визуализации с батарейным питанием и позволяет обеспечить высокие КПД и качество изображения. Если дисплей не используется в процессе обработки сигналов, то усилитель переходит в экономичный режим, при этом его потребление на 97% меньше потребления ближайших аналогов. В основу усилителя положена новая оригинальная технология фирмы Analog Devices, которая позволила снизить не только потребление, но и стоимость (не менее чем на 50%) по сравнению с традиционными биполярными и CMOS-усилителями аналогичного назначения. Кроме того, новые усилители имеют меньшие размеры (корпус типа LFCSP размерами 3×3 мм).



ADA4850-1  
ADA4850-2

### ПРИМЕНЕНИЕ

- бытовые портативные устройства с батарейным питанием

\$ 0.45  
\$ 0.59

- сверхнизкий ток потребления в экономичном режиме: 0.3 мкА максимум на усилитель
- ток потребления в рабочем режиме 2.4 мА на усилитель
- неравномерность АЧХ в полосе частот 14 МГц составляет 0.1 дБ
- погрешность дифференциального коэффициента усиления 0.12%
- погрешность фазы в дифференциальном канале 0.09°
- напряжение питания от 2.7 до 6 В
- rail-to-rail выход (разница между напряжением питания и выходным напряжением не более 80 мВ)
- тип корпуса LFCSP размером 3×3 мм



www.analog.com

### ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС

One Technology Way  
P.O. Box 9106  
Norwood, MA  
02062-9106 U.S.A.  
Тел.: +1 781 329 4700  
Факс: +1 781 326 8703  
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>

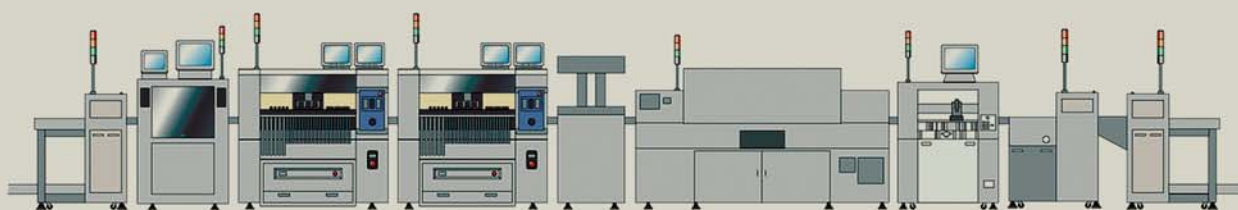
### ДИСТРИБЬЮТОР В УКРАИНЕ VD MAIS

#### ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС

ул. Жилианская, 29, а/я 942  
01033 Киев, Украина  
Тел.: +380-44-492-8852  
Факс: +380-44-287-3668  
E-mail:  
[info@vdmairs.kiev.ua](mailto:info@vdmairs.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdmairs.kiev.ua>

#### ПРЕСТАВИТЕЛЬСТВА:

Харьков  
Т./ф.: +380-57-716-4266  
Днепропетровск  
Т./ф.: +380-562-319-128  
Донецк  
Т./ф.: +380-62-385-4947  
Севастополь  
Т./ф.: +380-692-544-622



VD MAIS поставляет:

# Технологическое оборудование и материалы для разработки, производства и ремонта электронной техники

- **Поставка технологического оборудования и расходных материалов** ведущих производителей для организации от одного рабочего места монтажника/ремонтника до крупносерийного автоматизированного производства
- **Консультации** по выбору оборудования с гарантией оптимального соотношения цена/качество
- **Полный комплекс услуг:** пусконаладка, обучение персонала, технологическое сопровождение, гарантийное и послегарантийное обслуживание и ремонт
- **Дополнительные комплексные услуги включают:** оптимальный выбор электронных компонентов и конструктивов, разработку и изготовление печатных плат любой сложности, начиная от прототипов и до серийного производства, ручной и автоматизированный монтаж плат при мелкосерийном и серийном производстве, отладку готовых изделий с использованием поставляемого VD MAIS измерительного и испытательного оборудования



ESSEMEC



Reddish Electronics



VD MAIS Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилианская, 29  
тел.: (044) 492-8852 (многокан.), info@vdmais.kiev.ua, www.vdmais.kiev.ua



## СЕРИЯ АС/ДС-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ iMP С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В статье представлено новое поколение импульсных источников питания с выходной мощностью 600-1500 Вт со встроенным микропроцессором для обеспечения цифрового управления характеристиками с использованием интерфейса I<sup>2</sup>C.



### iMP SERIES DIGITALLY CONTROLLED AC-DC SWITCHING POWER SUPPLIES

Next generation Astec switchers feature modular design with onboard micro-processor for programmability and smart communications.

Г. Местечкина

G. Mestechkina

Компания Emerson Network Power (в состав которой входит известная во всем мире фирма Astec Power) в октябре 2005 г. [1] представила новое поколение импульсных источников питания, характеризующихся усовершенствованным цифровым управлением, обеспечиваемым встроенным микропроцессором. Кроме цифрового управления новая серия iMP, являющаяся продолжением серии MP, включает ряд аппаратных модулей, которые дают разработчикам возможность проектировать устройства, полностью соответствующие их требованиям, с модулями, имеющими один, два или три выхода в диапазоне выходных мощностей от 600 до 1500 Вт.

Модули могут быть конфигурированы в трех видах MP-корпусов с входным напряжением от 85 до 264 В переменного тока частотой 47-440 Гц или от 120 до 350 В постоянного тока. Корпуса могут содержать до 7 отдельных модулей с изменяемым выходным напряжением в диапазоне от 2 до 60 В. Весьма существенным (с учетом введения в странах ЕС и США с 1 июля 2006 г. запрета на применение в электронной аппаратуре свинца и перехода на бессвинцовые технологии, соответствующие международному стандарту RoHS) является изготовление новой серии преобразователей в соответствии с этим стандартом.

завателей в соответствии с этим стандартом.

“В новых источниках, имеющих на 50% большую удельную мощность, чем изделия предыдущего поколения, используется встроенная цифровая система, способная выполнять логические операции и осуществлять программное управление характеристиками по мере появления такой необходимости в процессе разработки”, – разъяснил директор по маркетингу фирмы Astec Power Chris Jones. “Простой в применении микропроцессорный интерфейс позволяет разработчикам производить регулировки основных параметров, включая: напряжение, ток, скорость вентилятора, коэффициент мощности, перераспределение тока нагрузки и мн. др. В добавок к перечисленным функциональным возможностям разработчики получат это новое поколение “интеллектуальных” импульсных источников питания по конкурентоспособным ценам в сравнении с выполненными по существующим технологиям”, – дополнил Chris Jones.

С применением интерфейса I<sup>2</sup>C разработчики могут программировать основные характеристики источников питания серии iMP, включая:

- входное напряжение

Таблица 1. Коды и основные параметры модулей iMP

Код модуля	1	2	3	4	"Blank"		
Тип модуля	одиночный			сдвоенный	строенный		
Макс. выходная мощность, Вт	210	360	750	144	36		
Макс. ток нагрузки, А	35	60	150	10	2		
Диапазон выходного напряжения (U <sub>вых</sub> программируемый), В	2-60		5, 12-15, 28-30	2-6, 12-15, 28-30	8-15	8-28	2-28
Число стандартных выходн. напр.*	25		19		18		
Дистанционный сенсор U <sub>вых</sub>	+		+	+	-		
Дистанц. изменен. U <sub>вых</sub> "скачком"	+		-	-	-		
Управл. U <sub>вых</sub> через интерфейс I <sup>2</sup> C	+		+	+	+		
Распределение тока нагрузки	+		+	-	-		
Режим запрета через I <sup>2</sup> C	+		+	+	+		
Режим запрета – Analog	+		-	-	-		
Защита от перенапр./перегрузки	+		+	+	+		
Минимальный ток нагрузки	не регламентируется						
Число слотов корпусе	1	2	3	1	1		

\* Смотри табл. 3.

Таблица 2. Основные технические характеристики AC/DC-преобразователей серии iMP

Технические характеристики		Значение
<b>Вход</b>		
Входное напряжение, В	переменного тока	85-264
	постоянного тока	120-350
Частота входного напряжения, Гц		47-440
Скачок тока, А (пиков.)		40 ("мягкий" старт)
КПД, при полной нагрузке, %		70-80 (типов.)
Коэф. мощности (соотв. стандарту EN61000-3-2)		0.99 (типов.)
Время готовности, с (типов.)		1.5 (при переменном $U_{вх}$ ); 0.15 (при команде Inhibit/Enable)
Фильтр электромагнитных помех		CISPR 22/EN55022, уров. "B"
Ток утечки, мкА (макс.)		300 (240 В перем. тока)
Защита от пробоя, мс (мин.)		20
Сигнал "АС ОК"		с задержкой выкл. >5 мс при выходе из режима стабилизации
Гармонические искажения		соотв. стандарту EN61000-3-2
Изоляция		соотв. EN60950 и EN60601
Сигнал управления режимом Inhibit/Enable		TTL, логические "0" и "1"
Предохранитель, А		15 (MP4), 20 (MP8, MP1)
Гарантия, год		2
<b>Выход</b>		
Выходная мощность, Вт		700-1500
Выходное напряжение, $U_{вых}$ , В		2-60
Диапазон регулировки $U_{вых}$ , %		±10
Скачок выходного напряжения, %		±(4-6) относит. $U_{ном}$ или через интерфейс I <sup>2</sup> C (только для модуля с одним выходом)
Суммарная нестабильность $U_{вых}$ , %		0.4 (или 20 мВ, макс.); для модуля с выходной мощностью 36 Вт 4%)
Уровень пульсаций, %, в полосе до 20 МГц	среднеквадрат. знач.	0.1 (или 10 мВ)
	п-п	1.0 (или 50 мВ)
Динамический отклик, % (при изм. $I_{нагр}$ на 25%)		<2.0 (или 100 мВ)
Время восстановления, мкс		<300
Защита от перегрузки, % $I_{ном}$	одиночный выход	105-120, конфигурир. через I <sup>2</sup> C
	сдвоенный выход	105-120 на основном выходе 105-140 на втором выходе
Защита от КЗ (с автоматическим восстановл.)		продолжительная
Защита от перенапряжения, % $U_{ном}$	одиночный выход	122-134 (2-5.5 В); 110-120 (6-60 В)
	сдвоенный выход	122-134 (2-6 В); 110-120 (8-28 В)
	строенный выход	нет
Защита от изменения полярности напряж., %		100
Защита от перегрева	с конфигурированием через интерфейс I <sup>2</sup> C	все выходы блокируются, когда температура внутри модуля превышает допустимое значение за >5 мс до выкл.
	с сигнал. предупред.	
Дистанционный контроль $U_{вых}$ (на нагрузке)		с компенсацией падения напряжения на проводах 0.5 В
Рассогласование перераспределения токов при паралл. включении источников, % $I_{ном}$		2
Сигнал "DC ОК", % $U_{ном}$		±5.0, конфигурируемый через I <sup>2</sup> C
Минимальное значение тока нагрузки		не регламентировано
Вспомогательный источник, В/А		5.0/1.0 (макс.)
Запрет (Inhibit) включения модуля		конфигур. и управление через I <sup>2</sup> C
Частота преобразования, кГц		250 (внешний синхросигнал)
Сопrotивление изоляции, МОм		>1 (500 В)
<b>Условия эксплуатации</b>		
Диапазон температур, °C	рабочих	-40...+70 *
	хранения	-40...+85
Наработка до отказа, тыс. ч		>550 (при $I_{ном}$ , 220 В перем. тока, 25 °C)

\* При снижении выходной номинальной мощности на 2.5 %/°C в диапазоне 50-70 °C.

- разрешение выдачи выходного напряжения
- задержку включения/контроль полярности
- формирование порога "DC ОК"
- ограничение выходного тока: заданного и типового

- формирование температурного порога.

С применением приобретающего все большую популярность протокола I<sup>2</sup>C возможно использование информации о конфигурации источников и параметрах на каждом выходе.

Имеющие гарантию 2 года изделия серии iMP соответствуют требованиям международных стандартов по безопасности, включая UL, CE, так же как и стандарт для аппаратуры медицинского назначения EN60601. Первые образцы источников питания по стартовой цене источника с одним выходом мощностью 600 Вт \$ 320 появились в четвертом квартале 2005 г. Поскольку модульная конструкция позволяет создавать множество (порядка 200 млн) комбинаций, цена определяется конкретной конфигурацией. Полный комплект модулей для любых конфигураций появится на рынке в первом квартале 2006 г.

Основные возможности и особенности преобразователей серии iMP [2]:

- выходная мощность 600-1500 Вт
- входное напряжение 85-264 В переменного тока частотой 47-440 Гц, 120-350 В постоянного тока
- число выходов – до 21
- соответствует требованиям стандарта для медицинской аппаратуры EN60601
- бессвинцовая технология (соответствует стандарту RoHS)
- интеллектуальное управление через интерфейс I<sup>2</sup>C
- конфигурируемое распределение нагрузки на всех выходах при токе более 10 А
- регулировка напряжения на всех выходах (ручная или через интерфейс I<sup>2</sup>C)
- конфигурирование сигнала "ОК" и индикация соответствия напряжения на входе и каждом выходе
- конфигурация сигнала запрета/разрешения включения
- конфигурируемое упорядочение повышения/понижения выходных напряжений
- интеллектуальное управление скоростью вентилятора с формированием сигнала отказа
- микропроцессорное управление коррекцией коэффициента мощности и активная защита от бросков тока на входе
- мониторинг с использованием интерфейса I<sup>2</sup>C выходного напряжения, тока нагрузки и температуры внутри модуля
- программируемые через интерфейс I<sup>2</sup>C выходные напряжения, ограничение тока нагрузки, запрет/разрешение (Inhibit/Enable) включения
- обеспечение задержки включения модуля (опционно)
- повышенная на 50% удельная мощность в сравнении с изделиями предыдущего поколения
- задняя панель (Backward) совместима с модулем MP

**Таблица 3. Выходные напряжения и токи нагрузки модулей iMP**

Выходное напряж., В	код	Ток нагрузки, А								
		одиночный модуль			сдвоенный		строенный выход			
		1	2	3	V1	V2	V1	V2	V3	
2	A	35	60	150	–	10	–	–	2	
2.2	B	35	60	150	–	10	–	–	2	
3	C	35	60	150	–	10	–	–	2	
3.3	D	35	60	150	–	10	–	–	2	
5	E	35	60	150	10	10	–	–	2	
5.2	F	35	60	150	–	10	–	–	2	
5.5	G	34	58	137	–	10	–	–	2	
6	H	23	42	80	–	10	–	–	2	
8	I	20	36	80	–	–	1	1	1	
10	J	18	32	75	–	–	1	1	1	
11	K	17	31	68	–	–	1	1	1	
12	L	17	30	62.5	10	4	1	1	1	
14	M	14	21	53.5	9	4	1	1	1	
15	N	14	20	50	8	4	1	1	1	
18	O	11	19	41.6	–	–	–	0.5	0.5	
20	P	10.5	18	37.5	–	–	–	0.5	0.5	
24	Q	8.5	15	31.3	4	2	–	0.5	0.5	
28	R	6.7	12.8	26.8	3	2	–	0.5	0.5	
30	S	6.5	12	25	–	–	–	–	–	
33	T	6.2	11	22.7	–	–	–	–	–	
36	U	5.8	10	20.8	–	–	–	–	–	
42	V	4.2	7.5	17.9	–	–	–	–	–	
48	W	4.0	7.5	15.6	–	–	–	–	–	
54	X	3.7	6.0	13.9	–	–	–	–	–	
60	Y	3.5	6.0	12.5	–	–	–	–	–	

- наличие входа для подачи внешнего сигнала синхронизации с частотой преобразования
- промышленный диапазон температур (запуск преобразователя производится при температуре не ниже -20 °С, а работоспособность сохраняется при снижении температуры до -40 °С)
- отсутствие ограничения минимального тока нагрузки.

Основные технические характеристики AC/DC-преобразователей серии iMP, коды модулей и выход-

**Таблица 4. Коды параллельного соединения слотов модулей MP4, MP8 и MP1**

Номера слотов	Тип модуля
5 4 3 2 1	MP4
6 5 4 3 2 1	MP8
7 6 5 4 3 2 1	MP1

**Код параллельного соединения**

● ● ● ● ● ● ●	0 – нет
● ● ● ● ● ● ● ●	1 – 1 и 2
● ● ● ● ● ● ● ● ●	2 – 2 и 3
● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	3 – 3 и 4
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	4 – 4 и 5
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	5 – 3 и 4 и 5
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	6 – 5 и 6
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	7 – 4 и 5 и 6
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	8 – 6 и 7
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	9 – 3 и 4, 6 и 7

## Пример обозначения:

Габариты корпуса      Модуль/Напряжение/Код опции      Код опции корпуса      Код ПО      Код аппаратных средств

**iMP1 - 3L1 - 2E2 - 1Q1 - 4LL1 - 00 - AAA - ###**

Габариты корпуса:  
**4** = 2.5×5×10 дюймов,  
 600-900 Вт,  
 5 слотов  
**8** = 2.5×7×10 дюймов,  
 1000-1200 Вт,  
 7 слотов  
**1** = 2.5×8×11 дюймов,  
 1200-1500 Вт,  
 7 слотов

**Код модуля:**

- = 36 Вт, строен., (1 слот)  
**1** = 210 Вт, одиночн., (1 слот)  
**2** = 360 Вт, одиночн., (2 слота)  
**3** = 750 Вт, одиночн., (3 слота)  
**4** = 144 Вт, сдвоен., (1 слот)  
**5-9** = в перспективе

**Код напряжения:**

см. табл. 3

**Код опции:**

**0** – стандартный  
**1** – дистанц. включение модуля  
**2** – постоянство тока перегрузки  
**3-9** – в перспективе

**Первая цифра:****0-9** – код паралл. соединения**Вторая цифра:**

**0** – нет опции  
**1** – реверс. потока воздуха  
**2** – продолжительная задержка  
**3** – общее включение  
**4** – вкл. вентиляции/запрет  
**5** – опции 1+3  
**6** – опции 1+4  
**7** – опции 3+4  
**8** – опции 1+3+4  
**9** – в перспективе

(750 Вт – 12 В/62.5 А) – (360 Вт – 5 В/60 А пост. тока) – (210 Вт – 24 В/8.5 А) – (144 Вт – 12 В/10 А, 12 В/4 А)  
 $\Sigma=750+300+204+144=1398$  Вт.

ных напряжений, а также соответствующие им токи нагрузки приведены в табл. 1-3, а в табл. 4 даны коды параллельного соединения слотов модулей MP4, MP8 и MP1.

Для получения дополнительной информации о продукции фирмы Astec Power следует обращаться на web-сайт: [www.astecpower.com](http://www.astecpower.com) или на фирму VD MAIS.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Emerson Network Power launches Astec iMP first digitally controlled AC-DC switching Power supplies. – Astec Power, News release, October 2005 ([www.astecpower.com](http://www.astecpower.com)).

2. Intelligent MP Series 600-1500 watts. – Astec Power, Rev. 11.03.05, iMP Series.

**С новым 2006 годом**

**Вас поздравляет редакция «Инфоэлектрон»!**

Желающие получить ценную информацию в новом 2006 году, оформляйте подписку на журналы: «HiT: Разработки в электронике» и «Энергетика Сибири».



**Infoelectron** publishers ©  
 630024, г. Новосибирск, ул. Мира 39,  
 тел.: (383) 215-14-84,  
 213-05-65, 227-93-19.

**HiT: РАЗРАБОТКИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ**  
 СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

**Энергетика Сибири**

**HiT: РАЗРАБОТКИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ**  
 HiT: ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

**Энергетика Сибири**

**Желаем в наступающем году  
 Забот не знать, денегait не терять,  
 Любить, надеяться и верить!**

Подписаться можно только через редакцию ООО «Инфоэлектрон».  
 Наш сайт [www.hit.nsk.ru](http://www.hit.nsk.ru). Заявку на подписку присылайте по адресу: [redactor@ngs.ru](mailto:redactor@ngs.ru)



## АС/DC- И DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ КОМПАНИИ ROHM \*

В статье приведены краткие сведения о выпускаемых компанией ROHM (Япония) АС/DC- и DC/DC-преобразователях, даны примеры их использования.



### AC/DC AND DC/DC CONVERTERS OF ROHM COMPANY

In article described highly reliable power modules of ROHM as the AC/DC and DC/DC Converters.

Г. Местечкина

G. Mestechkina

Основным отличием предлагаемых АС/DC- и DC/DC-преобразователей, выпускаемых компанией ROHM, являются малые габариты, малый шаг между выводами, возможность установки непосредственно на печатную плату, высокая надежность и относительно небольшая стоимость.

**Характерной особенностью АС/DC-преобразователей компании ROHM** является универсальность и широкий диапазон входных напряжений, обеспечивающий возможность их применения в любой стране мира, независимо от принятого в данном регионе уровня напряжения сети (от 100 до 230 В переменного тока). Кроме того, возможен выбор типа преобразователя как с изолированным, так и с неизолированным от входа выходом.

Минимизация габаритов и массы импульсных АС/DC-преобразователей достигнута благодаря использованию бестрансформаторной схемы, что обеспечило снижение габаритов на 25% и массы на 30% в сравнении с трансформаторной. Основное применение АС/DC-преобразователей: промышленное оборудование, осветительные приборы, бытовая электроника.

Выходные напряжения преобразователей имеют следующие уровни: 5, 12, 15, 20 и 24 В, причем имеются модели с двумя выходами.

Основные характеристики и типы АС/DC-преобразователей компании ROHM приведены в табл. 1.

Типовые схемы подключения АС/DC-преобразователей приведены на рис. 1.

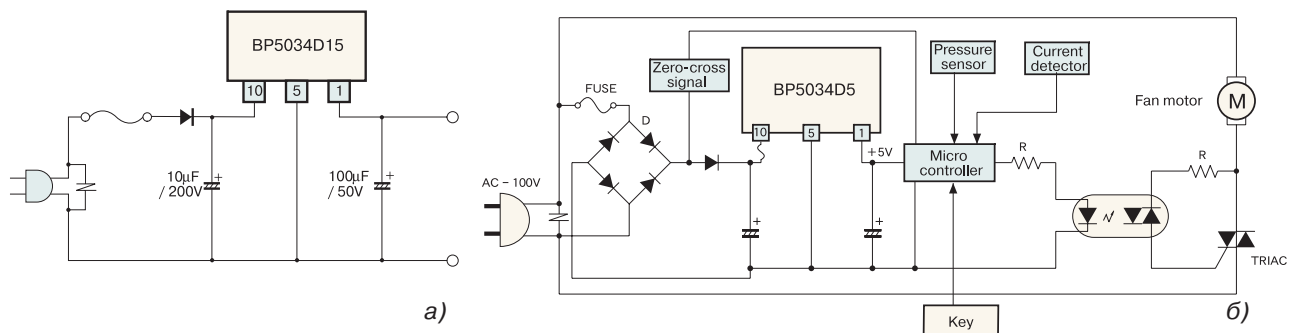


Рис. 1. Схемы подключения АС/DC-преобразователей с однополупериодным (а) и мостовым (б) выпрямителем

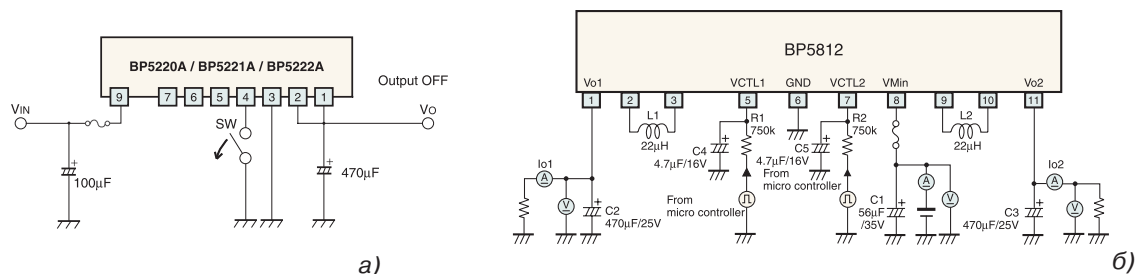


Рис. 2. Схемы подключения DC/DC-преобразователей: с внешним управлением включением/выключением (а) и с электродвигателями вентиляторов в качестве нагрузки (б)

\* Module Products – Short Form Catalog. – ROHM, Co., Ltd., May 2005.

Таблица 1. Основные характеристики и типы AC/DC-преобразователей компании ROHM

Тип	Диапазон вх. напряжений, В	Выходн. напр./ ток, В/мА	Тип корпуса	Габариты, мм	
<i>AC/DC-преобразователи с неизолированным от входа выходом</i>					
BP5038A1	(113-170) пост., (80-120) перем.	+5/30	SIP6	18×16×9	
BP5063-5		+5/200	SIP10	28×17×9	
BP5038A		+12/30	SIP6	18×16×9	
BP5033		+12/100	SIP10	30×16×10	
BP5037B12		+12/200	SIP10	28×17×9	
BP5039B12		+12/300	SIP12	35×20×9	
BP5067-12		+12/350	SIP12	35×20×9	
BP5037B15		+15/170	SIP10	28×17×9	
BP5039-15		+15/200	SIP12	35×20×9	
BP5067-15		+15/300	SIP12	35×20×9	
BP5039A	+24/200	SIP12	35×20×9		
BP5034D5	(113-195) пост., (80-138) перем.	+5/100	SIP10	30×16×10	
BP5034D12		+12/100	SIP10	30×16×10	
BP5034D15		+15/80	SIP10	30×16×10	
BP5034B20		+20/70	SIP10	30×16×10	
BP5034D24		+24/50	SIP10	30×16×10	
BP5065C5	-(113-170) пост., (80-120) перем.	-5/80	SIP9	26×15×6	
BP5035A5		-5/200	SIP10	28×17×9	
BP5061-5		-5/350	SIP12	35×20×9	
BP5062A5		-5/500	SIP12	35×22×9	
BP5072-12 *		-12/40	SIP8	23×14×8	
BP5065C		-12/80	SIP9	26×15×6	
BP5035A12		-12/200	SIP10	28×17×9	
BP5061		-12/300	SIP12	35×20×9	
BP5062A		-12/500	SIP12	35×22×9	
BP5068A		-12/800	SIP12	35×22×12	
BP5068-15		-15/800	SIP12	35×22×12	
BP5068A24		-24/600	SIP12	35×22×12	
BP5041A5		(226-358) пост., (160-253) перем.	+5/100	SIP10	33×19×11
BP5041A			+12/100	SIP10	33×19×11
BP5048	+12/300		SIP12	35×20×9	
BP5041B15	+15/80		SIP10	33×19×11	
BP5048-15	+15/200		SIP12	35×20×9	
BP5047A24	+24/150		SIP12	35×20×9	
BP5048-24	+24/200		SIP12	35×20×9	
BP5045A5 *	-(113-390) пост., (80-276) перем.	-5/200	SIP10	28×18×10	
BP5045A		-12/200	SIP10	28×18×10	
<i>AC/DC-преобразователи с 2 выходами, неизолированными от входа</i>					
BP5081A15	(113-170) пост., (80-120) перем.	+5/350, +15/80	SIP14	40×21×102	
BP5085-15	(226-358) пост., (160-253) перем.	+5/350, +15/80	SIP16	49×22×14	
BP5086A20S	(113-170) пост., (80-120) перем.	+20/160, +4/1	SIP11	31×18×9	
<i>AC/DC-преобразователи с изолированным от входа выходом</i>					
BP5718-12 **	(113-195) пост.	12/1000	SIP11	33×21.5× ×10.1	
BP50722-12 **	(240-375) пост., (170-265) перем.	12/1000	SIP11		

\* В разработке.

\*\* Выходная мощность 12 Вт.

Основным отличием DC/DC-преобразователей компании ROHM являются высокий КПД (85-90%), обеспечивающий минимизацию их габаритов (площадь, занимаемая преобразователем на печатной плате, равна 65 мм<sup>2</sup>); широкий диапазон входных напряжений (BP5220A/5221A: 8-38 В), позволяющий использовать нестабилизированный источник на входе;

большой ток нагрузки (до 4 А).

Основное применение DC/DC-преобразователи находят в качестве стабилизаторов напряжения, в цепях защиты и цепях питания ЖК-дисплеев, систем связи и др.

Преобразователи подразделяются на понижающие с фиксированным или регулируемым (с исполь-

Таблица 2. Основные характеристики и типы DC/DC-преобразователей компании ROHM

Тип	Диапазон входных напряжений, В	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, макс., А	Тип корпуса	Габариты, мм
<i>Понижающие DC/DC-преобразователи с ШИМ-регулировкой выходного напряжения</i>					
BP5250	8-16	1.5-9	3.0	SIP7	20×13×5.2
BP5250-24	20-27	1.5-5	3.0	SIP7	20×13×5.2
<i>Понижающий DC/DC-преобразователь с двумя регулируемыми выходными напряжениями</i>					
BP5450	8-20	1.5-5	1.2	SIP18	49.5×19×12.7
<i>Понижающие DC/DC-преобразователи</i>					
BP5029	8-16	5	0.3	SIP6	18×19×12
BP5223	8-18	5	0.15	SIP5	17×16.8×10.4
BP5220A	8-38	5	1.0	SIP9	28×19.5×12
BP5221A	8-38	5	0.5	SIP9	28×19.5×12
BP5222A	15-38	12	0.5	SIP9	28×19.5×12
<i>Понижающие DC/DC-преобразователи с большим током нагрузки</i>					
BP5232A25 *	4.5-5.5	2.5	2	SIP10	28×19.5×12
BP5232A33 *		3.3	2	SIP10	28×19.5×12
BP5233A33 *		3.3	3	SIP11	32.5×23.5×11
BP5234A33 *		3.3	4	SIP11	38.5×23.5×11
<i>Повышающие DC/DC-преобразователи</i>					
BP5310A	4.75-5.25	12	120 мА	SIP9	27×16×6
BP5326	4.5-5.5	30	25 мА	SIP9	26×15×7
BP5311XA	4.5-5.5	30	25 мА	SIP9	26×16×6
BP5313A	11.4-12.6	40	60 мА	SIP11	29×13×7
BP5319	4.5-5.5	-24	30 мА	SIP9	24.5×15.5×6
BP5319X	4.5-5.5	-24	30 мА	SIP9	24.5×16.3×6
BP5302A	5-14	-24	30 мА	SIP9	26×15×6
BP5302XA	5-14	-24	30 мА	SIP9	26×16×6
BP5122	8-20	-12	100 мА	SIP9	27×20×13
<i>Понижающие DC/DC-преобразователи, предназначенные для питания электродвигателей</i>					
BP5807 **	13-15	0-13	0.6	SIP17	47.5×24×12
BP5812 ***	13-15	0-12	0.3	SIP11	24.5×23×7.3

\* В разработке.

\*\* С двумя выходами.

\*\*\* С тремя выходами (см. рис. 2, б).

зованием ШИМ или пассивных компонентов) выходным напряжением и повышающие.

Основные характеристики и типы DC/DC-преобразователей компании ROHM приведены в табл. 2.

Типовые схемы подключения DC/DC-преобразователей приведены на рис. 2.

Дополнительную информацию об изделиях компании ROHM можно получить на фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу:  
<http://www.rohm.com>.

## ПЛАТАН-УКРАЇНА

електронні компоненти

- Активні та пасивні компоненти
- Датчики
- Вимірювальні прилади
- Оптичелектроніка
- Акустичні компоненти
- Вимірювальні прилади
- Паяльне обладнання та інструмент

м. Київ, вул. Чистяківська, 2, оф. 18  
т/ф 494-37-92 (93, 94) 442-20-88  
platan@svitonline.com

# МАСТАК

Україна, м. Київ, вул. Прогнозу, 15, оф. 88  
тел.: +38 (044) 537-6322, 537-6326,  
факс: +38 (044) 278-0125  
e-mail: info@mastak-ukraine.kiev.ua  
<http://www.mastak-ukraine.kiev.ua>

## ПОСТАВКА ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ

РЕЄСТРАЦІЯ ТА ПІДТРИМКА ПРОЄКТІВ  
ВИКОНАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПОСТАВОК  
ГНУЧКІ УМОВИ ОПЛАТИ  
ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ПІДКІД

**ОСНОВНИЙ НАПРЯМОК:**  
Xilinx, Atmel, Grenoble, TI/BB,  
TI-RFID, IRF

**Я ТАКОЖ:**  
AD, Micron, NEC, Maxim/Dallas,  
IDT, Altera, AT та ін.





**RENESAS**

**ВИРОБНИК  
МІКРОКОНТРОЛЕРІВ №1  
У СВІТІ**

## **МІКРОКОНТРОЛЕРИ ДЛЯ ІНДУСТРІАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ**

Контролери з ультрамалим енергоспоживанням для лічильників, телеметрії та медицини

Управління електродвигунами

Автоматизація будівель

PLC-модеми

16-бітні мікроконтролери з кращим відношенням ціна-продуктивність-периферія

[www.symmetron.ua](http://www.symmetron.ua)  
[info@symmetron.ua](mailto:info@symmetron.ua)

ГРУПА КОМПАНІЙ СИММЕТРОН:  
Київ (044) 239-2065, 494-2525 Харків (0572) 580-391

офіційний дистриб'ютор  
**СИММЕТРОН**  
група компаній



## АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ HAMEG

**В** статье приведена информация о новых аналого-цифровых осциллографах HM1008 и HM1508, выпускаемых компанией HAMEG.

**В. Макаренко**



### ANALOG-DIGITAL HAMEG'S OSCILLOGRAPHS

**T**he paper results new HAMEG analog-to-digital HM1008 and HM1508 oscillographs performances.

**V. Makarenko**

К семейству аналого-цифровых осциллографов, выпускаемых компанией HAMEG, добавились две модели – HM1008 и HM1508, отличающиеся числом каналов (2 и 4) и полосой пропускания (100 и 150 МГц). Основные характеристики приборов приведены в таблице.

Осциллографы отличаются хорошими потребительскими качествами и сравнительно невысокой стоимостью. Более широкими функциональными возможностями обладает осциллограф модели HM1508. Он позволяет одновременно наблюдать два аналоговых и два цифровых сигнала, сформированных с логическими уровнями ЭСЛ, ТТЛ или КМОП. Входной аналоговый сигнал подвергается аналого-цифровому преобразованию в малолетящем 8-разрядном параллельном АЦП и сохраняется в памяти прибора. Вся дальнейшая обработка сигналов осуществляется в цифровом виде. Максимальная частота дискретизации 500 МГц при одновременной обработке аналоговых сигналов обоих каналов или 1 ГГц при поочередной обработке. В стробоскопическом режиме (random sampling) эквивалентная частота дискретизации равна 10 ГГц. Частота дискретизации сигналов, поступающих на цифровые входы, составляет 500 МГц.

Разрешающая способность осциллографа: 200 отсчетов на деление по горизонтальной оси, 25 отсчетов на деление по вертикальной оси. Встроенная память EEPROM позволяет сохранять несколько реализаций сигнала для последующей обработки или сравнения. В каждом канале можно сохранить до 9 записей объемом по два килобайта каждая. В режиме чтения из памяти осциллограф позволяет выводить на экран динамическое изображение исследуемого сигнала, обновляемое на экране с частотой до 170 Гц, или одну его реализацию, записанную в память; медленно "прокручивать" на экране изображение; производить усреднение от 2 до 512 реализаций исследуемых процессов; выделять огибающую сложных сигналов; обнаруживать кратковременные выбросы в исследуемых сигналах длительностью не менее 5 нс.

Прибор оборудован дополнительной разверткой и второй схемой синхронизации. Это дает возможность детально исследовать выделенный фрагмент сигнала

в увеличенном временном масштабе. Благодаря большому объему встроенной памяти (1 Мбайт/канал) возможна "растяжка" сигнала по оси времени до 40 000 (50 000 для HM1008) раз.

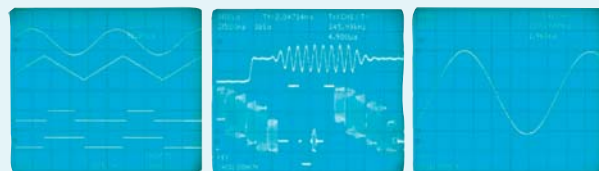
В режиме цифрового запоминающего осциллографа полоса анализа аналоговых сигналов 0...150 МГц, объем памяти в каждом канале 1 Мбайт. Осциллограф может работать в одном из следующих режимов: обновление изображения, вывод усредненных значений, выделение огибающей входного сигнала, просмотр изображений из памяти, нахождение максимумов в сигналах и др. [2, 3].

Одновременно на экране осциллографа можно наблюдать четыре сигнала:

- в режиме аналогового осциллографа сигналы, подаваемые на входы каналов 1 и 2 (основная развертка А), и эти же сигналы в другом временном масштабе (развертка В)

- в режиме цифрового запоминающего осциллографа сигналы, подаваемые на входы каналов 1 и 2, и цифровые сигналы, которые поданы на входы 3 и 4, или сигналы каналов 1 и 2 в другом масштабе време-

- 4 канала (2 аналоговых и 2 цифровых) в HM1508 и 2 канала в HM1008
- 8-разрядный малолетящий АЦП
- автоматическая установка параметров
- запись и чтение реализаций сигналов из памяти
- отображение характеристик сигналов в точке, отмеченной курсором
- возможность исследования телевизионных сигналов
- наличие задержанной развертки
- возможность детального исследования выделенного участка осциллограммы
- интерфейс связи RS-232 (IEEE-488, USB и TCP/IP по заказу)
- полоса пропускания 150 (100 для HM1008) МГц
- математическая обработка результатов измерений



ни, или результаты математической обработки исследуемых сигналов.

Осциллографы позволяют осуществлять математическую обработку результатов измерений по формулам, содержащим встроенные математические функции: ADD, SUB, 1/X, ABS, MUL, DIV, SQ, POS, NEG, INV. В памяти можно сохранять пять различных режимов математической обработки с пятью формулами для обработки результатов измерений в каждом из них.

Амплитудно-частотная характеристика осциллографа в аналоговом режиме линейна в диапазоне частот 150 (100 для HM1008) МГц [1...3]. Медленный спад частотной характеристики усилителей вертикального отклонения позволяет наблюдать форму сигнала вплоть до частоты 400 МГц. Высокая чувствительность внутренней схемы синхронизации позволяет получить стабильное изображение при отклонении луча на 5 мм относительно горизонтальной оси в полосе частот от 10 Гц до 250 МГц при синхронизации по пикам сигнала. В нормальном режиме (синхронизация осуществляется по фронту, спаду или по обоим перепадам в момент пересечения входным сигналом заданного уровня) полоса частот устойчивой работы расширяется в область нижних частот (0...250 МГц). Возможна синхронизация осциллографа от внешнего источника сигнала.

Осциллографы позволяют исследовать сигналы не только во временной области (режим Yt или VERT). Предусмотрена возможность отключения внутреннего генератора развертки и подача внешнего сигнала на вход "x", в качестве которого используется вход вертикального отклонения первого канала (рис. 1). Этот режим обозначается символами "XY". Переключение режимов работы осуществляется переключателем VERT/XY.



**Рис. 1. Расположение органов управления и входов Yt и XY**

Отображение результатов измерения осуществляется с помощью ЭЛТ, имеющей разрешающую способность не менее 2000 точек по горизонтали. Использование линейной интерполяции при выводе изображения на экран ЭЛТ позволяет избежать изломов и провалов в изображении. Пользователю предоставляется возможность выбора режима интерполяции:  $\frac{\sin x}{x}$ , линейной или импульсной.

Обработка изображения и вычисление характе-

ристик измеряемых сигналов выполняется с помощью быстродействующего 32-разрядного RISC-процессора.

Управление всеми режимами работы осуществляется органами управления, расположенными на передней панели осциллографа. Режимы работы отображаются на экране ЭЛТ. Кроме сигналов на экран выводятся измеренные значения параметров исследуемых сигналов. При исследовании аналоговых сигналов осциллограф может автоматически измерять частоту и период, постоянное напряжение, размах переменного напряжения, амплитуду отрицательной и положительной полуволны входного сигнала, отношение среднеквадратического уровня сигнала к среднему значению.

Основные параметры сигнала в точке, отмеченной курсором, отображаются на экране ЭЛТ. Для сигналов простой формы предусмотрена автоматическая установка параметров развертки, чувствительности входов и положения на экране. Для этого достаточно нажать кнопку "Auto". При необходимости все установки корректируются вручную так, как это необходимо пользователю. Предусмотрена возможность управления всеми режимами работы от ПК через интерфейс RS-232 типа HO710.

Программное обеспечение входит в комплект поставки приборов. Утилиты для работы с осциллографами имеют удобный графический интерфейс. Одна утилита (Firmware HM1008 V02.309) предназначена для настройки интерфейса связи между ПК и осциллографом. Она позволяет выбрать тип интерфейса (если в приборе установлено несколько интерфейсных модулей) и задать скорость обмена данными между ПК и осциллографом. Более широкими возможностями обладает программа HMLab. Кроме настройки интерфейса она позволяет выводить на экран ПК окно, аналогичное экрану осциллографа. При загрузке программы выводится окно, фрагмент которого показан на рис. 2. Пользователю необходимо задать в меню новый проект (Project/New Project), после чего станут доступны пункты меню Virtual Instruments and Archive. В пункте меню Virtual Instruments выбирается тип осциллографа (HM1008 или HM1508), а в архиве можно сохранять или считывать из него результаты измерений.



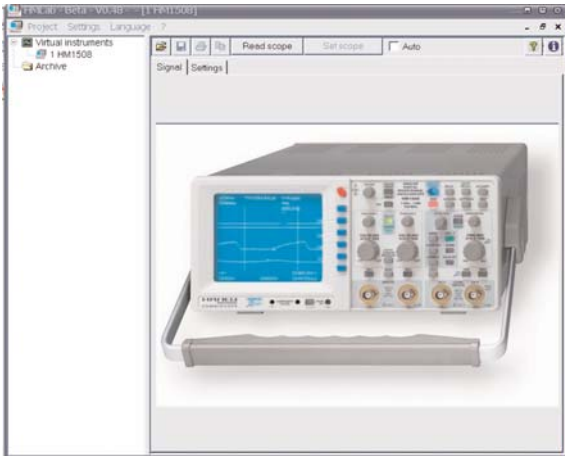
**Рис. 2. Фрагмент окна HMLab**

После выбора типа виртуального прибора открывается окно (рис. 3) с изображением выбранного прибора. Во вновь открывшемся меню можно установить параметры интерфейса связи (Settings) и сохранить выбранные настройки. Как только с осциллографом

будет установлена связь, на мониторе ПК можно наблюдать форму исследуемого сигнала и с помощью манипулятора "мышь" осуществлять изменение режимов работы осциллографа. На рис. 3. показано изображение, выводимое на экран ПК в программе

### Основные характеристики аналого-цифровых осциллографов HAMEG

Параметр		Тип осциллографа	
		HM1008	HM1508
Полоса пропускания, МГц		100	150
Число каналов (аналоговые/цифровые)		2	4 (2/2)
Частота дискретизации, ГГц		0.5	
Частота дискретизации для периодических сигналов, ГГц		10 (стробоскопический режим)	
Время нарастания фронта (от 0.1 до 0.9 ампл. значения), нс		3.5	2.3
Максимальный объем памяти для хранения результатов измерений в каждом канале, Мбайт		1	
Разрешающая способность канала вертикального отклонения, бит		8	
Чувствительность канала вертикального отклонения при входном сопротивлении 1 МОм/15 пФ		1 мВ/дел...20 В/дел	
Максимальное входное напряжение, В		400 (постоянная + переменная составляющие)	
<b>Синхронизация и развертка</b>			
Полоса частот синхронизации в режиме, МГц	AC (закрытый вход)	10 Гц...200	10 Гц...250
	DC (открытый вход)	0...200	0...250
	HF (с фильтром верхних частот)	30 кГц...200	30 кГц...250
	LF (с фильтром нижних частот)	0...5 кГц	
Источник сигнала синхронизации		канал1, канал 2, внешний	
Режим исследования видеосигнала	ТВ стандарт	525 строк/ 60 Гц, 625 строк/50 Гц	
	выбор поля	четное, нечетное, оба	
	выбор строки	по номеру или все одновременно	
Режимы работы развертки		A; A, подсвеченная разверткой B; B	
Диапазон изменения времени развертки	развертка A	0.5 с/дел...50 нс/дел	
	развертка B	20 мс/дел...50 нс/дел	
Мин. длительность развертки в режиме $\times 10$ , нс/дел.		5	
Полоса пропускания канала горизонт. отклонения, МГц		3	
Временной масштаб при просмотре реализаций из памяти, макс.		50 000:1	40 000:1
<b>Режим цифрового осциллографа</b>			
Разрешающая способность по вертикали, точек/дел.		25	
Разрешающая способность по горизонтали, точек/дел.		200	
Интерполяция выводимого на экран сигнала		sinx/x, линейная	sinx/x, линейная, импульсная
Частота обновления изображения на экране ЭЛТ, Гц		170	
Число реализаций, сохраняемых в памяти		9x2 кбайт	
Вывод реализаций на экран из памяти		любые 2 из 9	
<b>Интерфейс пользователя</b>			
Многоязычное меню		да	
Число сохраняемых в памяти установок пользователя		9	
Максимальное число сигналограмм на экране		4	
Число знаков при выводе частоты на экран		6 (1...200 МГц), 5 (0.5 Гц...1 МГц)	
Погрешность измерения частоты, ppm		50	
Параметры, отображаемые в точке, отмеченной курсором, в аналоговом режиме		$\Delta V$ , $\Delta t$ , $1/\Delta t$ напряжение, длительность развертки, чувствительность канала вертикального отклонения	
Дополнительные параметры, отображаемые в точке, отмеченной курсором, в цифровом режиме		длительность импульса, размах напряжения, амплитуда положительной и отрицательной полуволны	
Вычисляемые математические функции		ADD, SUB, 1/X, ABS, MUL, DIV, SQ, POS, NEG, INV	
Число установок математ. обработки, сохраняемых в памяти		5 (5 формул в каждой)	
<b>Общие характеристики</b>			
Напряжение и частота питающей сети переменного тока		(105...235) В/(50...60) Гц	
Мощность, потребляемая от сети 230 В/50 Гц, Вт		42	
Габаритные размеры, мм		285x125x380	
Масса, кг		5.6	



**Рис. 3. Изображение, выводимое на экран ПК в программе NI Lab при отключенном осциллографе**

NI Lab при отключенном осциллографе.

Изображение, введенное в ПК, может быть сохранено или подвергнуто нужной математической обработке как с помощью поставляемого программного обеспечения, так и других пакетов.

На сайте компании [4] можно бесплатно получить драйверы для работы с программной оболоч-

кой LabVIEW.

Более подробно с характеристиками осциллографов HAMEG Instruments можно ознакомиться на сайте компании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [http://www.hameg.com/dl.php?datei=dblatt/data\\_en\\_HM1008.pdf](http://www.hameg.com/dl.php?datei=dblatt/data_en_HM1008.pdf)
2. [http://www.hameg.com/dl.php?datei=dblatt/data\\_en\\_HM1508.pdf](http://www.hameg.com/dl.php?datei=dblatt/data_en_HM1508.pdf)
3. [http://www.hameg.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/katalog/HAMEG\\_Products\\_2005.pdf](http://www.hameg.com/fileadmin/user_upload/downloads/katalog/HAMEG_Products_2005.pdf)
4. <http://www.hameg.com/69.0.html?&L=0>

## VD MAIS

### Измерительная техника

- Осциллографы
- Генераторы
- Источники питания
- Анализаторы спектра
- Логические анализаторы

Дистрибьютор

**HAMEG, METEX INSTRUMENTS,  
TEKTRONIX**



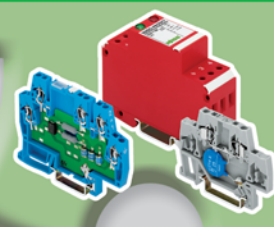
Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29  
тел.: (044) 492-8852, 287-1389, факс: (044) 287-3668  
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

## ИНТЕРФЕЙСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЛЮБЫХ ПРИМЕНЕНИЙ



РЕЛЕЙНЫЕ МОДУЛИ  
ЗАЩИТА  
ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

# WAGO®



НОРМАЛИЗАТОРЫ  
СИГНАЛОВ

ОПТОПАРЫ

ИНТЕРФЕЙСНЫЕ  
МОДУЛИ

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



VD MAIS – официальный дистрибьютор фирмы WAGO в Украине

тел./факс: (044) 492-8852 (многоканальный), 287-1356, [www.vdmals.kiev.ua](http://www.vdmals.kiev.ua) [www.wago.com](http://www.wago.com)



## О НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОСХЕМ \*

**Т**ребование исключения свинца из электронных устройств создало ряд проблем разработчикам и изготовителям микросхем. Некоторые из них описаны в настоящей статье.

**А. Мельниченко**

### SOME TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF IC MANUFACTURING

**T**he exception of lead from electronic devices has added many problems to developers and manufacturers of IC. Some of them are described in this article.

**A. Melnichenko**

В настоящее время можно выделить две основные проблемы микроэлектронной промышленности: первую – необходимость исключения токсических веществ (в частности, свинца) из припоев и покрытий, вторую – повышение требований к свойствам герметизирующих составов (таких как материалы для производства корпусов) в результате появления более сложных схем с увеличенной плотностью размещения элементов.

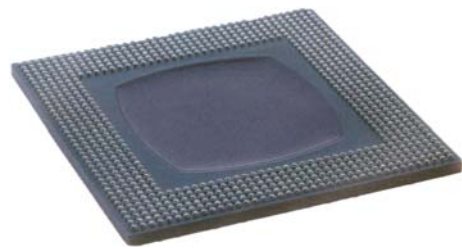
Первая проблема широко обсуждается, поскольку Европейским Сообществом накладываются ограничения на использование свинца во всех областях электроники не только в Европе, но и во всем мире. О второй, возможно, так широко не говорят, но она является не менее острой для электронной промышленности. В самом деле, если срок, который остается до вступления в силу ограничений на использование свинца (1 июля 2006 г.), мы можем указать точно, то уровень, на который поднимется искусство разработки компонентов через несколько лет, нам совершенно неизвестен.

Ниже рассматриваются некоторые из последних требований к материалам, применяемым для изготовления микросхем, и способы решения этих проблем.

#### **Бессвинцовая технология, flip-chip микросхемы и low-k диэлектрики**

В настоящее время основными тенденциями в производстве изделий электроники являются их миниатюризация и повышение быстродействия без уменьшения надежности и увеличения себестоимости. Одной из ключевых технологий, позволяющей реализовать эти возможности, является технология flip-chip, обеспечивающая наиболее короткую длину проводников и наивысшую плотность соединений при минимальных размерах корпуса, как показано на рисунке. Однако, применение бессвинцовых припоев и покрытий в сочетании с возрастающей плотностью размещения элементов микросхем создает много проблем производителям материалов для изготовления flip-chip микросхем, так как повышение темпера-

туры пайки и новые методы поверхностной обработки приводят к более высокому проценту брака.



**Корпус flip-chip современной микросхемы**

Учитывая то, что бессвинцовые сплавы отличаются повышенными хрупкостью и температурой пайки, их применение в микросхемах flip-chip может вызвать обрыв соединительных проводников – проблема, которая с ростом популярности микросхем copper/low-k (с медными проводниками и диэлектриками с малой диэлектрической проницаемостью) лишь усугубляется.

Преимущества микросхем copper/low-k очевидны: медь характеризуется лучшей проводимостью и позволяет увеличить скорость передачи сигналов при меньшем шаге выводов микросхем. Однако при малых размерах микросхема становится менее прочной из-за применения low-k диэлектриков, для которых характерно более слабое сцепление между диэлектрическими и металлическими слоями кремниевого кристалла, а также меньшая сопротивляемость излому. Для повышения надежности микросхем в корпусе BGA пространство между кристаллом ИМС и ее подложкой заполняется недоливком.

#### **Недоливком**

Недоливком – вещество, заполняющее промежуток между кристаллом микросхемы и ее подложкой. Он служит для того, чтобы, во-первых, при механических воздействиях (толчках, ударах и др.) уменьшить нагрузку на столбиковые выводы, которыми кристалл соединяется с подложкой, повысив таким образом прочность и надежность микросхемы. Во-вторых, он

\* По материалам статьи: George Carson, Michael Todd. Lead astray. "European Semiconductor", Mid-March 2005, Vol. 27, No. 3. <http://www.eurosemi.eu.com/front-end/general-issue.php?id=18>

обеспечивает передачу тепла, выделяемого кристаллом в процессе работы, на подложку, уменьшая тем самым разность температур между ними, а, следовательно, и вероятность возникновения дефектов, вызванных разницей температурных коэффициентов расширения материалов кристалла и подложки.

#### Оптимизация состава недоливка

По крайней мере половина механических напряжений, действующих на кристалл микросхемы при отверждении материала корпуса, возникает не из-за физических свойств этого материала, а из-за его химической усадки. В прежние времена из-за несовершенства состава недоливка возникали значительные механические напряжения, снижающие надежность микросхем. Значения таких параметров недоливка, как усадка, коэффициент теплового расширения и модуль упругости, необходимо было уменьшать. Некоторые из них являются взаимоисключающими, например, малый коэффициент теплового расширения и малый модуль упругости. Поэтому эти параметры необходимо выбирать из условий компромисса. Появившиеся в последнее время полимерные составы, дающие при отверждении малую химическую усадку, а также наполнители с лучшими свойствами позволили уменьшить механические напряжения, действующие на кристалл, в результате чего была повышена надежность микросхем.

#### Влияние остатков флюса на адгезию недоливка

Взаимодействие между флюсом и недоливком является важным фактором, влияющим на долговременную надежность flip-chip микросхем. Если процесс пайки выполнен правильно, то отсутствуют остатки флюса или их количество мало, что обеспечивает надежную работу электроники, сохранение высокого поверхностного сопротивления изоляции и исключение явления электрохимической миграции. Однако тонкие пленки флюса на столбиковых выводах, подложке или кристалле могут значительно уменьшить сцепление между недоливком и граничащими с ним поверхностями.

Во вновь разрабатываемых корпусах с меньшими зазорами между выводами и большей плотностью их расположения могут также возникнуть проблемы при использовании флюса. Остатки флюса в промежутках между выводами или между кристаллом и подложкой могут затруднить процесс заполнения этих промежутков недоливком или привести к образованию воздушных каверн.

Несмотря на то, что пайка микросхем flip-chip выполняется в атмосфере азота, более высокие температуры пайки, необходимые для бессвинцовых припоев, лишь обостряют эти проблемы, так как свойства остатков флюса существенно меняются. И если изделие, содержащее недоливку, подвергается воздействию теплового удара, влажности или других факто-

ров окружающей среды, может произойти отслоение недоливка от контактирующей с ним поверхности. Роль недоливка – обеспечение надежного механического соединения кристалла с подложкой, а, значит, уменьшения величины механических напряжений в паяном соединении в этом случае уменьшается, в результате чего в соединении быстрее нарастает механическая усталость, которая может привести к отказу. Воспрепятствовать этому можно лишь одним способом, введя в состав недоливка очищающий реагент, например, хайсол (Hysol). С его помощью можно удалить остатки флюса вокруг паяного соединения (т.е. именно там, где важно обеспечить хорошую адгезию) и рассредоточить их по большей части недоливка.

#### Применение готового набора материалов

В настоящее время все большее число клиентов желает иметь готовый набор материалов для производства микросхем, так как у многих из них отсутствует возможность моделирования и изготовления прототипа. В этот набор входят: пастообразный флюс, паяльная паста, недоливки и компаунд для прессования. Возможность приобретения оптимально подобранного набора материалов способствует сокращению цикла разработки микросхем и уменьшению затрат при их производстве.

Прогресс в технологии монтажа порождает и новые проблемы, такие, например, как оптимизация движения ракеля для исключения образования воздушных каверн позади столбиковых выводов при нанесении паяльной пасты и ряд других.

#### Заключение

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод, что в настоящее время изготовителям электронных изделий необходимы следующие материалы:

- недоливки с малым коэффициентом усадки и температурным коэффициентом расширения, наиболее близким к температурному коэффициенту столбиковых выводов
- совместимые с флюсом недоливки, уменьшающие риск их отслаивания или образования в них пустот из-за загрязнения остатками флюса
- наборы совместимых друг с другом материалов, позволяющих сократить сроки и стоимость разработки
- практические решения, позволяющие облегчить применение недоливка и повысить скорость монтажа кристаллов микросхем.

Что же будет через несколько лет? Это уже другая история, но одно можно утверждать почти наверняка: если за прошедшее пятилетие в микроэлектронике произошел ряд значительных изменений, то в течение последующих пяти лет можно ожидать появления как неизвестных сегодня технологических процессов, так и новых способов повышения их надежности и рентабельности.

# TS8

## система совершенных шкафов фирмы RITTAL

*система шкафов TS8 открывает широкие возможности: новая конструкция шкафа, эффективное использование пространства и быстрый внутренний монтаж*



### Преимущества:

#### модульность

Абсолютная совместимость модулей является ключом к отличным индивидуальным решениям и идеальному соотношению затраты/качество

#### надежность

Повышение надежности шкафов обеспечивается благодаря:

- новой технологии изготовления замков "Комфорт"
- наличию желоба, предотвращающего попадание жидкости внутрь шкафа
- наличию защитного кожуха, устанавливаемого на соединении между шкафами
- новому технологическому решению присоединения цоколя

#### скорость сборки

Повышение скорости сборки достигается благодаря новой технологии производства разделительных панелей, а также возможности сборки цоколя, его присоединения к шкафу и крепления к полу снаружи

#### совместимость

Преимуществом шкафов серий RS 4000 и TS8 обеспечена за счет полной совместимости их элементов и комплектующих

VD MAIS – официальный дистрибьютор фирмы RITTAL в Украине

достичь совершенства



## ШКАФЫ ФИРМЫ RITTAL

**Ф**ирма RITTAL, один из мировых лидеров в производстве корпусов и шкафов, освоила выпуск новой серии шкафов TS8, представляющих собой идеальное решение для применения в системах телекоммуникации и промышленной автоматизации.

**RITTAL CASES**

**R**ITTAL delivered new series of cases TS8 for telecommunication and industry applications.

**А. Мельниченко**

**A. Melnichenko**

Для удовлетворения потребностей в корпусах и шкафах для сетевого и телекоммуникационного оборудования фирма RITTAL предлагает следующие изделия [1, 2]:

- сетевые шкафы на базе TS8 и шкафы flexRack(i)
- серверные шкафы flexRack(i) и серверный блок управления SSC
- телекоммуникационные стойки IT-Tauer и стойки TC
- распределительные стойки DataRack
- настенные корпуса EL, корпуса на базе AE и распределительную коробку LWL
- системы рабочих мест Spectro-Data Vision
- интерактивные терминальные системы ITS.

### Шкаф TS8

Серия TS8 включает разные варианты шкафов, созданных с использованием стандартизованных элементов. Потребитель имеет возможность выбрать вариант, наиболее полно отвечающий его индивидуальным требованиям. Конструкция шкафа может быть легко модернизирована в соответствии с изменившимися требованиями.

Шкафы TS8 имеют симметричную конструкцию. Модульный дизайн с использованием специально разработанного 16-угольного несущего профиля делает шкаф не только легче, но и на 30% устойчивее аналогичных моделей. Внутреннее пространство для установки оборудования также увеличено на 15% по сравнению с аналогами. Заложенная в основе конструкции шкафа идея двухуровневого использования внутреннего пространства позволяет разместить в нем большое количество оборудования, а также обеспечить эффективный контроль микроклимата внутри шкафа.

Оборудование внутри шкафа располагается на монтажных панелях. Для их установки выпускаются разные монтажные профили, которые, подобно детскому конструктору, могут крепиться к несущим профилям в любом месте внутри шкафа. В профилях имеются отверстия с шагом 25 мм. Комбинируя вертикальные и горизонтальные профили, можно устанавливать монтажные панели в любом положении.

Для секционирования внутреннего пространства шкафа применяются разделительные панели. При использовании дополнительных монтажных профилей эти панели можно установить с зазором между ними и боковой стенкой шкафа. Для установки разъемов выпускаются разделительные панели с вырезами, на которые монтируются модульные платы с отверстиями

под разъемы. Цоколь шкафа также имеет несколько конструктивных исполнений, допускающих ввод кабелей как снизу, так и сбоку шкафа.

Конструкция шкафа обеспечивает защиту установленного в нем оборудования от несанкционированного доступа, для этого шкафы оснащены новой системой стержневых замков, устойчивых к вибрации.

Несколько шкафов одинаковой высоты и глубины могут быть соединены в единую конструкцию без использования дополнительных элементов, что может оказаться полезным при недостатке места, например, установке шкафов в офисах. Присоединять шкафы можно с любой стороны: спереди, сзади, сбоку, под углом, а при необходимости – сверху.

Все шкафы TS8 выпускаются как в метрической, так и дюймовой системе мер. Установка шкафов высотой 2200 мм позволяет максимально использовать пространство помещения, а глубина 1000 мм достаточна для размещения сетевого оборудования, к примеру, сервера или маршрутизатора.

Высота шкафов TS8 общепромышленного исполнения составляет от 1400 до 2200 мм, глубина от 400 до 800 мм, ширина от 400 до 1200 мм [1], масса – от 87 до 180 кг. Шкафы имеют класс защиты от воздействия окружающей среды IP 55.

На базе шкафов TS8 фирма RITTAL выпускает кондиционеры и теплообменники типа KTS с мощностью охлаждения от 1100 до 5000 Вт. Охлаждающий модуль может крепиться непосредственно на дверь шкафа или на верхнюю крышку, либо на боковую стенку. Нет необходимости в монтаже холодильных агрегатов и выполнении отверстий для подачи и отвода воздуха.

Спектр изделий фирмы RITTAL очень широк (от выпускаемых крупными сериями до эксклюзивных решений) и их номенклатура непрерывно пополняется для удовлетворения требований клиентов. Более детальная информация об изделиях фирмы RITTAL будет размещена в следующих номерах ЭКИС.

*Дополнительную информацию о продукции фирмы RITTAL можно получить на фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: [www.rittal.com](http://www.rittal.com)*

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Каталог HP31 фирмы Rittal (на русском языке), март 2005 г.
2. Презентация продукции фирм RITTAL, Alfra, Lampertz // CD-ROM фирмы VD MAIS, 2005.



## АДАПТЕР RTPA2A TekConnect ДЛЯ ПРОБНИКОВ АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ TEKTRONIX Tektronix Probe Adapter RTPA2A for Real-Time Spectrum Analyzes

Адаптер RTPA2A для пробников реального времени – новый модуль аппаратных средств, позволяющий изменять активные пробники Tektronix с анализаторами спектра реального времени (RTSA) Tektronix.



Интерфейс позволяет осуществлять подключение к анализатору спектра высокочастотных встроенных пробников для сигналов частотой до

8 ГГц, а также проводить анализ сигналов IQ в основном диапазоне.

Адаптер RTPA2A предназначен для анализаторов спектра реального масштаба времени серий RSA3408A, RSA3300A, RSA2200A и WCA200A.

На многих этапах разработки радиочастотных систем для решения возникающих проблем необходимо исследовать определенные элементы внутри схемы. Данные проблемы могут быть выявлены и проанализированы в различных аспектах при использовании анализаторов спектра реального масштаба времени. Применяя адаптер мирового класса фирмы Tektronix RTPA2A совместно с анализаторами спектра реального масштаба времени этой же фирмы, пользователи смогут решить различные специфические проблемы, возникающие в исследуемых устройствах, а также провести измерения сигналов на SDM-разъемах и на других исследуемых топологических элементах схемы.

Анализатор спектра реального масштаба времени обеспечивает связь с исследуемым устройством через интерфейс TekConnect, автоматически определяя и устанавливая коэффициенты коррекции для всех поддерживаемых пробников. Это упрощает настройки для поиска неисправностей и не требует дополнительных пользовательских настроек. Оператор, выполняющий анализ радиочастотных или цифровых высокочастотных сигналов, высоко оценит эти возможности. Сочетание анализатора спектра реального времени и пробников, подключаемых через интерфейс TekConnect, особенно удобно для операторов, проводящих анализ радиочастотных сигналов, высокоскоростную цифровую обработку с измерениями динамического диапазона шума, поиск источников электромагнитных шумов, и обеспечивает вход с высоким сопротивлением для IQ-сигналов в основном диапазоне для радиоустройств малой мощности.

Адаптер RTPA2A для пробников анализаторов

спектра реального масштаба времени поддерживает следующие пробники TekConnect:

P7313	>12.5 ГГц Z-активный дифференциальный пробник
P7380	8 ГГц Z-активный дифференциальный пробник
P7380SMA	8 ГГц дифференциальная система обнаружения сигнала
P7350	5 ГГц активный пробник
P7260	6 ГГц активный пробник
P7240	4 ГГц активный пробник
P7330	3.5 ГГц дифференциальный пробник
P7225	2.5 ГГц активный пробник

Адаптер обеспечивает возможность питания двух пробников серии Tektronix P7000 от внешнего источника. Сигналы управления пробником передаются через USB-интерфейс, подключающий адаптер RTPA2A к анализатору спектра. Это позволяет с помощью анализатора спектра автоматически корректировать смещение уровня, чтобы рассчитать коэффициенты ослабления (аттенюации) для используемого дифференциального пробника.

Существующие RTSA-модули требуют установки ПО Windows XP и обновления встроенного программного обеспечения до версии 3.10. Встроенное программное обеспечение доступно для бесплатной загрузки с сайта Tektronix в сети Интернет: <http://www.tektronix.com>.

### О компании Tektronix

Tektronix, Inc. – компания, производящая испытательное, измерительное и контрольное оборудование, обеспечивающее проведение измерений в области связи, вычислительной техники и в отраслях полупроводниковой промышленности во всем мире. На протяжении более чем 55 лет Tektronix предоставляет своим клиентам возможность проектировать, формировать, развертывать и управлять глобальными системами коммуникаций нового поколения и передовыми технологиями. Главный офис компании Tektronix находится в Beaverton, штат Орегон, США. Отделения компании Tektronix находятся в 19 странах мира.

## VD MAIS

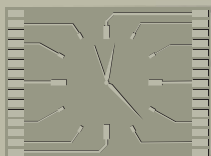
**Оборудование и материалы для SMT. Печатные платы**

- Устройства трафаретной печати
- Установщики ручные, полуавтоматические, автоматические
- Системы плавления припоя
- Системы визуального контроля
- Координатно-фрезерные станки
- Электромеханические отвертки
- Инструмент
- Технологические материалы для SMT
- Проектирование и изготовление печатных плат

**Дистрибутор**

**AIM, CHARLESWATER, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, KOLVER, LPKF, PACE, SAMSUNG, TWS AUTOMATION, VISION**

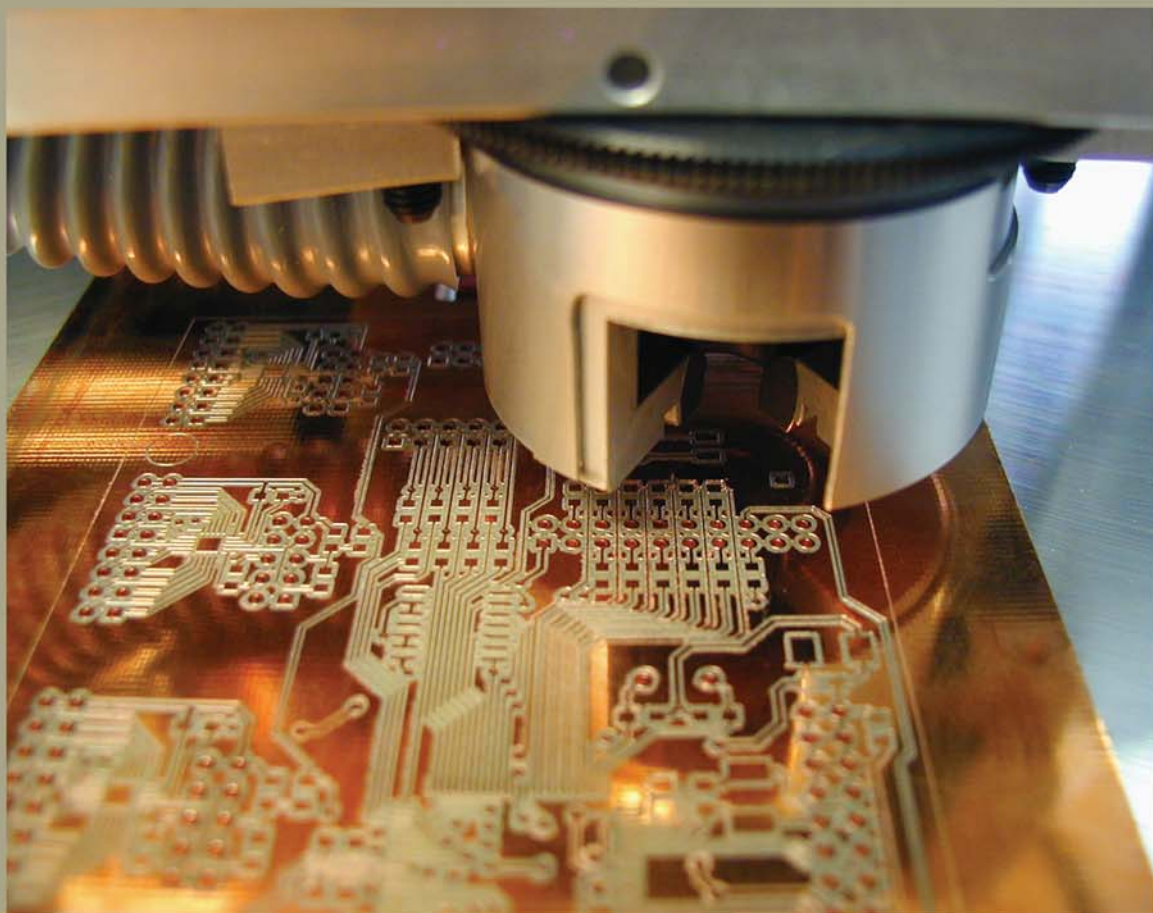
Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилианская, 29  
 тел.: (044) 492-8852, 287-1389, факс: (044) 287-3668  
 e-mail: info@vdm.kiev.ua, www.vdm.kiev.ua



# СРОЧНОЕ

1-2 дня

изготовление образцов печатных плат



## Срочное изготовление образцов печатных плат на фрезервальном плоттере

Материал . . . . .	FR4
Количество слоев . . . . .	1-2
Максимальные размеры платы . . . . .	540×375 мм
Толщина печатной платы . . . . .	0.5...3.0 мм
Толщина слоя меди . . . . .	18, 35 мкм
Минимальная ширина проводника . . . . .	0.2 мм
Минимальный зазор между токоведущими элементами . . . . .	0.2 мм
Минимальный размер контактной площадки . . . . .	0.8 мм
Минимальный диаметр металлизированного отверстия . . . . .	0.4 мм

**Исходные данные** (предоставляются на дискете или пересылаются по электронной почте):

**файлы в GERBER-формате**, выполненные в произвольной CAD-системе, возможно предоставление данных в виде файла .PCB, выполненного в ППП PCAD (версии 4.5 ... 8.5) или ACCEL EDA, PCAD-2000, PCAD-2001; **текстовый файл**, содержащий: тип, форму, размер контактной площадки, размер отверстия, D-код; **технические требования** по изготовлению печатной платы.

## VD MAIS

Киев, ул. Жилианская, 29, тел.: (044) 287-2262, 287-1389, факс: (044) 287-3668  
e-mail: info@vdmαι.kiev.ua, <http://www.vdmαι.kiev.ua>



## ВЫСТАВКА "СВІТ ЕЛЕКТРОНІКИ 2005" "World of electronics 2005" Exhibition

С 9 по 12 ноября в Пушкинском парке Киева проходила 8 Международная специализированная выставка электронных компонентов и комплектующих "Світ електроніки 2005", ставшая заметным событием в выставочном календаре Украины и Киева.

Состав участников выставки практически не изменился в сравнении с выставкой 2004 г., но заметно увеличились площади, занимаемые самыми заметными участниками, среди которых нельзя не назвать СЭА, Виакон, Симетрон и фирму VD MAIS, на стенде которой были развернуты действующие технологические линии и представлены электронные компоненты, измерительные приборы, конструктивы, производимые всемирно известными фирмами, и многие виды услуг, предоставляемых фирмой VD MAIS разработчикам и производителям электронной техники.

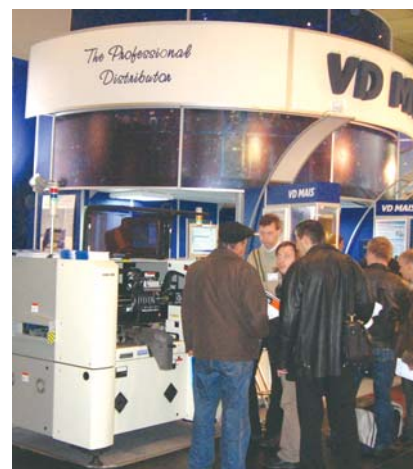
Плодотворная работа 67 участников выставки позволила посетителям, число которых за время работы выставки составило более 6 тыс., получить наиболее полную информацию о последних достиже-

ниях зарубежных и отечественных производителей электронных компонентов и комплектующих, чтобы использовать ее для создания и выпуска в Украине конкурентоспособной аппаратуры нового поколения.

В выставке приняли участие более 10 зарубежных фирм из России, Германии, Польши и Тайваня, что подтверждает растущий потенциал рынка Украины, не говоря о том, что многие отечественные участники являются дистрибьюторами всемирно известных фирм-производителей электронных компонентов. Такая ситуация упрощает возможность вхождения Украины в Европейское сообщество в роли равноправного партнера.

Разумеется, были представлены на выставке и научно-технические издания, в том числе журналы "Chip NEWS", "Датчики и системы", "Компоненты и технологии", "Радиоаматор", "Радиолюбби", "Электронные компоненты. Украина" и наш "ЭКИС", экспонированный на отдельном стенде, что позволило уделить больше времени каждому посетителю, сосредоточив его внимание именно на журнале.

Участники организованных на



выставке семинаров получили ответы на многочисленные вопросы по выбору и условиям применения новых электронных компонентов.

Поскольку выставка "Світ електроніки 2005" переросла экспозиционные возможности зала Пушкинского парка, логичным является проведение 9 выставки 2006 г. в специализированном выставочном центре "Экспоплаза", отвечающем всем современным требованиям, предъявляемым к организации выставочных мероприятий международного уровня.

Желаем организаторам выставки "Світ електроніки 2006" успехов и привлечения большого числа участников и посетителей!



**На выставке В. Давиденко (слева) и В. Зинченко (справа) с партнером VD MAIS из Италии Sergio Pozza**

15–18 ноября 2005 года в Мюнхене проходила одна из крупнейших в области микроэлектронной промышленности выставка-ярмарка PRODUCTRONICA 2005, на которой более 1500 участников представляли новое оборудование, технологии, материалы, тестовые и

## МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА PRODUCTRONICA 2005 Fair PRODUCTRONICA 2005

измерительные приборы и системы для проектирования и изготовления электронных компонентов и аппаратуры на их основе. Выставку посетили 44 тысячи специалистов, причем 38% участников и 42% посетителей представляли страны Центральной и Восточной Европы, Северной и Южной Америки, а также Юго-Восточной Азии. Более половины посетителей впервые проявили интерес к новейшим технологиям и технологическим процессам, таким как нанотехнологии, прецизионные процессы с лазерным контролем, технологии микроэлектромеханики и т.п. На выставке была широко представлена новая инновационная программа «Семь шагов в мир полимерных плат», являющаяся основой создания «умных» проездных билетов, завтра-

ков в «говорящих» пакетах, электронных почтовых марок, «умных» медицинских повязок и т.п. Руководители выставки отметили высокий уровень квалификации подавляющего большинства посетителей, что позволяет прогнозировать повышение активности в области инновационных технологий. В работе выставки приняли участие представители фирмы VD MAIS. Особое внимание в проведенных на выставке переговорах было уделено поставкам в Украину оборудования и материалов для бессвинцовой технологии поверхностного монтажа, высокопроизводительных установщиков электронных компонентов на печатные платы, материалы для печатных плат и новых измерительных приборов.







## ВЫСТАВКА "РАДЭЛ-2005" – ПЯТЬ ЛЕТ ДИНАМИЧНОГО РОСТА "Radio Electronics and Instrument-making 2005" Exhibition

15-18 ноября 2005 г. в Петербургском СКК состоялась крупнейшая в Северо-Западном регионе России 5 промышленная специализированная выставка "Радиоэлектроника и приборостроение" ("РАДЭЛ"). Уверенно развиваясь, эта экспозиция превратилась в крупнейший выставочный форум в сфере электроники и приборостроения.

В нынешнем году участниками выставки "РАДЭЛ" стали 163 компании из России, Беларуси, Тайваня, Китая, Швейцарии, Германии, Японии. Выставку посетили более 16 тысяч специалистов из всех промышленных центров России и СНГ, из стран ближнего и дальнего зарубежья. Посетители познакомились с ключевыми тенденциями отрасли и новыми научными разработками.

Организатором выставки "РАДЭЛ-2005" традиционно выступила выставочная компания "ФАРЭКС-ПО", обеспечившая ее успешную подготовку и проведение, что отметили практически все экспоненты.

В рамках деловой программы

выставки состоялся форум "Комплекующие, технологии, оборудование радиоэлектроники и приборостроения". 15 семинаров которого посетили более 2000 специалистов.

Как отметил один из постоянных участников "РАДЭЛ", современных посетителей уже не удивишь подмигивающими светодиодами и ЖКИ-дисплеями. Потенциальный покупатель электронных компонентов сегодня отдает предпочтение изделиям известных торговых марок, гарантирующих заявленные параметры своей продукции. Фирмы, представляющие на рынке именно такие изделия, и были участниками выставки.

Как всегда, существенным дополнением экспозиции выставки были представленные на ней специализированные периодические издания, в числе которых были пользующиеся большой популярностью журналы "Датчики и системы", "Аэрокосмическое оборудование", "Компоненты и технологии", "Радио", "Вестник электроники", "Циф-



ровая обработка сигналов", "Электрическое питание", "ЭКИС" и др. Необходимо подчеркнуть, что компетентность и высокий интеллектуальный уровень посетителей выставки, которые были отмечены всеми участниками, проявилась и в повышенном интересе к СМИ, в частности, к журналу "ЭКИС", подписку которого на 2006 г. прямо на выставке оформили многие посетители.

В заключение отметим, что за пять лет своей деятельности выставка "РАДЭЛ" достигла уровня профессионализма, который в полной мере соответствует мировым стандартам.

Желаем организаторам выставки "РАДЭЛ-2006" дальнейших успехов и привлечения к участию в ней новых экспонентов.



## ВЫСТАВКА "ПТА-УКРАИНА 2005" "PTA-Ukraine 2005" Exhibition

С 30 ноября по 1 декабря в Международном выставочном центре, расположенном на Броварском проспекте г. Киева, проходила первая в Украине специализированная выставка, посвященная оборудованию и технологиям для промышленной автоматизации, бортовых и встраиваемых систем – "ПТА-Украина 2005".

Число участников выставки, не считая информационной поддержки, не превысило 40, однако, для первой специализированной выставки, да еще и проводимой в конце выставочного сезона, – это совсем немало.

Успех выставки был предопределен возросшим интересом к ее тематике со стороны специалистов, работающих в высокотехнологичных отраслях промышленности, таких как энергетика, машиностроение, атомная промышленность и приборостроение. Для решения

стоящих очень остро во всех отраслях промышленности вопросов технического перевооружения огромное значение придается выбору современных средств контроля, диагностики и автоматизации технологических процессов, поэтому выставка и стала тем форумом, на котором специалисты смогли получить самую актуальную информацию о новинках и особенностях технологий, оборудования и программного обеспечения, пообщаться с коллегами, поделиться опытом.

В программу выставки была включена конференция "Промышленная Украина: автоматизация и встраиваемые системы", на которой были сделаны 19 докладов, вызвавших большой интерес аудитории.

Фирма VD MAIS, в программу поставок которой входит широкий спектр компонентов, оборудования и технологий, применяемых в

системах промышленной автоматизации и во встраиваемых системах, принимала в выставке активное участие, особенным вниманием на стенде VD MAIS пользовались промышленные компьютеры фирм Portwell, Advantech, AAEON, измерительные приборы фирм Nameg, Metex и Tektronix, конструкции фирм Schroff и Rittal.

Успешному приведению выставки содействовала хорошая организация и информационная поддержка специализированных СМИ, среди которых был и журнал "ЭКИС", также представленный на стенде VD MAIS.

По результатам проведения выставки "ПТА-Украина 2005", которой предшествовала аналогичная российская, проходившая в Москве в октябре 2005 г. и привлекавшая внимание широкого круга специалистов, можно предположить, что в дальнейшем участие и посещение выставки "ПТА-Украина" станет традиционным и ожидаемым событием.



## СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2005 г.

Перечень содержит все статьи и краткие сообщения, опубликованные в 2005 г.

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

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Жидкостное охлаждение электронных компонентов.....	1/39
Интегрированные компоненты в электронных устройствах .....	2/29
Самоорганизующиеся наноструктуры – будущее электроники .....	2/32
Информационно-телекоммуникационные системы с использованием микроволновых технологий и специализированных вычислительных средств .....	3/39

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ****ФИРМЫ ANALOG DEVICES**

Промышленные интегральные микросхемы.....	1/13
Интегральные микросхемы для высокочастотной радиосвязи.....	2/9
Усилители .....	3/19
Цифро-аналоговые преобразователи .....	4/17
ИМС для управления электропитанием .....	6/19
Новые усилители и другие ИМС .....	7/19
ИМС для радиочастотного диапазона.....	8/21
Аналого-цифровые преобразователи.....	9/19
Микросхемы счетчиков электроэнергии.....	10/19
ИМС для автомобильной электроники .....	11/11
Усилители .....	12/25

**ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ**

Новости фирмы Murata .....	2/36
Подстроечные резисторы фирмы Murata .....	3/52
Новые компоненты фирмы Murata .....	8/44
Новые компоненты фирмы Murata .....	9/36
Пассивные фильтры радиопомех в цепях питания .....	10/53

**СЕНСОРЫ И ДАТЧИКИ**

Биоэлектронный глаз – мечта или реальность? ..	4/3
<b>АЦП и ЦАП</b>	
Прецизионные цап с интерфейсом I <sup>2</sup> C фирмы Analog Devices .....	5/3
16-разрядный высокоскоростной АЦП семейства AD7621 (PULSAR®) .....	9/3
О сравнительной оценке и выборе оптимальной шкалы преобразования современных АЦП.....	11/3
Интерфейс DSP Blackfin с АЦП.....	11/6
18-разрядный АЦП: AD7641 PULSAR®.....	12/3

**В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

Широкополосные CMOS-ключи .....	1/28
Быстродействующие компараторы и устройства на их основе .....	6/33
Новые транзисторы компании ROHM .....	6/36
Время установления .....	7/11
Всегда ли 16-разрядный преобразователь должен иметь монотонность, эквивалентную 16 разрядам, и время установления с точностью 16 ppm? .....	7/13
Дифференциальный усилитель для измерения больших напряжений .....	7/14
Current-feedback усилители.....	8/9
Вопросы применения оптоизолирующих компонентов .....	8/16
Виртуальная оценочная плата ADIsimADC™ .....	8/18
Data sheet – что это за документ и как правильно им пользоваться.....	9/9
Фирма Analog Devices с июля 2006 года переходит на преимущественный выпуск ИМС с корпусами, не содержащими свинца .....	9/13

В каких случаях недостаточная частота выборки и дрожание тактовых импульсов ухудшают качество преобразования .....	9/14
Последовательные интерфейсы в АЦП и ЦАП ....	10/36
Как правильно выбрать конденсатор для своей разработки? .....	12/6
Как правильно выбрать АЦП?.....	12/12
Защита сетевого оборудования от перегрузки ..	12/20
Защита мощных светодиодов от перегрева ....	12/22
<b>НАДЕЖНОСТЬ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА</b>	
Количественная оценка надежности интегральных микросхем с учетом математической модели отказов .....	4/4
<b>МИКРОПРОЦЕССОРЫ, СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ, МИКРОКОНВЕРТЕРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ</b>	
Особенности интерфейса датчика изображения LM9648 с DSP Blackfin .....	1/3
Модуль встроенной в микроконвертеры ADuC702x программируемой логики .....	1/7
Режимы начальной загрузки DSP ADSP-BF531/2/3 .....	1/10
Недорогие процессорные модули RCM3700/10/20.....	2/5
Новые сигнальные процессоры для встраиваемых приложений: ADSP-BF534/BF536/BF537 .....	3/7
Почему Linux является лучшей операционной системой? .....	3/11
Результаты тестирования DSP ADSP-BF5xx .....	4/8
Оценочная плата ADSP-BF561 EZ-KIT Lite .....	4/13
Перспективы мультипроцессоров фирмы Intel .....	4/16
Десять самых крупных мировых производителей электронных компонентов в 2004 году ....	4/16
Процессорные модули RCM3600/10 .....	5/16
Процессорные модули RCM3300/10/60/70 .....	6/3
Миниатюрный процессорный модуль Colibri .....	7/3
DSP/RISC процессорные модули .....	8/3
Процессорные модули PowerCore Flex .....	8/5
Сигнальные процессоры Blackfin .....	9/5
Wi-Fi комплект для беспроводной связи .....	9/6
Микроконтроллеры с RISC-ядром серии ADuC7000 .....	10/3
Результаты тестирования сигнальных процессоров .....	10/9
Оценочная плата ADSP-BF537 EZ-KIT Lite .....	10/15
<b>КОМПЬЮТЕРЫ И ПАМЯТЬ</b>	
Полупроводниковые модули памяти для мобильных устройств (часть 1) .....	3/12
Полупроводниковые модули памяти для мобильных устройств (часть 2) .....	5/8
Миниатюрный компьютер в формате карт памяти Compact Flash .....	6/5
Многопортовая и FIFO-память производства компании IDT .....	7/5
<b>ДИСПЛЕИ И ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ</b>	
Малоформатные TFT-LCD дисплеи компании Promate .....	2/3
Цветовые микроэлектронные детекторы в стандарте DIN 5033 .....	3/3
Цветные TFT-LCD дисплеи компании Promate ....	3/4
Микросхемы драйверов светодиодов .....	6/14
Цветные TFT-LCD дисплеи для портативных компьютеров .....	6/16
TFT-LCD дисплеи повышенной яркости .....	7/10

Микросхема 24-канального драйвера светодиодов .....	9/8	Компактный ультрафиолетовый сенсор для построения быстродействующих датчиков воспламенения .....	10/51
Флуоресцентные лампы с холодным катодом .....	11/38	Электропривод расширительного клапана на основе программируемого устройства .....	11/31
<b>КВАРЦЕВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ</b>		Акустический метод обнаружения дефектов микросхем .....	11/35
Тактовые кварцевые генераторы компании Geueg .....	7/8	Аналого-цифровые осциллографы HAMEG .....	12/46
<b>ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ</b>		<b>ИМС ДЛЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ</b>	
Низковольтные DC/DC-преобразователи серий R-5/R-6xxxP_D с КПД до 97% .....	1/35	Новые ИМС с элементами связи типа iCoupler .....	6/7
DC/DC-преобразователи мощностью от 5 до 30 Вт с широким диапазоном входных напряжений .....	2/21	<b>СРЕДСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ</b>	
Малогабаритные AC/DC-преобразователи компании ROHM .....	3/30	Применение PIN-диодов для защиты приемников .....	5/41
DC/DC-модули электропитания для жестких условий применения серии "Мистраль" чешской фирмы AEPS-group .....	3/32	GPS-приемники компании LocSense .....	7/31
Низкопрофильные AC/DC-преобразователи HPS35 мощностью 350 Вт .....	4/32	Новые возможности ПО для GSM-модемов компании Wavocom .....	7/36
Новые DC/DC-преобразователи компании Gaia Converter мощностью 35 и 75 Вт .....	5/44	Аксессуары для GSM-модемов и модулей компании Wavocom .....	9/32
Микросхемы источников питания для светодиодов .....	5/51	Новый высокопроизводительный GSM/GPRS-модуль Q2686 компании Wavocom .....	11/40
Источники питания фирмы Schroff .....	5/52	<b>СОЕДИНИТЕЛИ И КОММУТАЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ</b>	
Устанавливаемые на DIN-рейку трехфазные AC/DC-преобразователи серии ADN .....	6/31	Соединители фирмы HARTING для кабельных сетей .....	4/34
AC/DC-преобразователи серии LPS50/50-M с выходной мощностью 60 Вт .....	7/16	Соединители для автомобилестроения .....	4/38
DC/DC-преобразователи серии AIN-300Vin с выходной мощностью 250 Вт .....	8/37	Основные направления совершенствования соединителей для телекоммуникационных изделий .....	5/55
DC/DC-преобразователи серии RP30 фирмы Resom .....	9/16	<b>ШКАФЫ И КОРПУСА</b>	
Источники питания с высокой удельной мощностью серии LPS120 .....	9/17	Новинка фирмы Schroff – шкаф VARISTAR .....	1/46
Альтернатива линейным стабилизаторам .....	10/43	Новая панель управления фирмы Rittal .....	2/38
Высоконадежные AC/DC-преобразователи серии HGMM-35 с коррекцией коэффициента мощности .....	10/45	Холодильное оборудование фирмы Rittal .....	4/41
Импульсные стабилизаторы серии R-78xx-0.5 .....	11/24	Превентивная физическая безопасность информационных структур .....	4/44
Стандарты на источники питания для аппаратуры военного назначения .....	11/27	Шкафы серии CS Outdoor для эксплуатации вне помещений .....	6/41
Серия AC/DC-преобразователей iMP с цифровым управлением .....	12/38	Система мониторинга параметров шкафов для электронного оборудования .....	8/47
AC/DC- и DC/DC-преобразователи компании ROHM .....	12/42	Корпуса для аппаратуры AdvancedTCA .....	9/42
<b>СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА</b>		Токораспределительное оборудование фирмы Rittal .....	10/56
Силовые электромагнитные реле компании SCHRACK .....	3/36	Шкафы фирмы Rittal .....	12/53
<b>КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ</b>		<b>ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА</b>	
Цифровые осциллографы с послесвечением TDS3000 компании Tektronix .....	1/43	Шкафы и коммутационные изделия для железнодорожного транспорта .....	3/48
Цифровые осциллографы серии TDS5000 компании Tektronix .....	2/23	<b>ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
Устройство на ПЛИС для частотнорегулируемого асинхронного электропривода .....	5/18	SODR-TEK – новое семейство профессиональных паяльных станций фирмы PACE .....	2/41
Реле контроля уровня жидкости .....	5/22	<b>ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ</b>	
Высокочастотные анализаторы спектра. Российский рынок .....	7/38	Системы фирмы ESSEMTEC для автоматической установки компонентов .....	2/47
Цифровые осциллографы с послесвечением производства компании Tektronix .....	7/42	Оборудование для поверхностного монтажа компании DIMA SMT Systems (часть 1) .....	2/50
Система управления жизнедеятельностью зданий WAGO TOPLON .....	7/47	Оборудование для поверхностного монтажа компании DIMA SMT Systems (часть 2) .....	3/42
Новые генераторы серии AFG3000 компании Tektronix .....	8/38	Полуавтоматические устройства трафаретной печати .....	3/45
Новая серия логических модулей LOGO! .....	8/41	Особенности монтажа миниатюрных компонентов .....	4/47
Цифровые потенциометры для промышленного применения .....	9/38	Краткий справочник по монтажу печатных плат .....	5/25
Высокочастотные анализаторы спектра компании Tektronix .....	10/48	Особенности ручной пайки бессвинцовыми припоями .....	5/38
		Формирование выводов микросхем flip-chip методом трафаретной печати .....	6/44
		Метод контроля паяемости корпусов BGA .....	6/50
		Моделирование температурного режима компонентов .....	6/52
		Паяльные пасты, печатные платы и процесс пайки в период перехода к бессвинцовым припоям .....	7/54
		Предотвращение дефектов при пайке бессвинцовыми припоями .....	8/51

Замена микросхем с матричным расположением выводов, пайка которых выполнена бессвинцовым припоем ..... **8/56**  
 Дефект вторичного оплавления и причины его возникновения ..... **8/58**  
 Система рентгеновского контроля качества пайки корпусов BGA и CSP (критерии выбора) ..... **9/45**  
 Паяльные печи фирмы TWS Automation ..... **9/50**  
 Оптимизация процесса трафаретной печати ..... **11/41**  
 О некоторых технологических проблемах изготовления микросхем ..... **12/50**  
**КОНКУРС "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"**  
 Итоги конкурса  
 "Лучшая разработка 2004 года" ..... **1/25**  
 DVC204(i), DVC209(i), DVC216(i) – линейка делителей изображения для создания видеостен ..... **7/50**  
 Датчик относительной влажности воздуха ДБ-9 ..... **8/34**  
**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**  
 Высокотемпературные заказные БИС ..... **1/49**  
 Новые разъемы фирмы Tусо Electronics ..... **1/49**  
 Сдвоенный 12-разрядный АЦП с частотой выборки 2 МГц ..... **1/50**  
 14-разрядный ЦАП с частотой выборки более гигагерца ..... **1/50**  
 Оптопара-преобразователь сигналов переменного и постоянного тока в логические уровни ..... **6/54**  
 "Интеллектуальные" аппаратные ключи-заглушки стандарта IrDA ..... **6/55**  
 Новая технология производства кристаллов памяти объемом до 20 Мбайт ..... **6/55**  
 Ультразвуковой расходомер ..... **7/58**  
 ADC08D1000 – АЦП с частотой преобразования 2 ГГц ..... **7/58**

Новые модели осциллографов Tektronix типа TDS1001 и TDS2004 ..... **11/45**  
 Цифровой термометр с удаленным сенсором ..... **11/46**  
 Адаптер RTPA2A TekConnect для пробников анализаторов спектра реального времени Tektronix ..... **12/54**  
**РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ АВТОРОВ ЭКИС**  
 Рекомендации для авторов по подготовке и оформлению рукописи для публикации в журнале ЭКИС ..... **1/52**  
**КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ И ВЫСТАВКИ**  
 Конференция: "Современные электронные компоненты, приборы и технологии" ..... **3/56**  
 ЭкспоЭлектроника 2005 ..... **4/52**  
 "Elcom Ukraine 2005", "Электронные и электромеханические компоненты", "Машиностроение Металлургия 2005" ..... **5/60**  
 Семинары VD MAIS в июне ..... **6/56**  
 Семинар по материалам для SMT ..... **7/60**  
 Семинар по современным материалам SMT ..... **8/60**  
 Семинар фирм VD MAIS и AIM Advantage ..... **9/52**  
 Выставка "Электроника и Энергетика 2005" ..... **9/52**  
 Выставки "КИП", "Электроника" и "Энергетика" ..... **10/60**  
 Выставка "ChipEXPO-2005" ..... **11/48**  
 Выставка "Світ електроніки 2005" ..... **12/56**  
 Международная выставка PRODUCTRONICA 2005 ..... **12/56**  
 Выставка "РАДЭЛ-2005" – пять лет динамичного роста ..... **12/57**  
 Выставка "ПТА-Украина 2005" ..... **12/57**  
**VD MAIS 11 лет**  
 VD MAIS прошла сертификацию системы менеджмента качества ..... **1/51**  
**СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2005 г.**  
 Содержание журнала за 2005 год ..... **12/58**  
 Фирмы и компании, представленные в журнале в 2005 году ..... **12/60**

## Фирмы и компании, представленные в журнале в 2005 г.

Название фирмы	Номер журнала												Название фирмы	Номер журнала											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AEPS GROUP		•	•										LocSense												
Advantech												•	•	LPKF											
Agilent Technologies														Motorola											
AIM Advantage														Murata											
Altera														National Semiconductor											
Analog Devices														PACE											
Anritsu														Portwell											
Astec Power														Promate Electronic											
Bopla														RECOM											
C Data Solution														Rittal											
Commell														Rohde&Schwarz											
COTCO														ROHM											
DDC														Samsung											
ESSEMTEC														Schrack											
Finder														Schroff											
Gaia Converter														Siemens											
Geyer Electronics														SIMATEC											
Hameg														SiTI											
Hamamatsu														SWARCO											
Harting														Tektronix											
IDT														Texas Instruments											
Infinion Technologies														Toradex AG											
iEi Technology														Tyco Electronics/AMP											
JUN-AIR														TWS Automation											
Kingbright														WAGO											
KROY														Wavecom											
Lampertz														Z-World											