

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ**2005 август
№ 8 (96)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
Р.Ю. Будзик**Адрес редакции:**Украина, Киев,
ул. Жиланская, 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 "Таки справи"
т./ф.: (044) 458-4086
Подписано к печати 19.08.2005
Формат 60×84/8
Тираж **1500** экз.
Зак. № 508-154-1277Перепечатка опубликованных в журнале
материалов допускается с разрешения редакции.
За рекламную информацию ответственность несет
рекламодатель.**МИКРОПРОЦЕССОРЫ**В. Охрименко
DSP/RISC процессорные модули 3В. Охрименко
Процессорные модули PowerCore FLEX 5**В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**Э. Барнес
Current-feedback усилители 9А. Мельниченко
Вопросы применения оптоизолирующих компонентов 16И. Галелюка
Виртуальная оценочная плата ADIsimADC™ 18**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES****ИМС для радиочастотного диапазона** 21**КОНКУРС "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"**В. Петренко, А. Цубин, Л. Ковальчук
Датчик относительной влажности воздуха ДБ-9 34**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**Г. Местечкина
**DC/DC-преобразователи серии A1H-300Vin с выходной
мощностью 250 Вт** 37**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**В. Макаренко
Новые генераторы серии AFG3000 компании Tektronix 38В. Макаренко
Новая серия логических модулей LOGO! 41**ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ**Г. Местечкина
Новые компоненты фирмы Murata 44**ШКАФЫ И КОРПУСА**А. Мельниченко
**Система мониторинга параметров шкафов
для электронного оборудования** 47**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ**А. Мельниченко
**Предотвращение дефектов
при пайке бессвинцовыми припоями** 51А. Мельниченко
**Замена микросхем
с матричным расположением выводов,
пайка которых выполнена бессвинцовым припоем** 56А. Мельниченко
**Дефект вторичного оплавления
и причины его возникновения** 58**ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, ПРЕЗЕНТАЦИИ****Семинар по современным материалам SMT** 60
Фирмы и компании, представленные в журнале 60

MICROPROCESSORS

- V. Ohrimenko
DSP/RISC Core Modules CM-BF533/CM-BF561 3
 V. Ohrimenko
RabbitCore Modules PowerCore FLEX 5

ASK THE APPLICATIONS ENGINEER

- Erik Barnes
Current-feedback Amplifiers 9
 A. Melnichenko
Design Considerations when Using Optocouplers 16
 I. Galelyuka
ADIsimADC™ Virtual Evaluation Board 18

THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN

- RF ICs**..... 21

BEST DESIGN ANNUAL CONTEST

- V. Petrenko, A. Tsubin, L. Kovalchuk
Relative Air Humidity Probe ДБ-9 34

POWER SUPPLIES

- G. Mestechkina
Half-brick 250W Integrated DC/DC Converters AIH-300Vin Series..... 37

CONTROL AND AUTOMATION

- V. Makarenko
New Generators AFG3000 Series by Tektronix Company 38
 V. Makarenko
New Series of Logic Modules LOGO! 41

PASSIVE COMPONENTS

- G. Mestechkina
New Components by Murata..... 44

CABINETS AND CASES

- A. Melnichenko
CMC-TC – the Innovative Rack Monitoring System from Rittal 47

SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

- A. Melnichenko
Prevention of Lead-free SMT Soldering Defects..... 51
 A. Melnichenko
The Lead-free Soldering Array Package ICs Rework..... 56
 A. Melnichenko
Secondary Reflow Failure Defects 58

EXHIBITIONS, SEMINARS, PRESENTATIONS

- VD MAIS Seminar SMT** 60
Firms and Companies in this Issue 60

**ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS**

August 2005
 No. 8 (96)

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. Ilia Bronz,
 University of Oslo, Norway

Type and setting
 S.A. Chernyavskaya

Layout
 M.A. Bepaly

Design
 A.A. Chaban
 R.U. Budzyk

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.

DSP/RISC ПРОЦЕССОРНЫЕ МОДУЛИ CM-BF533/CM-BF561

Малогабаритные процессорные модули CM-BF533 и CM-BF561 созданы с использованием высокопроизводительных сигнальных процессоров ADSP-BF533/561 (Analog Devices).



В. Охрименко

DSP/RISC CORE MODULES CM-BF533/CM-BF561

The CM-BF533 and CM-BF561 are tiny high performance and low power DSP/RISC core modules incorporating Analog Devices Blackfin family of processors. The modules allow easy integration into high demanding very space and power limited applications.

V. Ohrimenko

Процессорные модули CM-BF533 и CM-BF561 содержат большой объем памяти типа флэш и SDRAM, имеют небольшие габаритные размеры, отличаются низким уровнем энергопотребления и ориентированы на применение во встраиваемых вычислительных системах разного назначения, кроме того, они могут использоваться для построения высокопроизводительных мультипроцессорных систем и т.п. [1-4]. Применение модулей CM-BF533/CM-BF561 позволяет существенно упростить и ускорить процесс создания

высокопроизводительных малогабаритных встраиваемых систем сбора/обработки информации. Стоимость модулей CM-BF533/CM-BF561 соответственно 160 и 190 долларов США [1]. Структурные схемы модулей приведены на рис. 1, 2. Каждый модуль содержит сигнальный процессор, микросхемы SDRAM- и флэш-памяти (в модуле CM-BF533 объем адресуемой флэш-памяти составляет 2 Мбайт), микросхему супервизора питания, управляемый стабилизатор напряжения процессорного ядра (0.7...1.25 В). Увеличить объем памяти можно подключением дополнительной внешней памяти. Максимальный ток потребления при напряжении питания 3.3 В составляет 250 мА.

Процессорные модули отличаются небольшими габаритными размерами 36×31 (CM-BF533) и 35×30 мм (CM-BF561). На печатной плате каждого из модулей установлены два 60-контактных разъема с шагом выводов 0.8 мм. К контактам одного разъема подключены сигналы адресной шины, шины данных и цепи питания, к контактам другого – только интерфейсные сигналы (SPORT, SPI, PPI, UART, GPIO и т.д.). Чтобы уменьшить габаритные размеры функционально законченных систем, созданных на базе этих модулей, выпускаются также BGA-версии процессорных модулей, на печатных платах которых разъемы для монтажа на плату пользователя заменены миниатюрными сферическими контактными площадками (шариками). Внешний вид процессорного модуля CM-BF533 приведен на рис. 3. Основные параметры

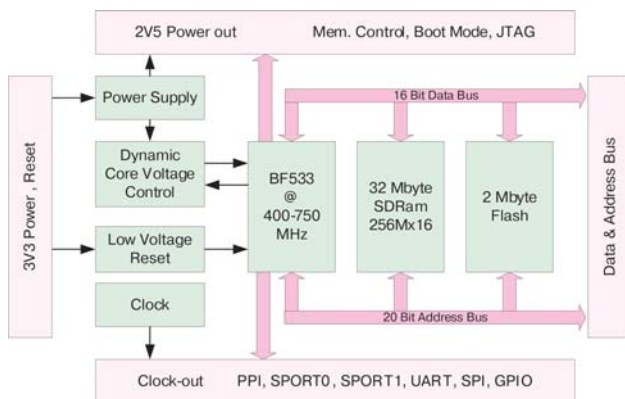


Рис. 1. Структурная схема модуля CM-BF533

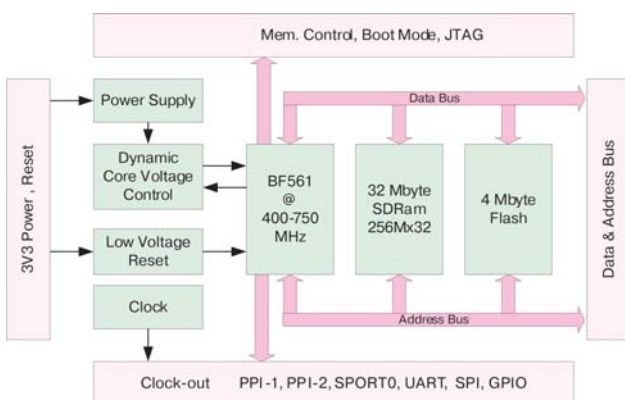


Рис. 2. Структурная схема модуля CM-BF561



Рис. 3. Процессорный модуль CM-BF533

Основные параметры модулей CM-BF533/CM-BF561

Параметры		CM-BF533	CM-BF561
Тип процессора		ADSP-BF533	ADSP-BF561
Объем памяти, Мбайт	флэш	32	
	SDRAM	4	
Интерфейсы:		UART, SPI, SPORT(2), PPI, GPIO, JTAG	UART, SPI, SPORT, PPI (2), GPIO, JTAG
Напряжение питания, В		3.3	
Диап. рабочих температур, °С		0...70	
Габаритные размеры, мм		36×31	35×30
Ориентир. стоимость, \$ США		160-165	190-195

**Рис. 4. Оценочная плата EVAL-BF5xx****Рис. 5. Оценочная плата DEV-Blackfin Development board**

процессорных модулей приведены в таблице.

Средством отладки роцессорных модулей может служить оценочная плата EVAL-BF5xx, содержащая разъемы для подключения одного из процессорных модулей (CM-BF533 или CM-BF561), разъемы для подключения видеокамеры (интерфейс ITU-R 656), миниатюрной карты памяти типа Secure Digital (SD), а также USB/UART- и JTAG-порты. Внешний вид оценочной платы EVAL-BF5xx приведен на рис. 4.

Кроме того, поставляются более совершенные средства разработки DEV-Blackfin Development board, которые включают оценочную плату и драйверы периферийных устройств. На плате, внешний вид которой приведен на рис. 5, установлены четыре разъема для подключения в любой комбинации двух процессорных модулей (CM-BF533 и/или CM-BF561). Плата содержит также разъемы, используемые для подключения флэш-карт памяти типа CompactFlash (CF) и Secure Digital, контроллер сети Ethernet, контроллер USB (host и device), а также два разъема для подключения цифровой видеокамеры или CMOS-датчика изображения. Кроме того, на плате содержатся также микросхемы дополнительной памяти типа SDRAM.

Более полную информацию о процессорных модулях CM-BF533 и CM-BF561 можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.tinyboards.com>.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.tinyboards.com>.
2. User's Manual CM-BF533. – Bluetechnix Mechatronische Systeme GmbH, 2005 (<http://www.tinyboards.com>).
3. User's Manual CM-BF561. – Bluetechnix Mechatronische Systeme GmbH, 2005 (<http://www.tinyboards.com>).
4. EVAL-BF5xx Board. – Bluetechnix Mechatronische Systeme GmbH, 2005 (<http://www.tinyboards.com>).

VD MAIS

Электронные компоненты и системы

Микросхемы • Датчики • Оптоэлектроника • 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@vdmiais.kiev.ua, www.vdmiais.kiev.ua

ПЛАТАН-УКРАЇНА
електронні компоненти

• Активні та пасивні компоненти
 • Датчики
 • Вимірювальні прилади
 • Оптоелектроніка
 • Акустичні компоненти
 • Вимірювальні прилади
 • Паяльне обладнання та інструмент

EPCOS International 100 Rectifier
 BOEHN
 MITSUBISHI ELECTRIC
 ANALOG DEVICES
 muRata
 FIGARO
 CRYDOM
 Honeywell
 MAXIM

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

ПРОЦЕССОРНЫЕ МОДУЛИ PowerCore FLEX

Новые процессорные модули PowerCore FLEX™ созданы на базе 8-разрядного микропроцессора Rabbit 3000. Эти модули содержат SRAM- и флэш-память объемом до 1 Мбайт, а также флэш-память с последовательным интерфейсом объемом 1 Мбайт. Модули этой серии отличаются повышенной производительностью и возможностью программирования через локальную вычислительную сеть. Применение модулей PowerCore FLEX позволяет сократить сроки и стоимость разработки функционально законченных встраиваемых систем.

В. Охрименко

Фирма Z-World совместно с дочерней фирмой Rabbit Semiconductor разработали и предлагают два семейства процессорных модулей, созданных на базе 8-разрядных микропроцессоров Rabbit 2000/3000: RCM2000 и RCM3000. В начале 2005 года были анонсированы два новых высокопроизводительных процессорных модуля семейства PowerCore FLEX™ – PowerCore 3800/3810 [1, 2]. Эти процессорные модули предназначены для использования, в первую очередь, производителями комплексного оборудования.

Новые процессорные модули PowerCore 3800/3810 по сравнению с ранее выпущенными отличаются увеличенной тактовой частотой микропроцессора и объемом памяти [1-3]. Структурная схема модулей серии PowerCore 3800/3810 приведена на рис. 1. Основные параметры процессорных модулей даны в таблице.

В процессорных модулях PowerCore 3800/3810 используется микропроцессор Rabbit 3000. Архитектура этого микропроцессора оптимизирована для решения задач управления/контроля и сбора/обработки информации.

Максимальная тактовая частота микропроцессора Rabbit 3000 составляет 54 МГц. При номинальном напряжении питания 3.3 В ток потребления примерно 2 мА/МГц. При снижении тактовой частоты происходит снижение тока потребления. При тактовой частоте 30 МГц и напряжении питания 3.3 В ток потребления составляет 65 мА.

В микропроцессоре Rabbit 3000 предусмотрена возможность умножения в два раза частоты внешнего тактового сигнала, что позволяет снизить уровень электромагнитных излучений (Electro Magnetic Interference – EMI) благодаря применению внешних резонаторов с уменьшенной вдвое частотой. Кроме того, преимуществом микропроцессора Rabbit 3000 является

RABBITCORE MODULES PowerCore FLEX

With available on-board power supply, analog features, and the fastest Rabbit 3000 microprocessor, the PowerCore bridges the gap between microcontrollers and single board computers. Created specifically to reduce the effort required to build embedded control applications, the PowerCore is available with 1MB Flash, 1MB SRAM, and 1MB Serial Flash as well as 5 serial ports, 39 I/O, real-time clock, and Ethernet.

V. Ohrimenko

также наличие встроенной системы Spectrum Spreader, которая дает возможность существенно снизить уровень электромагнитных излучений. Эта система позволяет пройти тестирование на соответствие допустимым нормам электромагнитных излучений согласно американским и европейским стандартам по электромагнитной совместимости (Electro Magnetic Compatibility – EMC). Уровень электромагнитных излучений Rabbit 3000 по сравнению с микропроцессорами аналогичного класса снижен примерно на 25 дБ.

Микропроцессор Rabbit 3000 характеризуется высокой производительностью. При тактовой частоте микропроцессора 50 МГц для выполнения операций сложения и умножения чисел с плавающей точкой требуется всего 7 мкс, а длительность вычисления квадратного корня составляет 20 мкс. Эти операции в микропроцессоре Rabbit 3000 выполняются примерно в 20 раз быстрее, чем при выполнении аналогичных подпрограмм, написанных на языке Borland C, в микропроцессоре типа 386EX (с тактовой частотой 25 МГц и 8-разрядной шиной данных) [3].

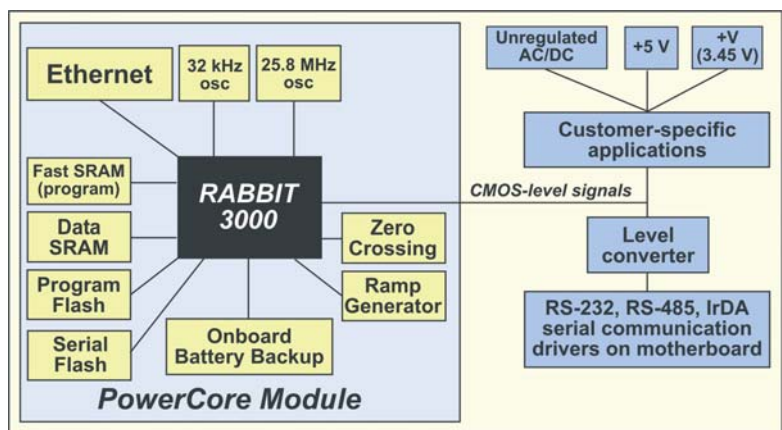


Рис. 1. Структурная схема модулей серии PowerCore 3800/3810

Основные параметры процессорных модулей серии PowerCore FLEX

Наименование параметра		PowerCore 3800	PowerCore 3810
Тип микропроцессора/тактовая частота, МГц		Rabbit 3000/51.6	Rabbit 3000/25.8
Ethernet-порт (тип разъема)		10/100 Base-T (RJ 45)	–
Объем памяти	флэш, кбайт	512	256
	SRAM	1 Мбайт	256 кбайт
	флэш (SPI), Мбайт	1	–
Число цифровых линий ввода/вывода		39 конфигурируемых	
Вспомогательная шина ввода/вывода		6-разрядная адресная шина, 8-разрядная шина данных	
Вспомогательные порты, пять конфигурируемых:		<ul style="list-style-type: none"> - пять UART (IrDA) - три SPI - два HDLC - один SDLC - один порт для программирования 	
Таймер реального времени, сторожевой таймер		+	
Таймер общего назначения		десять 8-разрядных (шесть каскадируемых), один 10-разрядный	
Число каналов входного захвата		2	
Число каналов квадратурного декодера		2	
Напряжение питания, В:	постоянного тока	8...43	8...40
	переменного тока	(24-60)/(12-36)	(19-57)/(10-29)
Потребляемая мощность, Вт		13.3	6.7
Уровень ограничения тока нагрузки встроенного регулятора напряжения 5 В, А		2	1
Ток потребления модуля, мА		400	150
Батарея резервного питания, напряжение, В/емкость, мА·ч		3/220	
Соединитель		один 2×25 контактов с шагом выводов 2.54 мм	
Габаритные размеры, мм		60×102×28	
Диапазон рабочих температур, °С		-40...70	
Стоимость в партии 100-1000 шт., \$		133	75

Максимальное пространство адресуемой внешней статической памяти составляет 1 Мбайт, этого достаточно для хранения программного кода, получаемого после компиляции программы, включающей до 50 тысяч команд, написанных на языке С. К микропроцессору Rabbit 3000 можно подключить до шести микросхем SRAM- или флэш-памяти типа NOR. Микропроцессор имеет 20-разрядную адресную шину и 8-разрядную шину данных. Шины адреса и данных используются только для обмена с внешней памятью.

В микропроцессоре Rabbit 3000 реализована четырехуровневая система обработки сигналов прерываний. При тактовой частоте микропроцессора 50 МГц выполнение первой инструкции подпрограммы обработки прерываний начинается уже через 0.5 мкс после поступления сигнала прерывания.

В микропроцессоре Rabbit 3000 содержится большой набор таймеров: два блока универсальных таймеров (блоки А и В), таймер реального времени и "сторожевой" таймер. В блоке таймеров А содержится десять 8-разрядных таймеров. Эти таймеры можно использовать для формирования тактовых сигналов, необходимых для работы последовательных портов или других встроенных периферийных устройств, для генерации сигналов периодических прерываний или

сигналов тактирования выходных буферных схем параллельных портов ввода/вывода. Все десять таймеров реализованы на базе 8-разрядных вычитающих счетчиков. Один из них используется в качестве предварительного делителя частоты. Шесть обеспечивают работу последовательных портов. Остальные три можно использовать для реализации генератора ШИМ-сигнала, квадратурного декодера, а также для измерения длительности интервалов между внешними импульсами или для подсчета числа внешних событий. Блок таймеров В содержит многофункциональный 10-разрядный счетчик, регистры управления и выходные компараторы. "Сторожевой" таймер – 17-разрядный счетчик, тактируемый внешним сигналом частотой 32 768 Гц. Таймер реального времени (RTC) содержит шесть 8-разрядных счетчиков. Таймер RTC имеет отдельные выводы для подключения напряжения питания, поэтому при использовании внешних элементов резервного питания работа RTC продолжается и при отключении напряжения питания микропроцессора.

Микропроцессор Rabbit 3000 содержит семь 8-разрядных параллельных портов ввода/вывода (PA...PG), что позволяет реализовать 56 линий ввода/вывода цифровых сигналов. Большая часть линий портов мо-

жет быть мультиплексирована с входами/выходами системных модулей и периферийных устройств микропроцессора. Максимально допустимое значение втекающего и вытекающего токов буферных схем портов ввода/вывода составляет 6 мА.

Для обмена данными с "интеллектуальными" внешними устройствами в микропроцессоре Rabbit 3000 содержится двунаправленный 8-разрядный slave-порт. Через этот порт можно реализовать обмен данными с дополнительным микропроцессором Rabbit 3000 или с микропроцессором иного типа.

Обмен данными с внешними устройствами ввода/вывода осуществляется через вспомогательный порт ввода/вывода. При этом для формирования шести младших разрядов адреса используются шесть линий параллельного порта PB (PB2...PB7). Обмен данными выполняется через двунаправленный порт PA с использованием тех же инструкций, что и для работы с памятью.

Микропроцессор Rabbit 3000 имеет шесть последовательных портов ввода/вывода данных (A, B, C, D, E, F) [3]. Все шесть портов могут работать в асинхронном режиме (UART), четыре – в синхронном режиме передачи данных (SPI). Два последовательных порта (E и F) поддерживают высокоуровневые коммуникационные протоколы передачи данных, принятые в стандартах SDLC (Synchronous Data Link Control) и HDLC (High-level Data Link Control), а также протокол MIR (Medium Infrared) со скоростью передачи данных до 1.152 Мбит/с. Кроме того, все шесть последовательных портов поддерживают протокол SIR (Serial Infrared), обеспечивающий скорость обмена данными 115 кбит/с.

Кроме микропроцессора Rabbit 3000 процессорные модули PowerCore 3800/3810 содержат микросхемы флэш- и SRAM-памяти, кварцевые резонаторы частотой 25.8 МГц и 32.768 кГц, Ethernet-контроллер и разъем типа RJ 45 для подключения к локальной компьютерной сети, разъем для программирования, а также разъемы для установки на системную плату и подключения внешнего источника питания. Предусмотрена возможность подключения батареи резервного питания. Основные параметры процессорных

модулей даны в таблице. Процессорные модули PowerCore 3800/3810 отличаются между собой объемом памяти, наличием в модуле PowerCore 3800 разъема для подключения к локальной сети и стоимостью. Внешний вид процессорного модуля PowerCore 3800 приведен на рис. 2.

Максимальная тактовая частота микропроцессора, используемого в модуле PowerCore 3800, составляет 51.6 МГц. Процессорный модуль PowerCore 3800 содержит флэш-память объемом 512 кбайт, SRAM-память программ объемом 512 кбайт и память данных – 512 кбайт. Имеется также микросхема флэш-памяти с SPI-интерфейсом (AT45DB081B или SST25V) объемом 1 Мбайт. Модули PowerCore 3800/3810 содержат 50-контактный разъем для установки на печатную плату пользователя. В отличие от выпущенных ранее процессорных модулей серии RCM в новых модулях PowerCore FLEX предусмотрена возможность подключения внешних источников питания как постоянного, так и переменного тока [1].

Для отладки пользовательских программ выпускается комплект разработчика PowerCore 3800/10 Development Kit. Комплект содержит процессорный модуль PowerCore 3800, плату прототипа, кабель для программирования, программный пакет Dynamic C, инструкцию по инсталляции программного обеспечения и аппаратных средств, разъемы и кабели. Комплект PowerCore 3800 Development Kit предлагается по цене 169 долларов США [1]. Программный пакет Dynamic C включает библиотеку программ, драйверы внешних устройств, а также набор демонстрационных программ.

Плата прототипа (PowerCore FLEX PROTOTYPING BOARD) содержит электронные компоненты (разъемы, микросхемы приемопередатчиков и т.п.), необходимые для подключения персонального компьютера и внешнего блока питания, а также стандартных периферийных устройств, поддерживающих интерфейсы RS-232, RS-485 и IrDA. Кроме того, плата содержит батарею резервного питания (CR2032) напряжением 3 В и емкостью 200 мА·ч, разъемы для подключения панели отображения и ввода информации, разъем RabbitNet port (интерфейс RS-422, тип разъема RJ 45), разъем для подключения аналоговых сигналов, четыре светодиода и кнопки. Габаритные размеры платы прототипа 142×114×22 мм. Напряжение питания 8-30 В, ток потребления примерно 800 мА. На печатной плате прототипа предусмотрено место для установки до-

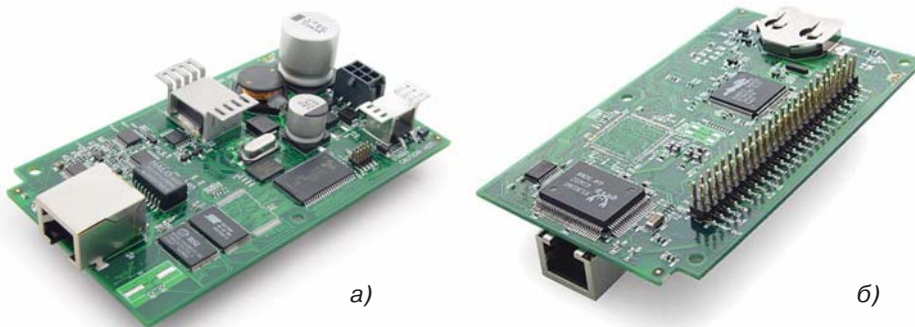


Рис. 2. Процессорный модуль PowerCore 3800: вид сверху (а), вид снизу (б)

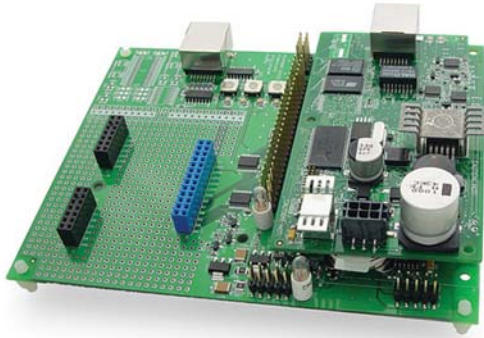


Рис. 3. Плата прототипа

полнительных микросхем. Внешний вид платы прототипа приведен на рис. 3.

Высокие параметры процессорных модулей PowerCore 3800/3810 обеспечивают возможность их применения во встраиваемых системах управления/контроля и сбора/обработки данных, в логических контроллерах, распределенных системах управления, средствах малой автоматизации и других системах, в которых требуется обеспечить удобство программирования, простоту модернизации, небольшие габаритные размеры и высокую надежность эксплуатации. Применение модулей PowerCore FLEX способствует сокращению сроков разработки функционально законченных систем управления/контроля.

Более полную информацию о модулях PowerCore FLEX можно найти в сети Интернет по адресам: <http://www.zworld.com> и <http://www.rabbitsemiconductor.com>.

ЛИТЕРАТУРА

1. PowerCore FLEX™ Customizable Microprocessor Core Modules. – Rabbit Semiconductor, 2005 (<http://www.rabbitsemiconductor.com>).
2. PowerCore FLEX™ C-Programmable PowerCore Module with Mass Storage and Ethernet User's Manual. – Rabbit Semiconductor, 2005 (<http://www.rabbitsemiconductor.com>).
3. Rabbit 3000™ Microprocessor. User's Manual. – Rabbit Semiconductor, 2002 (<http://www.rabbitsemiconductor.com>).

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. Жилианская, 29
тел.: (044) 492-8852, 287-1389, факс: (044) 287-3668
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

ChipEXPO ОКТЯБРЬ 18-20 -2005

3 МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ • МОСКВА • ЭКСПОЦЕНТР

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации
Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации
Федеральное агентство по промышленности
Департамент науки и промышленной политики города Москвы
Московская торгово-промышленная палата

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ

ЗАО «ЧипЭкспо», Россия,
111141, Москва, ул. Перовская 19/2, стр. 3,
тел./факс: (095) 368-1039, e-mail: info@chipexpo.ru

www.chipexpo.ru



CURRENT-FEEDBACK УСИЛИТЕЛИ *

В публикации рассмотрены особенности применения и основные характеристики current-feedback усилителей.

Э. Барнес

CURRENT-FEEDBACK AMPLIFIERS

Features, applications and performances of the current-feedback amplifiers are described in the article.

Erik Barnes

Поясните, как работает current-feedback усилитель. Правда ли, что его полоса не зависит от коэффициента усиления? В чем его сходство с трансимпедансным усилителем?

Сначала попытаемся ответить, что такое voltage-feedback, current-feedback и трансимпедансный усилители. Voltage-feedback ОУ – это усилитель, входной каскад которого реализован как традиционный дифференциальный. Параметр, характеризующий усилительные свойства voltage-feedback ОУ, нормируется в виде коэффициента усиления по напряжению. Current-feedback усилитель – это усилитель, для которого усилительным параметром является отношение изменения выходного напряжения к изменению входного тока инвертирующего входа в случае соединения неинвертирующего входа с точкой нулевого потенциала. Идеальный voltage-feedback ОУ имеет бесконечно большой входной импеданс и соответственно нулевой входной ток. Соответственно current-feedback ОУ имеет низкий входной импеданс и нулевое входное напряжение. Передаточная функция трансимпедансного усилителя выражается отношением выходного напряжения к входному току. Таким образом, current-feedback ОУ относится к классу трансимпедансных усилителей. Следует отметить, что voltage-feedback ОУ с отрицательной обратной связью (ОС) тоже может быть сконфигурирован как трансимпедансный усилитель, если, например, в точку суммирования включен фотодиод, т.е. выходное напряжение

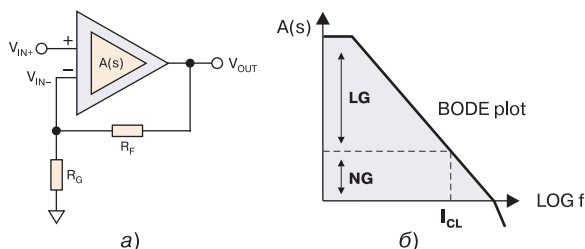


Рис. 1. Упрощенная модель voltage-feedback ОУ (а) и диаграмма Боде для замкнутой неинвертирующей схемы этого ОУ (б)

усилителя будет в этом случае пропорционально входному току (например, току фотодиода), умноженному на сопротивление резистора в цепи ОС. Таким образом, используя термин трансимпедансный усилитель, нужно помнить, что таким ОУ может быть или специальный current-feedback ОУ, или любой другой тип ОУ, который преобразует входной ток в выходное напряжение. Упрощенная модель voltage-feedback ОУ приведена на рис. 1, а.

Основные уравнения, описывающие работу voltage-feedback ОУ с ОС, приведены ниже:

$$V_O = (V_{IN+} - V_{IN-})A(s), \quad (1)$$

где $A(s)$ – коэффициент усиления разомкнутого ОУ, V_O или V_{OUT} – выходное напряжение ОУ,

$$V_{IN+} = \frac{R_G}{R_G + R_F} V_O, \quad (2)$$

отсюда

$$\frac{V_O}{V_{IN+}} = \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) \times \frac{1}{1 + \frac{1}{LG}}, \quad (3)$$

где

$$LG = \frac{A(s)}{1 + \frac{R_F}{R_G}}. \quad (4)$$

$1 + \frac{R_F}{R_G} = NG$ – коэффициент усиления замкнутого неинвертирующего ОУ, из чего следует, что LG – это отношение коэффициентов усиления разомкнутой и замкнутой схемы усилителя. Полоса пропускания определяется по диаграмме Боде (рис. 1, б) в точке пересечения коэффициентов усиления $A(s)$ и NG . Таким образом, чем выше коэффициент усиления NG замкнутого ОУ, тем уже его полоса пропускания. Если наклон характеристики коэффициента усиления $A(s)$ равен 20 дБ/декада, произведение "коэффициент усиления × полоса" будет всегда постоянной величиной.

* Erik Barnes. Current-Feedback Amplifiers.

www.analog.com/library/analogDialogue/Anniversary/22.html/23/.html

Сокращенный перевод с английского В. Романова.

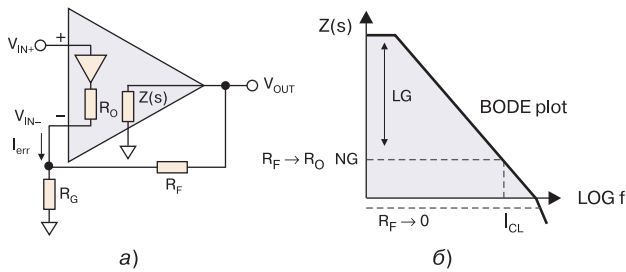


Рис. 2. Упрощенная модель current-feedback ОУ (а) и диаграмма Боде для замкнутой неинвертирующей схемы этого ОУ (б)

чиной. Это значит, что увеличение коэффициента усиления замкнутого ОУ на 20 дБ приведет к уменьшению полосы этого ОУ на декаду.

Упрощенная модель current-feedback ОУ приведена на рис. 2, а. Неинвертирующий вход этого ОУ является высокоимпедансным за счет включения в схему встроенного буфера с единичным усилением. Инвертирующий вход является низкоимпедансным. Ток рассогласования I_{err} протекает через высокоимпедансный буфер и вытекает из низкоимпедансного входа current-feedback ОУ. Благодаря единичному усилению буфера ток инвертирующего входа отслеживает изменение тока неинвертирующего входа. Ток рассогласования преобразуется в выходное напряжение. Высокоимпедансный усилитель представляет собой частотнозависимое сопротивление $Z(s)$ (рис. 2, б), которое зависит от частоты аналогично коэффициенту усиления $A(s)$ разомкнутого voltage-feedback ОУ (рис. 1, а). На постоянном токе имеем максимальное значение $Z(s)$. Наклон характеристики $Z(s)$ зависит от частоты и составляет 20 дБ/декада.

Передаточная функция current-feedback ОУ может быть вычислена при следующих допущениях: $V_{IN+}=V_{IN-}$ и $R_O=0$, где R_O – выходное сопротивление буфера. Отсюда

$$\frac{V_O - V_{IN-}}{R_F} + \frac{-V_{IN-}}{R_G} + I_{err} = 0, \quad (5)$$

где
$$I_{err} = \frac{V_O}{Z(s)}. \quad (6)$$

Решая совместно, получаем значение отношения V_O/V_{IN+} , равное

$$\frac{V_O}{V_{IN+}} = \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right) \times \frac{1}{1 + \frac{1}{LG}}, \quad (7)$$

где

$$LG = \frac{Z(s)}{R_F}. \quad (8)$$

Можно легко убедиться, что выражения (5)-(8) для current-feedback ОУ аналогичны выражениям (1)-(4) для voltage-feedback ОУ. Однако, выражение LG (loop gain) для current-feedback ОУ, как следует из уравнения (8), зависит только от R_F . Поэтому полоса такого усилителя определяется значением R_F . Точка пересечения R_F и $Z(s)$ на диаграмме Боде (рис. 2, б) позволяет определить полосу и коэффициент усиления замкнутого ОУ типа current-feedback. Произведение коэффициента усиления на полосу для данного ОУ не является постоянной величиной, как это имело место для voltage-feedback ОУ.

Отметим, что в реальном current-feedback ОУ выходное сопротивление буфера R_O отличается от нуля и находится в пределах приблизительно от 20 до 40 Ом. В этом случае напряжение $V_{IN-}=V_{IN+}+I_{err}R_O$, а LG в выражении (7) будет иметь следующий вид:

$$LG = \frac{Z(s)}{R_F + R_O \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right)}. \quad (9)$$

Исходя из (9), можно отметить, что коэффициент усиления по замкнутому контуру LG зависит от коэффициента усиления ОУ $(1+R_F/R_G)$, причем при малых значениях коэффициента усиления доминирует влияние R_F – первого члена знаменателя в выражении (9), а при больших – влияние второго члена знаменателя, что приводит к уменьшению полосы пропускания замкнутого current-feedback ОУ в последнем случае.

Если выход и инвертирующий вход current-feedback ОУ замкнуть между собой ($R_F=0$) и исключить из схемы включения R_G ($R_G=\infty$), то мы получим схему повторителя с высоким усилением в контуре ОС. Отличие от voltage-feedback, является ток короткого замыкания, так как в этом случае выход current-feedback ОУ нагружен на низкоимпедансный инвертирующий вход. Теоретически согласно диаграмме Боде (рис. 2, б) максимальная полоса current-feedback ОУ обеспечивается при $R_F=0$, при этом увеличивается порядок усилителя с контуром ОС. Подобно тому, как это происходит в voltage-feedback ОУ, наличие полюса более высокого порядка в усилителе с ОС приводит к большему фазовому сдвигу на более высокой частоте, а если этот сдвиг превысит 180° , усилитель может вообще потерять устойчивость. Диаграмма Боде позволяет выбрать полосу с достаточным запасом по фазе для различных коэффициентов усиления. Расширяя полосу замкнутого ОУ, можно существенно уменьшить запас по фазе, что приведет к "звону" и перерегулированию при установлении высокочастотного выходного сигнала. Так как полоса частот current-feedback ОУ определяется величиной сопротивления R_F , в технических описаниях (data sheet) для этих ОУ

приведены значения сопротивления R_F для различных коэффициентов усиления. Current-feedback усилители отличаются высокой скоростью нарастания выходного сигнала. Высокую скорость нарастания имеют и некоторые voltage-feedback ОУ, однако в них существуют принципиальные ограничения этой скорости, связанные с временем заряда/разряда внутреннего конденсатора цепи высокочастотной коррекции. Благодаря низкоимпедансному инвертирующему входу в current-feedback ОУ переходные процессы, связанные с зарядом/разрядом корректирующей и паразитных емкостей, происходят гораздо быстрее, чем в voltage-feedback ОУ. Входной каскад current-feedback ОУ представляет собой "токовое зеркало" (рис. 3), позволяющее практически без задержки отработать по цепи ОС скачок напряжения на входе.

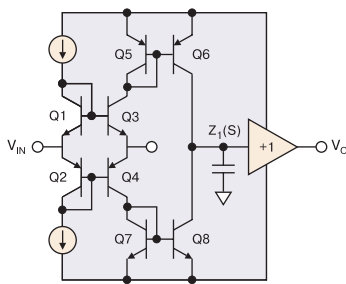


Рис. 3. Схема "токового зеркала" на входе current-feedback ОУ

Малое время нарастания ОУ приводит к уменьшению времени установления, снижению нелинейности и уровня искажений, а также к улучшению частотно-фазовой характеристики. Ограничивающими факторами времени нарастания current-feedback ОУ являются насыщение "токового зеркала", которое наступает при токе от 10 до 15 мА, а также время нарастания выходного сигнала буфера на входе этого ОУ.

Какова точность current-feedback усилителя на постоянном токе?

Точность передаточной функции для current-feedback ОУ рассчитывается так же, как для voltage-feedback ОУ. Если отношение V_O/I_{IN} составляет 1 МОм, а $R_F=1$ кОм, то при $R_O=40$ Ом погрешность ОУ с единичным усилением составляет 0.1%.

Если коэффициент усиления увеличить, то погрешность существенно возрастает. Current-feedback усилители редко используются при необходимости получения большого усиления сигнала, особенно, если требования к абсолютной точности передаточной функции высоки. Отметим, что, как правило, на постоянном токе необходимо обеспечивать высокую стабильность, а не абсолютную точность усилителя. Несмотря на то, что current-feedback ОУ имеют высокое быстродействие, в описаниях указывается время установления выходного

сигнала с точностью не более 0.1%. Это связано с тем, что большой вклад в погрешность ОУ вносят тепловые переходные процессы, время установления которых значительно превосходит длительность электрических переходных процессов. Смещение нуля current-feedback усилителя определяется разницей напряжений V_{BE} транзисторов Q1 и Q3 (рис. 3). Если на входе ОУ сигнал равен нулю, смещение определяется степенью согласования этих транзисторов. Для современных ОУ это смещение минимально. При подаче на неинвертирующий вход положительного скачка уменьшается напряжение V_{CE} транзистора Q3 и соответственно его мощность рассеяния, а напряжение V_{BE} увеличивается. Так как транзистор Q1 имеет диодное включение, то его напряжение V_{CE} всегда рано нулю, а значит и напряжение V_{BE} остается неизменным. Таким образом, смещение между напряжением V_{BE} транзисторов Q1 и Q3 при подаче скачка на вход ОУ увеличивается. Точно такое же явление наблюдается и в "токовом зеркале" между транзисторами Q5 и Q6. Появившееся смещение V_{BE} в результате подачи на вход положительного скачка приводит к росту погрешности смещения на выходе ОУ. Мощность рассеяния каждого транзистора входного каскада ограничена малой площадью этого каскада, что приводит к дополнительной температурной погрешности, которую можно исключить схемным путем за счет снижения уровня входного синфазного сигнала.

Как оценить влияние тепловых переходных процессов на работу ОУ?

Тепловые переходные процессы зависят от величины температурных коэффициентов транзисторов. Усилители производства фирмы Analog Devices построены на основе быстродействующих комплементарных биполярных транзисторов, в которых, практически, отсутствуют тепловые переходные процессы в области высоких частот, начиная с нескольких килогерц, т.к. изменение сигналов происходит настолько быстро, что эффект саморазогрева транзисторов не успевает проявиться. В системах связи при передаче высокочастотных сигналов этим эффектом можно пренебречь. В то же время, при работе с медленноизменяющимися сигналами (например, в системах визуализации) происходит наложение тепловых переходных процессов на электрические, поэтому в таких системах температурную погрешность current-feedback ОУ необходимо учитывать.

Можно ли использовать инвертирующее включение current-feedback ОУ?

Current-feedback ОУ можно использовать как инвертирующий усилитель. Благодаря низкоимпедансному неинвертирующему входу точка суммирования находится под нулевым потенциалом даже в начальный момент времени до установления режима работы с ОС. Это исключает выбросы в точке суммирования при использо-

вании current-feedback ОУ в высокочастотных системах. В то же время сохраняются и другие преимущества current-feedback ОУ: высокая скорость нарастания и быстрое установление тепловых переходных процессов.

Значит ли это, что current-feedback ОУ можно использовать как преобразователь тока в напряжение?

Current-feedback ОУ можно использовать в качестве преобразователя тока в напряжение. Однако имеются следующие ограничения такого применения current-feedback ОУ: полоса пропускания изменяется при изменении величины сопротивления R_F в цепи ОС, и при этом шум входного тока имеет тенденцию к возрастанию. Это означает, что при усилении токов низкого уровня необходимо увеличить коэффициент усиления (т.е. увеличить R_F), а это приводит к увеличению шума в \sqrt{R} раз. Поэтому current-feedback усилители не используются в качестве фотодиодных. В тех случаях, когда требования к уровню шумов невелики, этот усилитель может применяться в качестве преобразователя тока в напряжение.

Поясните, как влияет большой уровень токовых шумов на применение current-feedback ОУ?

Шумовой ток на инвертирующем входе current-feedback ОУ находится в пределах от 20 до 30 пА/ $\sqrt{\text{Гц}}$. В то же время, входной шум этого ОУ ниже, чем voltage-feedback усилителя. Он не превышает 2 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$. Величина сопротивления R_F в цепи ОС current-feedback ОУ обычно не превышает 1 кОм, а в усилителях типа voltage-feedback величина этого резистора может достигать десятков и сотен килоом. При коэффициенте усиления, равном 1, основным источником шумов является токовый шум на инвертирующем входе, вызванный протеканием тока через резистор R_F в цепи ОС к точке суммирования. Так, например, если значение входного шумового тока равно 20 пА/ $\sqrt{\text{Гц}}$, а $R_F=750$ Ом, шум на выходе ОУ составляет 15 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$. Если коэффициент усиления увеличивается за счет уменьшения сопротивления R_G , выходной шум ОУ будет определяться, в первую очередь, входным шумом по напряжению. При коэффициенте усиления, равном 10, вклад входного токового шума в выходной шум усилителя, приведенный ко входу, не превышает 1.5 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$. Если к этому шуму добавить входной шум по напряжению, то он составит не менее 2.5 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$ (без учета шума резистора R_F). Таким образом, для минимизации погрешности, вызванной шумами, применение current-feedback ОУ предпочтительнее использования voltage-feedback усилителей.

В связи с тем, что current-feedback ОУ является несимметричным, возможно ли его использование в качестве дифференциального усилителя?

Несмотря на несимметричный вход current-feedback ОУ, дифференциальный усилитель на его основе, собранный по 4-резисторной схеме, будет работать не ху-

же аналогичного усилителя на основе voltage-feedback ОУ. На низкой частоте, если резисторы согласованы с точностью не хуже 0.1%, коэффициент ослабления синфазного сигнала (КОСС) таким усилителем составит не менее 66 дБ. На высокой частоте, на которой вплоть до 1 МГц voltage-feedback ОУ с дифференциальным включением обеспечивает КОСС на уровне 60 дБ, current-feedback ОУ из-за несимметричного входа имеет худший показатель. Это связано с несбалансированностью величины емкостей на инвертирующем и неинвертирующем входах. Для выравнивания цепей заряда этих емкостей на входах V_{IN+} и V_{IN-} к низкоимпедансному входу V_{IN-} подключают низкоомный резистор сопротивлением от 100 до 200 Ом. В этом случае параметры дифференциального усилителя на основе current-feedback ОУ могут быть сравнимы с параметрами аналогичного усилителя на основе voltage-feedback ОУ. Если необходимо получить более высокие параметры дифференциального усилителя, следует применять специальные ИМС быстродействующих дифференциальных усилителей, например, усилитель AD830, который имеет КОСС > 75 дБ на частоте 1 МГц и КОСС = 53 дБ на частоте 10 МГц.

Что можно сказать о емкостной регулировке полосы в цепи ОС? Возможна ли такая регулировка, учитывая низкоимпедансный вход current-feedback ОУ? Как поведет себя такой ОУ при работе на емкостную нагрузку?

Полюса и нули в схеме current-feedback ОУ с емкостью в цепи ОС расположены в соответствии с диаграммой Боде, показанной на рис. 4, б.

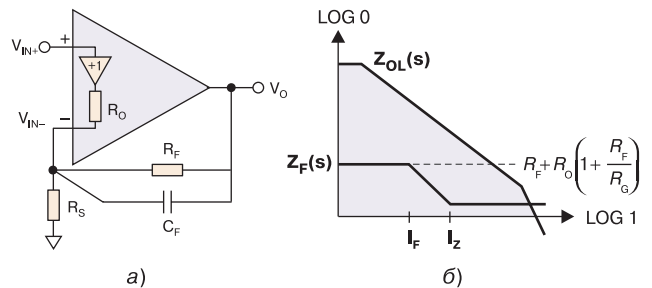


Рис. 4. Схема включения (а) и диаграмма Боде (б) current-feedback ОУ с емкостью в цепи ОС

Как уже отмечалось выше, для устойчивой работы такого усилителя должен быть обеспечен запас по фазе. Уравнение для цепи ОС такого ОУ приведено ниже:

$$Z_F(s) = \left[R_F + R_O \left(1 + \frac{R_F}{R_G} \right) \right] \frac{1 + \frac{s C_F R_F R_G R_O}{R_F R_G + R_F R_O + R_G R_O}}{1 + s C_F R_F} \quad (10)$$

Как следует из (10), полюс находится на частоте $1/(2\pi R_F C_F)$, а нуль – на частоте $1/[2\pi(R_F/R_G/R_O)C_F]$. Если пересечение Z_F и Z_{OL} наблюдается на высокой частоте, то усилитель может потерять устойчивость из-за сдвига фазовой характеристики. Если сопротивление

R_F стремится к бесконечности, то усилитель представляет собой интегратор, а полюс перемещается в область низких частот. Для поддержания устойчивой работы такого интегратора последовательно с емкостью C_F вводится небольшое сопротивление для ограничения коэффициента усиления цепи ОС в области высоких частот. В общем случае ввиду сложностей с обеспечением устойчивости включение емкости в цепь ОС current-feedback ОУ является нежелательным. Однако, введение шунтирующего конденсатора во входную цепь (вход V_{IN-} , рис. 5, а) позволяет ускорить включение цепи ОС, причем, если аналогичное включение емкости во входную цепь voltage-feedback ОУ приводит к потере его устойчивости, то current-feedback ОУ при таком включении ее сохраняет. Уравнение для цепи ОС такого ОУ имеет следующий вид:

$$Z_F(s) = \left[R_F + R_O \left(1 + \frac{R_F}{R_G} \right) \right] \left[1 + \frac{s C_{IN} R_F R_G R_O}{R_F R_G + R_F R_O + R_G R_O} \right]. \quad (11)$$

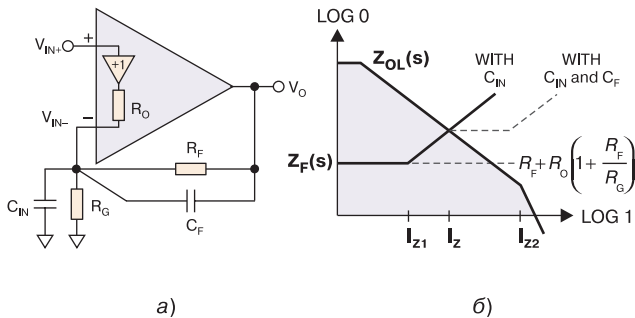


Рис. 5. Схема включения корректирующей емкости C_F в цепь ОС current-feedback ОУ (а) и диаграмма Боде (б), иллюстрирующая расположение нуля и полюса этой схемы

Как следует из (11), положение нуля для схемы, приведенной на рис. 5, находится на частоте $1/[2\pi(R_F || R_G || R_O)C_{IN}]$. За счет низкоимпедансного входа включение емкости C_{IN} практически не приводит к потере устойчивости current-feedback ОУ. Если $R_F=750$ Ом, $R_G=750$ Ом, $C_{IN}=10$ пФ, то нуль в voltage-feedback ОУ находится на частоте 40 МГц, а для current-feedback ОУ с $R_O=40$ Ом – на частоте 400 МГц. Если принять полосу единичного усиления для обоих ОУ равной 500 МГц, то в цепь ОС voltage-feedback ОУ необходимо ввести корректирующий конденсатор для компенсации влияния C_{IN} , однако при этом уменьшается полоса входного сигнала этого усилителя. В current-feedback ОУ точки пересечения находятся на незначительном расстоянии от нулевого полюса и корректирующую емкость включают, если необходимо повысить равномерность АЧХ, причем величина этой емкости минимальна. Для обеспечения запаса по фазе 45° корректирующая емкость C_F выбирается из условия, при котором полюс должен быть расположен в точке пересечения Z_F и Z_{OL} , как это показано на рис. 5, б.

Влияние емкости нагрузки на работу current-feed-back ОУ аналогично влиянию этой емкости на работу voltage-feedback ОУ. Эта емкость приводит к фазовому сдвигу, что, в свою очередь, может вызвать потерю устойчивости ОУ. Имеется довольно много приемов уменьшения влияния этой емкости на качество работы ОУ. Основным из них является последовательное включение резистора на выходе ОУ (рис. 6). Такое включение несколько снижает скоростные параметры ОУ, поэтому последовательный резистор желательно подбирать экспериментально.

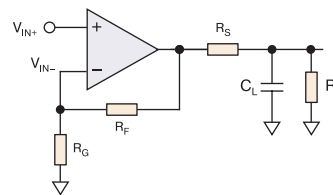


Рис. 6. Схема компенсации влияния емкостной нагрузки на работу замкнутого ОУ

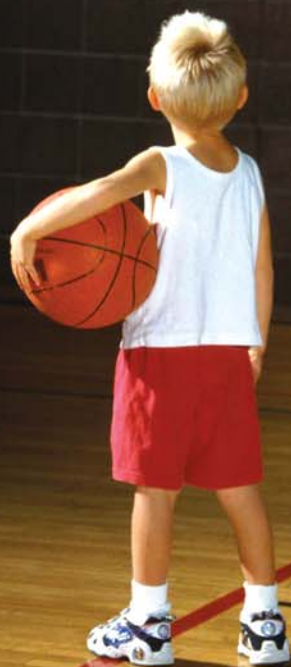
Почему на рынке электронных компонентов практически отсутствуют current-feedback ОУ с однополярным питанием?

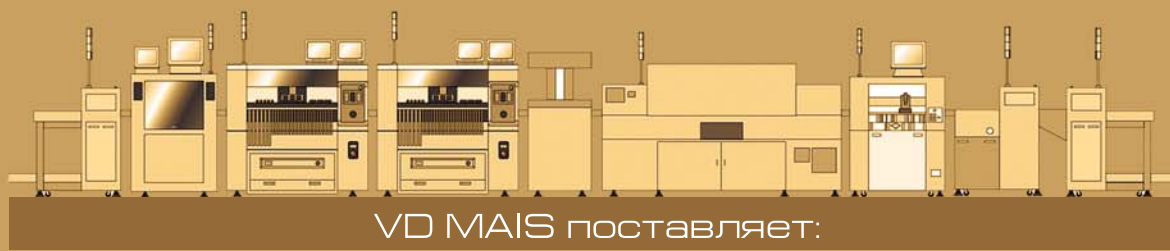
Это связано с тем, что выходным каскадом current-feedback усилителя является эмиттерный повторитель. Так как данные ОУ используются в быстродействующих системах, применение выходного эмиттерного повторителя позволяет максимально увеличить его быстродействие.

Технологический процесс XFCB (extrafast complementary bipolar) фирмы Analog Devices дает возможность выполнить выходной каскад voltage-feedback ОУ с однополярным питанием, полосой не более 160 МГц и скоростью нарастания не менее 160 В/мкс при напряжении питания 5 В (AD8041). Кроме того, входной каскад усилителя с однополярным питанием построен, как правило, на ррп-транзисторах, что позволяет подавать на вход такого ОУ синфазные сигналы, имеющие отрицательную полярность. Несмотря на это, фирма Analog Devices производит current-feedback ОУ с напряжением питания 3 или 5 В. Что надо принимать во внимание при использовании current-feedback ОУ с однополярным питанием? В первую очередь, диапазон входного и выходного сигналов. Если диапазон является rail-to-rail, то применение current-feedback усилителя нецелесообразно. Эти усилители следует применять для обеспечения высокого быстродействия и большого тока нагрузки.

В заключение отметим, что current-feedback ОУ являются специализированными усилителями, в отличие от большинства voltage-feedback ОУ, особенности которых хорошо известны широкому кругу разработчиков. Поэтому, для того, чтобы в полной мере использовать имеющиеся преимущества current-feedback ОУ, необходимо внимательно изучить особенности его применения в проектируемом устройстве.

Будущее
начинается
сегодня...





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



ESSEMTEC



Reddish Electronics



SIMATEC



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

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТОИЗОЛИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ *

Проектирование надежных электронных систем требует немало труда. Выбранные компоненты должны функционировать при различных воздействиях окружающей среды, таких, например, как электромагнитные помехи, электростатические разряды и высокие напряжения. Большую часть этих требований можно выполнить, используя оптоизолирующие компоненты, обеспечивающие согласование уровней сигналов различных цепей и одновременно высокую степень изоляции между ними.

DESIGN CONSIDERATIONS WHEN USING OPTOCOUPLERS

The selected electronic components need to meet environmental conditions that may include electromagnetic noise, electrostatic discharge, common mode transients and high voltages. Optocouplers meet all these challenges by providing signal isolation combined with high voltage insulation.

А. Мельниченко

A. Melnichenko

Компоненты для гальванической развязки электрических цепей используются в случае, когда необходимо защитить оборудование и обслуживающих его операторов от действия высокого напряжения. Эти компоненты и оборудование, в котором они используются, должны соответствовать требованиям документов, регламентирующих безопасность. Назначение этих документов состоит в том, чтобы гарантировать безопасность пользователя и обеспечить руководящими материалами отрасли промышленности, специализирующиеся на выпуске аппаратуры, в которой имеются высокие напряжения. В мире существует много организаций, выпускающих стандарты, поэтому учесть все требования изготовителям и поставщикам оборудования бывает довольно сложно.

Различные регионы мира имеют свои наборы стандартов и организации, выдающие разрешения и сертификаты безопасности для изделий электроники. С увеличением объемов международной торговли возникает необходимость гарантировать безопасность изделий в континентальном или международном масштабе. В таблице 1 приведен перечень организаций, выпускающих стандарты безопасности для электротехнической и электронной аппаратуры в целом и компонентов гальванической развязки в частности.

Следует отметить, что организация DKE является автором стандартов DIN и что по сложившейся традиции некоторые спецификации DIN называют стандартами VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker – общество немецких электротехников). В то время как организация VDE создала оригинальную версию этих спецификаций, ответственность за

поддержку и развитие немецких стандартов лежит на DKE, представляющей также немецкие интересы в организациях CENELEC и IEC.

В таблице 2 приведен перечень стандартов безопасности для различных категорий изделий. Каждый из них является базовым документом и содержит ссылки на многие другие документы. В таблице 3 приведены основные стандарты, касающиеся непосредственно оптоизолирующих компонентов. Ссылки на них можно найти в стандартах, приведенных в таблице 2.

До 2004 года наиболее распространенным стандартом, регламентирующим порядок применения оптоизолирующих компонентов, был стандарт VDE 0884. В настоящее время он заменен стандартом IEC/EN/DIN EN 60747-5-2. Этот стандарт определяет наиболее важные параметры безопасности, такие как максимально допустимое и рабочее напряжения изоляции, размер изоляционного промежутка и другие. Европейский комитет по стандартизации (EN) и национальные организации, такие как немецкая DKE/VDE,

Таблица 1. Перечень организаций, выпускающих стандарты по безопасности эксплуатации электронной аппаратуры

Наименование организации	Сфера деятельности
CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)	Согласование европейских стандартов
UL (Underwriters Laboratories, Inc.)	Стандарты США
IEC (International Electrotechnical Commission)	Международные стандарты по электронике
CSA (Canadian Standards Association)	Стандарты Канады
DKE (Deutscher Elektrotechnische Kommission)	Немецкие стандарты DIN/VDE

* По материалам статьи: Alexander Jaus. Design Considerations When Using Optocouplers. – "Power Systems Design Europe", April 2005.

Таблица 2. Перечень стандартов безопасности для различных категорий изделий

Регион действия, организация	Номера стандартов				
	Все регио-ны, IEC	Европа, CENELEC (EN)	США, UL	Канада, CSA	Германия, DKE/VDE
Промышленное оборудование	204, 604	50178	508	14-M91	160
Оборудование информационных технологий	950	60950	1950	950	60950
Медицинская аппаратура	601	60601	2601-1	601	750
Бытовая техника	65	60065	8730-1	-	860
Измерительное оборудование	1010-1	61010-1	1262	1010	0410, 0411
Телекоммуникационное оборудование	950	60950, 41003	1459	225	804

выпускают регулирующие документы с учетом стандартов IEC. Более подробная информация, касающаяся вопросов применения оптоизолирующих компонентов, содержится в документе Agilent Optocoupler Designer's Guide, доступном в сети Интернет по адресу: www.agilent.com/view/optocouplerguide.

Хотя изоляцию между электрическими цепями или согласование уровней напряжений можно создать различными технологическими приемами (например, с помощью высоковольтных интегральных схем), однако того уровня безопасности, который наиболее полно соответствует требованиям стандартов, можно достичь лишь применением высококачественных импульсных трансформаторов и оптоизолирующих компонентов. Хотя в настоящее время для гальванической развязки могут использоваться и новые компоненты, например, созданные на основе магниторезистивного эффекта, однако, не существует никаких документов, регламентирующих безопасность оборудования при их применении. Разработчики должны знать требования, предъявляемые к изолирующим компонентам проектируемых изделий, и выбирать ту технологию, применение которой обеспечивает выполнение этих требований.

Максимально допустимые напряжения между изолированными цепями зависят от размеров корпуса компонента, электрической прочности диэлектрика изоляции и характеристик материала корпуса, в частности, от параметра CTI диэлектрика (Comparative Tracking Index – сравнительного индекса трекинга). Оптоизолирующие компоненты, прошедшие тестирование согласно стандарту IEC/EN/DIN EN 60747-5-2, сертифицируются как изделия, гарантирующие безопасную эксплуатацию электронных устройств. Кроме того, ссылки на стандарты, регламентирующие требования к этим компонентам, имеются в различных стандартах на оборудование, что оказывает большую помощь при его сертификации.

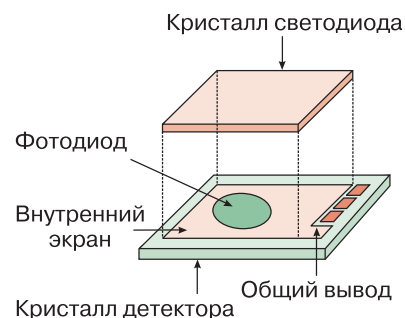
Таблица 3. Перечень стандартов безопасности для оптоизолирующих компонентов

Регион действия, организация	Все регионы, IEC	Европа, CENELEC (EN)	США, UL	Канада, CSA	Германия, DKE/VDE
Стандарты	IEC 60747-5-2	EN 60747-5-2	1577	Component Acceptance Notice #5	DIN EN 60747-5-2

Особенности конструкции оптоэлектронных компонентов

Схемотехники часто сталкиваются с нежелательными эффектами, вызванными наличием синфазных помех. Отказы в работе схемы подавления помех обусловлены, главным образом, высокой скоростью переходных процессов, сопровождающихся появлением токов через паразитную емкость изолирующего слоя. Оптопары имеют очень малые паразитные емкости, величина которых в большинстве случаев не превышает 1 пФ, что существенно меньше, чем емкости между обмотками импульсных трансформаторов, значение которых достигает 40 пФ и более. Ток утечки пропорционален паразитной емкости и может достигать больших значений. Переходный процесс, скорость нарастания напряжения которого достигает 10 кВ/мкс, вызывает ток через эту емкость величиной около 7 мА, что больше чем в 1000 раз превышает рабочий ток фотодиода. Этот ток может нарушить нормальную работу фотодиода, который можно рассматривать, как усилитель-преобразователь сопротивления с большим коэффициентом усиления.

Характеристики оптопары играют основную роль в подавлении синфазных помех. Поэтому при ее конструировании вводится экранирование для того, чтобы

**Конструкция оптоизолирующего компонента фирмы Agilent Technologies**

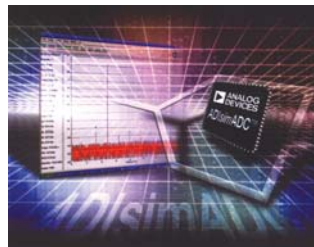
минимизировать ток через паразитную емкость и отвести его как можно дальше от критических точек микросхемы, особенно от места расположения фотодатчика. Фирма Agilent Technologies использует собственную технологию экранирования, обеспечивающую эффективное подавление помех со скоростью нарастания напряжения до 15 кВ/мкс благодаря существенному

уменьшению паразитной емкости между входными цепями и детектором. Конструкция оптокомпонента фирмы Agilent показана на рисунке. Дальнейшего улучшения можно достичь оптимизацией топологии входных цепей и использованием выходного каскада с низким выходным сопротивлением, не требующего привязки к напряжению питания с помощью резистора.

ВИРТУАЛЬНАЯ ОЦЕНОЧНАЯ ПЛАТА ADIsimADC™ *

В настоящее время разработчики микросистемных компонентов наряду с реальными оценочными платами предлагают также виртуальные. В статье рассмотрена виртуальная оценочная плата для тестирования параметров аналогово-цифровых преобразователей известной фирмы Analog Devices.

И. Галелюка



ADIsimADC™ VIRTUAL EVALUATION BOARD

Now manufacturers of microelectronic components offer both real and virtual evaluation boards. In the article it is described virtual evaluation board for estimation of characteristics of analog-to-digital converters of Analog Devices, Inc.

I. Galeyuka

Виртуальные оценочные платы имеют ряд преимуществ перед обычными. Основным из них является экономическая выгода, поскольку виртуальные оценочные платы в основном распространяются изготовителями бесплатно и расходы при их использовании исчисляются стоимостью электроэнергии, которую потребляет персональный компьютер. Недостатком является небольшое покрытие существующей элементной базы, но число моделируемых элементов неуклонно растет.

Виртуальная оценочная плата ADIsimADC™ разработки фирмы Analog Devices служит для оценки параметров аналогово-цифровых преобразователей этой же фирмы и представляет собой прикладное программное обеспечение (ПО), которое встроено в ПО реальных оценочных плат (ADC Analyzer™). При этом не нужно использовать реальную оценочную плату. Для работы виртуальной оценочной платы в ПК должна быть установлена одна из следующих версий операционной системы Windows: Windows 98 (2nd Edition), Windows 2000, Windows Me или Windows XP.

В настоящее время с помощью виртуальной платы ADIsimADC™ можно оценить параметры около двух десят-

ков новых преобразователей, число которых постоянно увеличивается.

Работа виртуальной оценочной платы основывается на аналогово-цифровой поведенческой модели, которая эмулирует работу преобразователей, оперируя многими из критических параметров преобразователей данных, такими как смещение нуля, коэффициент усиления, частота выборки, полоса пропускания, уровень шума и помех, время задержки, линейность по постоянному и переменному току.

Виртуальную оценочную плату можно загрузить в ПК непосредственно из сети Интернет. Страницу платы можно найти согласно алгоритму, показанному на рис. 1, на ней имеется следующая информация: 1) краткие сведения о виртуальной оценочной плате, 2) описание необходимых компонентов для установки и работы виртуальной оценочной платы, включая эти компоненты, 3) файлы документации, 4) файлы поддержки совместной работы с пакетом Matlab и файлы поддержки языков C/C++ (инструкции и файлы драйверов), 5) таблица с перечнем поддерживаемых преобразователей и соответствующие им файлы моделей преобразователей.

Установка виртуальной оценочной платы на ПК достаточно проста. Для этого нужно запустить файл установки про-

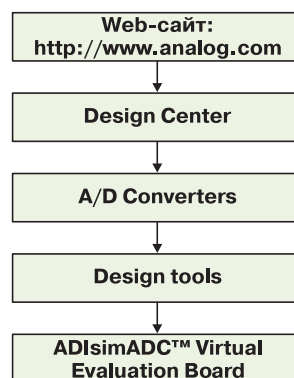


Рис. 1. Алгоритм поиска страницы виртуальной оценочной платы на web-сайте фирмы Analog Devices

* <http://www.analog.com>.

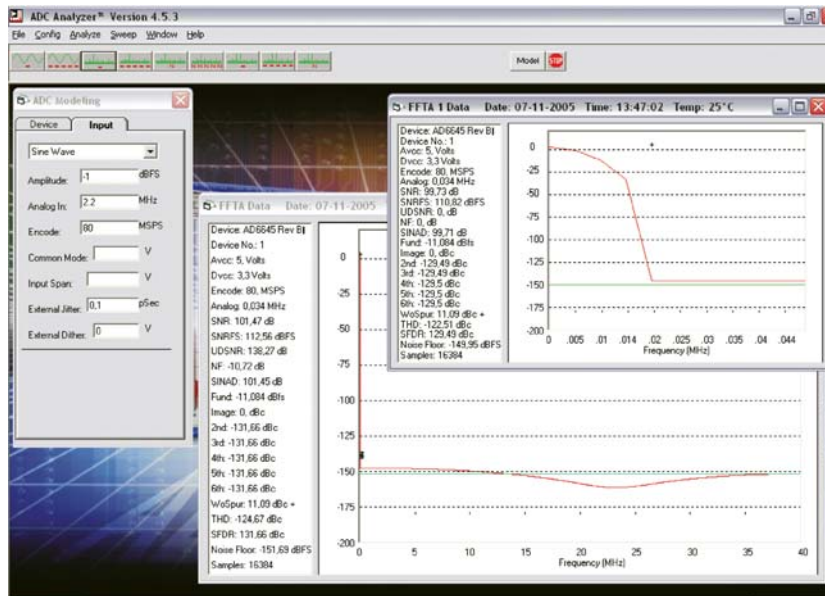


Рис. 2. Пример оценки АЦП AD6645 с помощью виртуальной оценочной платы ADIsimADC™

граммы ADC Analyzer™, в результате чего запустится "мастер установки", который и установит программу. При этом он запросит только информацию о месте установки программы. Следующим этапом будет установка файлов моделей преобразователей, которые должны быть заблаговременно загружены со страницы виртуальной оценочной платы. Модели поставляются как единый заархивированный файл. Для установки данный файл необходимо разархивировать и записать в поддиректорию "Models" той директории, в которую была установлена программа. На этом установка завершена и программа готова к запуску.

Для запуска программы необходимо предварительно запустить файл ADC_Analyzer.exe из директории, в которую была установлена программа. Главное окно программы приведено на рис. 2. Далее для установки ПО в режим виртуальной оценочной платы необходимо выбрать подменю "Buffer" главного меню "Config". В появившемся окне "Buffer memory" из "выпадающего" списка выбрать пункт "Model" и нажать кнопку "OK". При этом возле кнопки "Stop" должна появиться кнопка "Model".

Нажатие на кнопку "Model" вызывает появление окна "ADC modeling", в котором присутствуют две вкладки "Device" и "Input". На первой вкладке с помощью кнопки "..." выбирается модель аналогово-цифрового преобразователя данных из директории, в которой файлы моделей были предварительно сохранены. После выбора модели информация о ней сразу же отображается на первой вкладке.

Перед началом работы необходимо удостовериться в том, что частота выборки (Encode Frequency) для моделируемого преобразователя данных установлена

корректно, поскольку, если она будет завышена или занижена, модель будет работать неправильно. Частота выборки задается из подпункта "FFT" меню "Config".

Убедившись в правильности выбора требуемой модели и заданной частоты выборки, можно выбирать вторую вкладку "Input", которая предназначена для задания входных параметров выбранной модели. На этой вкладке, во-первых, из "выпадающего" меню необходимо выбрать форму сигнала: синусоидальный (Sine wave) или двухтональный сигнал (Two tone). Далее необходимо задать требуемые входные параметры моделируемого преобразователя данных. На этом настройка модели окончена.

После выполнения указанных операций виртуальная оценочная плата с установленной моделью готова к использованию.

С помощью виртуальной оценочной платы можно выполнить следующие функции с моделью преобразователя данных, позволяющие оптимизировать выбор необходимого АЦП:

- **Time Domain (или Time Data)** – анализ данных во временной области
- **Continuous Time Domain (или Continuous Time Data)** – непрерывный анализ данных во временной области
- **FFT** – быстрое преобразование Фурье
- **Continuous FFT** – непрерывное быстрое преобразование Фурье
- **Average FFT** – усреднение быстрого преобразования Фурье (заданного пользователем)
- **Continuous Average FFT** – непрерывное усреднение быстрого преобразования Фурье (заданного пользователем)

- **Two tone** – анализ двухтональных (**two-tone**) сигналов
- **Continuous Two tone** – непрерывный анализ двухтональных (**two-tone**) сигналов
- **Average Two tone** – усреднение двухтональных (**two-tone**) сигналов.

При этом могут быть установлены требуемые амплитуда сигнала, уровень шумов и т.п.

Функции выполняются нажатием на соответствующую кнопку в верхней левой части окна программы. Если функция непрерывна (в названии функции присутствует термин "continuous"), она будет выполняться непрерывно и остановить ее выполнение можно нажатием кнопки "Stop". Если функция не является непрерывной, то после нажатия кнопки результаты сразу будут отображены на экране.

Кроме вышеупомянутых функций в виртуальной оценочной плате имеются еще две функции, которых нет в обычных оценочных платах:

- **Analog Frequency Sweep** – анализ качания частоты
- **Analog Amplitude Sweep** – анализ качания амплитуды.

Последние две функции доступны через меню "Sweep".

В левой части окна результатов в символьно-цифровой форме отображаются заданные пользователем параметры модели, а также параметры, которые получены в результате оценки модели.

Для расширения возможностей анализа данных необходимо щелкнуть правой клавишей манипулятора "мышь" в правой области окна результатов. При этом появится контекстное меню (рис. 3), которое позволяет манипулировать полученными данными (например, масштабировать и экспортировать данные).

Первые три пункта контекстного меню (**H-Zoom**, **V-Zoom**, **X-Y-Zoom**) служат для увеличения по горизонтали, вертикали или в двух измерениях заданной области. Сначала задается произвольная область масштабирования с помощью передвижения курсора "мыши" при нажатой левой клавише, а после выбирается необходимый способ масштабирования. Четвертый пункт **Exact Zoom** служит для задания области масштабирования путем введения точных координат **X** и **Y** в цифровой форме. Пятый пункт меню **Restore** используется для возвращения рабочей области к первоначальному масштабу. Пункт **Spawn** служит для



Рис. 3. Пример контекстного меню

создания копии рабочей области в другом окне для специального анализа. Следующий пункт **Export Data** используется для экспортирования полученных данных в csv-файл, который легко может быть прочитан в пакете Microsoft Excel. Восьмой пункт меню **Comments** служит для оформления комментариев. При печати эти комментарии также будут выводиться на печать. Следующий пункт **Lock Data** доступен только при выполненных функциях **Time Domain** и служит для "замораживания" данных с целью выполнения БПФ (FTT). Последний пункт **FFT Bins** предназначен для изменения размерности оси X с частотной на временную. Также при выполнении БПФ доступны еще два пункта: **FFT Data Write** и **Bin Boundaries**. Первый используется для записи в файл рассчитанных данных БПФ, а второй – для подсвечивания элементов дискретизации, которые использовались для расчета гармонических составляющих.

Виртуальная оценочная плата дает возможность импортировать данные для выполнения БПФ. Данные можно импортировать в двух форматах: **csv** и **ASCII**.

Выводы:

- Виртуальные оценочные платы позволяют с высокой степенью достоверности оценить параметры электронных компонентов, которые в дальнейшем могут быть использованы в законченном изделии.
- Преимуществами этих плат по сравнению с аппаратно реализуемыми являются гибкость, универсальность и простота использования, как правило, бесплатная поставка, более широкий набор анализируемых характеристик, возможность расширения этого набора благодаря совершенствованию модели.
- Недостатком современных виртуальных оценочных плат является ограниченный перечень компонентов, параметры которых могут быть проанализированы в настоящее время. Однако следует отметить, что набор таких компонентов постоянно расширяется за счет включения в его состав вновь создаваемых ИМС, что открывает широкие перспективы применения виртуальных оценочных плат.

VD MAIS
Измерительная техника

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

Дистрибьютор

HAMEG, METEX INSTRUMENTS, TEKTRONIX

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



ИМС ДЛЯ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА RF ICs

Выпуск 5, Том 5, 2005

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

В этом номере

Новые высокочастотные детекторы мощности22

Детектирование мощности в полосе частот от 1 МГц до 8 ГГц ..23

Векторный умножитель для ВЧ/ПЧ диапазона.....24

Разветвитель радиочастот для компьютерных приставок к телевизору25

Первый монолитный I/Q-демодулятор с фазовращателем26

Генератор тактовых импульсов с минимальным дрожанием фронтов27

Недорогой модулятор для промышленной, научной и медицинской аппаратуры28

Высокочастотные синтезаторы, приемопередатчики и передатчики29

Сдвоенный 16-разрядный ЦАП с частотой выборки 1 ГГц30

ADL5330 – высокочастотный VGA-усилитель.....31

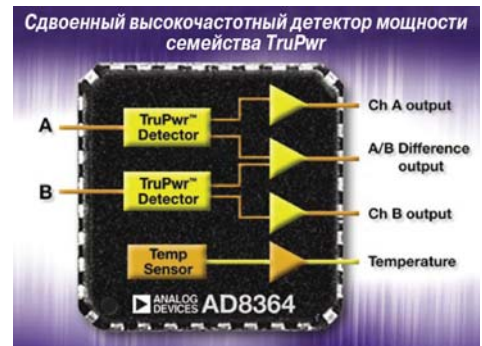
Активные смесители в миниатюрном корпусе32

Сдвоенный высокочастотный детектор мощности

Микросхема AD8364 относится к семейству TruPwr-детекторов мощности. По сравнению с одноканальной ИМС AD8362 новая двухканальная ИМС имеет улучшенную температурную характеристику и меньшую погрешность логарифмической характеристики. ИМС работает в полосе от низких частот до 2.7 ГГц, что позволяет использовать ее в различных системах и устройствах.

Микросхема предназначена для детектирования мощности одновременно по двум каналам. На каждый из каналов могут подаваться разные как по частоте, так и уровню мощности сигналы, что позволяет использовать AD8364 для контроля работы элементов электрической цепи.

AD8364 применяют для измерения сигнала в полосе высоких и промежуточных частот, причем выходные каналы этой ИМС могут быть использованы для управления коэффициентом усиления VGA-усилителей (подобно тому, как это организовано в ADL5330) или коэффициентом затухания аттенюатора для регулировки коэффициента передачи измерительного канала. Автоматический контроль коэффициента усиления используется в твердотельных приемниках и передатчиках, в контроллерах управления температурой и т.п. Приемники могут входить в состав приемопередатчиков базовых станций сотовой связи. В этом случае автоматический контроль коэффициента усиления позволяет уменьшить нелинейные искажения, вносимые усилителем мощности мультинесущих. В дополнительном приемнике детектор AD8364 может с высокой степенью точности устанавливать его коэффициент усиления. Это позволяет исключить контроль и измерение мощности передатчика на каждой из несущих. В усилителе мощности базовой станции детектор AD8364 одновременно измеряет выходную и отраженную от антенны мощность, обеспечивая



постоянство коэффициента стоячей волны напряжения (voltage standing-wave ratio – VSWR).



Перевод с английского
В. Романова.

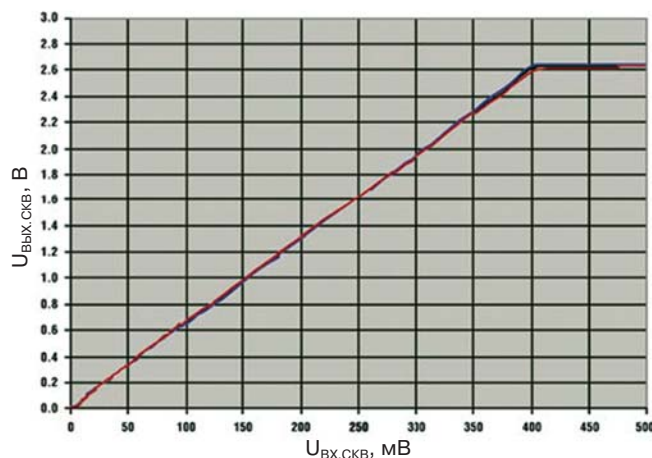
Новые высокочастотные детекторы мощности производства фирмы Analog Devices

За последние три года фирма Analog Devices выпустила более 120 млн логарифмических детекторов мощности, контроллеров и детекторов среднеквадратичной мощности. Большинство из этих ИМС нашло применение в мобильных телефонах и базовых телекоммуникационных станциях. С ростом требований к мобильным телефонам растут требования и к детекторам и, в первую очередь, к их размерам и стоимости.

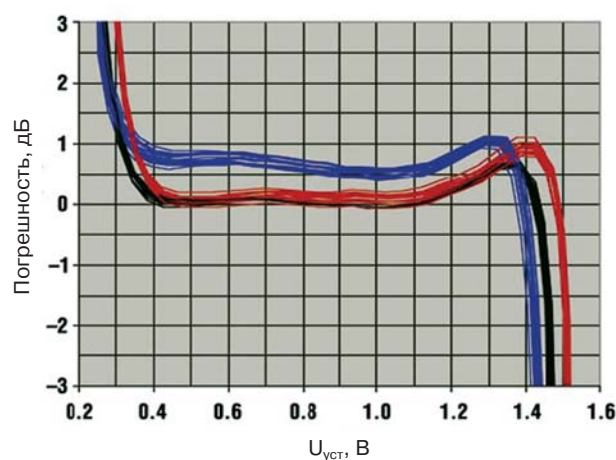
Новые ИМС детекторов и контроллеров фирмы Analog Devices имеют площадь не более 1 мм^2 , при этом технические характеристики новых ИМС выше, чем выпускавшихся до настоящего времени. К таким характеристикам относятся: улучшенная температурная стабильность и точность, расширенный входной динамический и частотный диапазоны. Стабильность характеристик этих ИМС очень высока.

К новым ИМС относятся контроллер мощности с логарифмической характеристикой (AD8311) и логарифмический детектор мощности (AD8312). Каждая ИМС выполнена в WLCSP-корпусе размерами $1 \times 1.5 \text{ мм}$. Обе ИМС детектируют мощность в диапазоне 45 дБ с точностью $\pm 0.5 \text{ дБ}$, причем стабильность работы не зависит от изменения напряжения питания. ИМС работают в диапазоне частот от 100 МГц до 2.7 ГГц. Отметим, что AD8312 может работать в полосе частот от 50 МГц до 3.5 ГГц, что расширяет диапазон ее применения. ИМС ADL5500 – детектор среднеквадратичной мощности семейства TruPwr размерами $1 \times 1 \text{ мм}$, выполненный в корпусе типа WLCSP. Динамический диапазон этой ИМС 40 дБ, погрешность $\pm 0.25 \text{ дБ}$. Погрешность на каждые 20 дБ не более $\pm 0.1 \text{ дБ}$, полоса частот – от 0 до 6 ГГц. При использовании ADL5500 требуется минимальное число внешних компонентов – это развязывающие конденсаторы, согласующие резисторы номиналом 50 Ом и конденсатор – фильтр НЧ.

ADL5500: передаточная характеристика на частоте 900 МГц при температуре -40, +25 и +85 °C



AD8311: зависимость погрешности от величины установившегося напряжения



Детектирование мощности в полосе частот от 1 МГц до 8 ГГц

Совершенствование систем связи невозможно без использования точного контроля и измерения мощности. Это позволяет улучшить системные параметры, включая согласование системных блоков и устройств. Широкополосные беспроводные телекоммуникации, включая стандартные системы (стандарты 802.16/WiMAX/WiBro) и оригинальные устройства работают в диапазонах частот от 2.3 до 2.7 ГГц, от 3.3 до 3.8 ГГц и от 4.9 до 5.8 ГГц. Фирма Analog Devices производит достаточное количество электронных компонентов, удовлетворяющих требованиям этих стандартов.

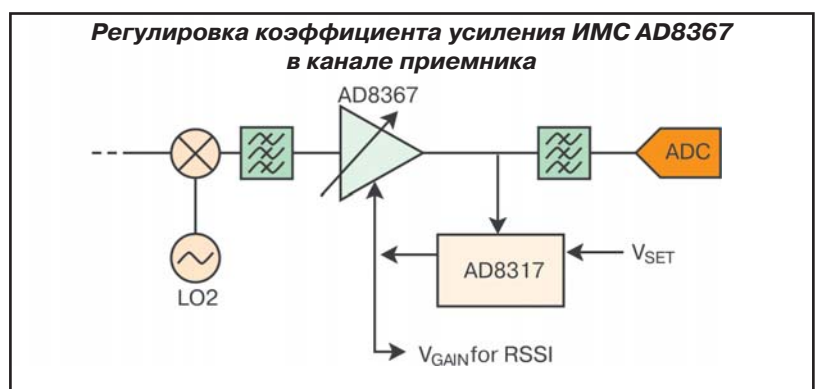
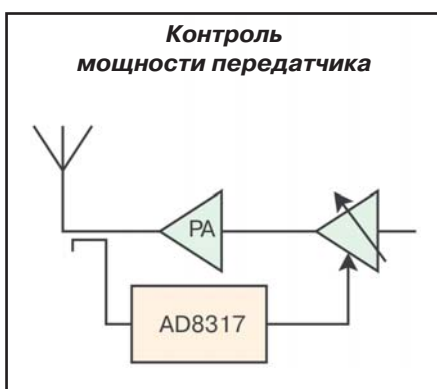
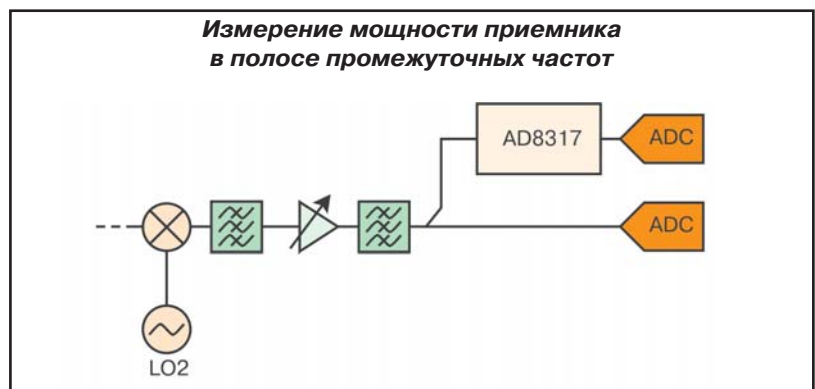
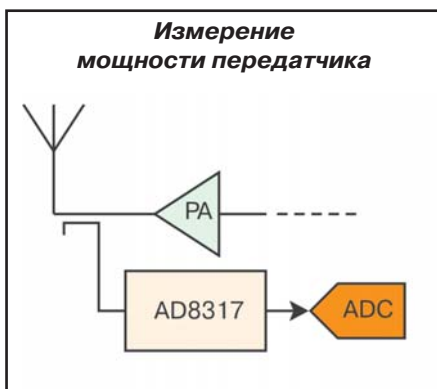
К таким компонентам относятся ИМС AD8317 и AD8318, представляющие собой логарифмические усилители, которые могут быть использованы для точного измерения ВЧ сигналов в диапазоне рабочих частот от 1 МГц до 8 ГГц. Кроме того, эти ИМС могут найти применение в качестве контроллеров мощности. В этом случае выходы данных ИМС используются для регулирования характеристик VGA-усилителей или усилителей мощности. Широкий диапазон рабочих частот AD8317 и AD8318 позволяет использовать их для поддержки всех диапазонов мобильной связи, включая лицензионные и нелицензионные диапазоны, в том числе и для беспроводных телекоммуникаций. Усилители AD8317 и AD8318 обеспечивают измерение мощности с погрешностью ± 1 дБ в динамическом диапазоне не менее 50 дБ. Температурная погрешность не превышает ± 0.5 дБ в диапазоне температур от -40 до 85 °С.

AD8318 используется в базовых станциях. Напряжение питания этой ИМС 5 В, динамический диапазон 55 дБ, ток управления 60 мА. Встроенный температурный сенсор может быть использован в системах температурного мониторинга. Время реакции в полосе частот 60 МГц составляет 10 нс. Тип корпуса AD8318 16-LFCSP размерами 4x4 мм.

Малые габариты и минимальное потребление позволяют использовать эти ИМС в портативных устройствах. AD8317 выпускается в корпусе 8-LFCSP размерами 2x3 мм. Ток потребления этой ИМС 20 мА, напряжение питания от 2.7 до 5.5 В. Динамический диапазон AD8317 составляет 50 дБ, время реакции 5 нс в полосе частот 125 МГц.

- диапазон рабочих частот от 1 МГц до 8 ГГц
- погрешность не более ± 1 дБ
- динамический диапазон 50 дБ
- температурная погрешность ± 0.5 дБ в диапазоне температур от -40 до 85 °С
- время реакции 5 нс

Примеры применения AD8317 для измерения и контроля мощности в приемниках и передатчиках



Векторный умножитель для ВЧ и ПЧ диапазона

ADL5390 – широкополосный умножитель, предназначенный для применения в различных устройствах и системах.

Если на два высокочастотных входа поступают квадратурные сигналы от внешних источников, ADL5390 используется как векторный модулятор или как аттенуатор/фазовращатель. Каналы ADL5390 – линейны, что позволяет обеспечить модуляцию и регулирование входного высокочастотного сигнала. ИМС содержит вывод для регулирования коэффициента усиления, что позволяет изменять амплитуду сигнала в диапазоне от 5 до -30 дБ и фазовый сдвиг в диапазоне 360°.

Если два входных ВЧ сигнала независимы, ADL5390 может быть использован как уплотнитель-мультиплексор 2:1, а также обеспечивать поочередное затухание сигнала то в одном, то в другом канале. Если на входы ADL5390 поступают квадратурные сигналы от одного источника, он может быть использован как аналоговый I/Q-модулятор. Вывод ИМС для регулирования коэффициента усиления позволяет управлять аналоговыми I/Q-сигналами в полосе до 230 МГц. ADL5390 – новая ИМС, которая относится к семейству векторных ВЧ модуляторов. В ее составе имеется разветвитель для коррекции амплитуды и фазы (в диапазоне от 0 до 90°) модулируемых несущих.

Перечень других ИМС в составе семейства ВЧ модуляторов/умножителей:

- AD8340 – векторный модулятор в полосе частот от 700 МГц до 1 ГГц
- AD8341 – векторный модулятор в полосе частот от 1.5 до 2.4 ГГц
- ADL5390 – векторный умножитель в полосе частот от 20 МГц до 2.4 ГГц.

- диапазон рабочих частот от 20 МГц до 2.4 ГГц
- управление амплитудой в диапазоне 35 дБ
- частотный диапазон I/Q-сигналов от 0 до 230 МГц
- точка пересечения третьего порядка 25 дБ
- сжатие сигнала в диапазоне 13 дБ с шагом 1 дБ
- наличие блокировки выхода
- напряжение питания 5 В
- тип корпуса 24-LFCSP

ADL5390: ВЧ/ПЧ векторный умножитель

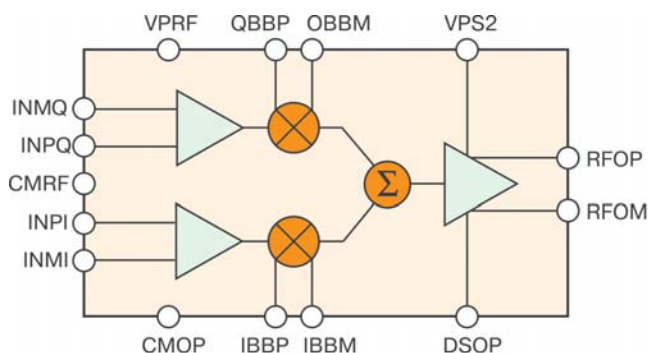
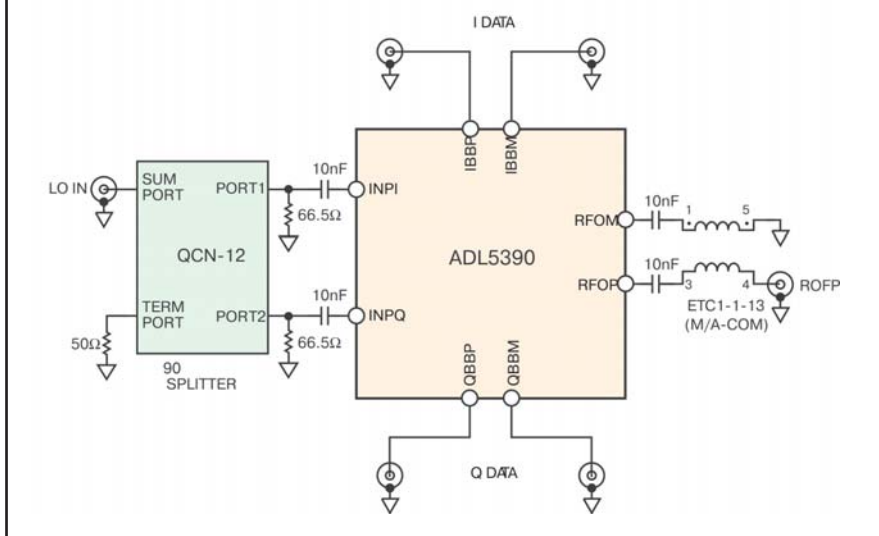


Схема включения векторного I/Q-модулятора ADL5390



I/Q-входы обеспечивают непосредственное подключение ЦАП с полосой частот от 0 до 230 МГц.

Активный разветвитель радиочастот для компьютерных приставок к современным TV-приемникам

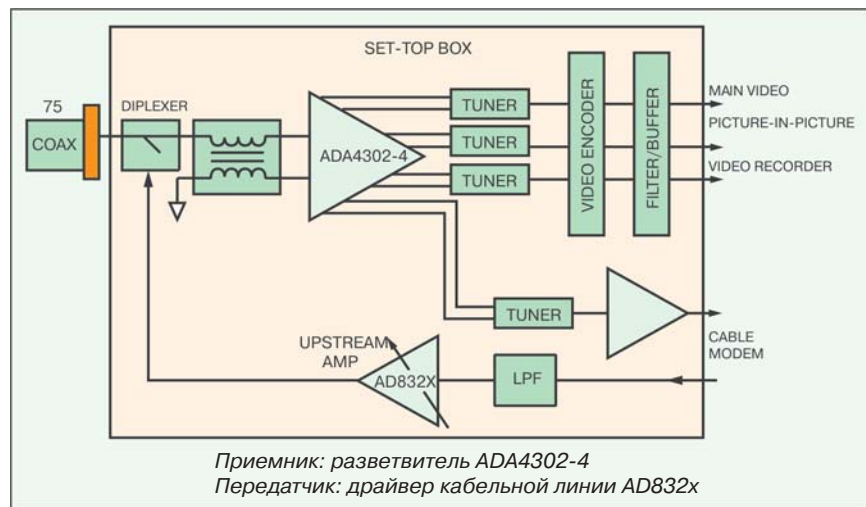
Появление на рынке электронных компонентов мультитюнеров привело к созданию ИМС, выполняющих разветвление высокочастотного сигнала на несколько потоков, причем разветвление сопровождается интегрированием и усилением этого сигнала. К таким элементам относится ИМС фирмы Analog Devices ADA4302-4, представляющая собой активный разветвитель сигналов радиочастотного диапазона.

ADA4302-4 является активным элементом, осуществляет разветвление сигналов практически без потерь. Инновационная ИМС используется в мультитюнере компьютерной приставки, кабельных разветвителях, современных TV-приемниках, селекторах видеосигналов и данных. ADA4302-4 имеет дифференциальный вход и четыре дифференциальных выхода, которые обеспечивают разветвление высокочастотного входного сигнала. Выходные каналы могут включать тюнер изображения, тюнер picture-in-picture, регистратор цифровых видеосигналов и кабельный модем. Традиционное решение такой задачи до настоящего времени заключалось в использовании пассивных дискретных разветвителей с усилителями с фиксированным коэффициентом усиления.

Несмотря на существующее решение, основанное на применении большого числа дискретных компонентов для разветвления сигнала и последующего усиления его мощности, использование ИМС ADA4302-4 для разветвления радиочастотных сигналов позволяет снизить шум-фактор на 2 дБ и уровень перекрестной помехи на 25 дБ. ИМС выполнена в миниатюрном корпусе размерами 4×4 мм.

Разделяя без потерь входной сигнал на четыре потока, новая ИМС снижает уровень шумов, упрощает проектирование мультитюнеров и позволяет снизить стоимость проектируемых устройств. Снижение уровня шумов и искажений позволяет повысить чувствительность перспективных TV-приемников к сигналам малой мощности и, как результат, обеспечить более высокое качество изображения.

Функциональная схема компьютерной приставки к TV-приемнику



- напряжение питания 5 В
- полоса частот при работе на телевизионный кабель от 54 до 865 МГц
- частота среза 1.3 ГГц
- коэффициент усиления на канал 4.6 дБ
- шум-фактор 4.4 дБ
- уровень изоляции между каналами 25 дБ
- уровень искажений -80 дБн
- разветвление входного сигнала без потерь на четыре потока
- обеспечение высокого качества видеосигналов или данных при одновременном выполнении операций picture-in-picture, регистрации цифровых

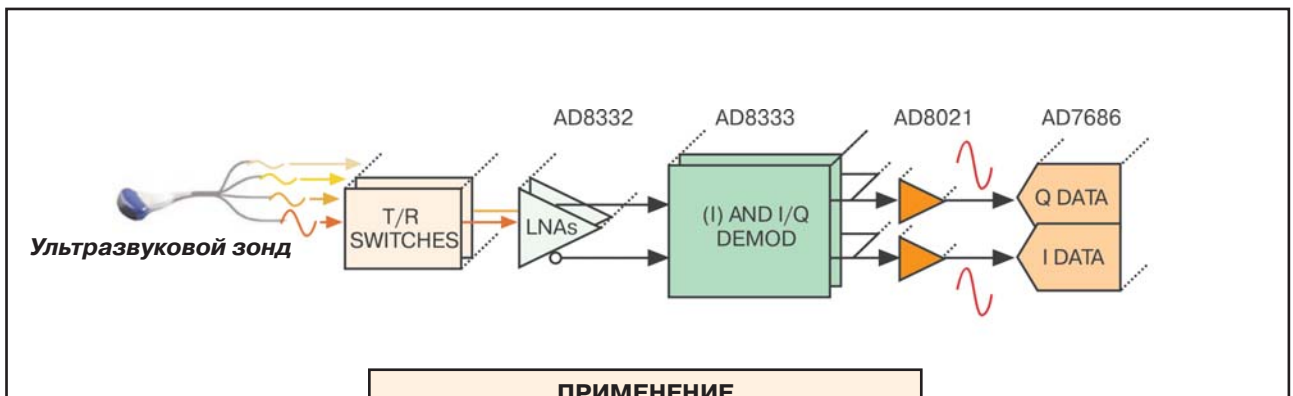
- видеосигналов и передачи данных по широкополосному кабельному модему
- низкий уровень шумов и искажений обеспечивает более высокий уровень чувствительности TV-приемников и способствует повышению качества изображения
- дифференциальная схема обеспечивает высокую линейность в широком частотном диапазоне при работе на TV-кабель
- выходные каналы независимы, что обеспечивает гибкость применения
- замена большого числа дискретных компонентов при использовании интегрального разветвителя

Первый монолитный I/Q-демодулятор с фазовращателем

Микросхема AD8333 – монолитный I/Q-демодулятор с фазовращателем. Это первая в мире ИМС такого типа, которая может быть использована как диаграммо-формирующее устройство антенной решетки, в медицинской ультразвуковой аппаратуре, радарх и интеллектуальных антеннах мобильных средств связи. Динамический диапазон AD8333 – 162 дБ/Гц на канал (I/Q-демодулятор имеет диапазон 165 дБ/Гц на канал). До появления этой ИМС подобные устройства строились с применением линий задержки, матричных коммутаторов и усилителей. Они имели большие размеры и потребление, а также высокую стоимость. С появлением ИМС AD8333 размерами 5×5 мм в корпусе типа CSP габариты, мощность и стоимость проектируемых устройств могут быть существенно уменьшены. AD8333 применяется в радиоприемниках систем с разнесением по частоте, к которым предъявляются жесткие требования по согласованию I/Q-демодуляторов.

Выход AD8333 может быть непосредственно подключен к малому шумящему предусилителю (LNA) типа AD8332. Для создания квадратурного сигнала выход генератора разветвляется на четыре канала, которые управляют смесителями. В формирователях незатухающих гармонических волн доплеровских измерителей микросхема AD8333 обеспечивает суммирование когерентных сигналов и регулировку фазы каждого из входных каналов с инкрементом 22.5°, осуществляя выбор сигнала независимо для каждого канала. Вывод начальной установки ИМС AD8333 используется для синхронизации работы нескольких кристаллов, начиная с заданного квадранта. Например, если ИМС1 типа AD8333 используется как источник сигнала, а ИМС2 имеет фазовый сдвиг I/Q-сигнала на 45°, выбирается соответствующий код для выравнивания фазового сдвига между двумя ИМС. Выходные сигналы I/Q в этом случае пригодны для суммирования.

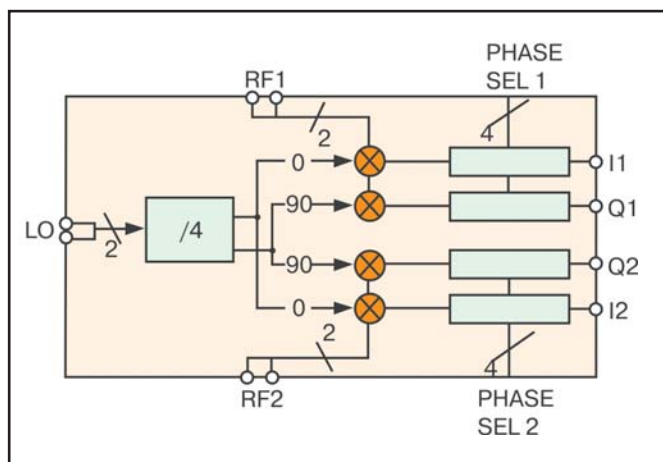
ИМС AD8333 выпускается в корпусе 32-LFCSP размерами 5×5 мм, обеспечивающем работу в диапазоне температур от -40 до 85 °С.



ПРИМЕНЕНИЕ

- визуализация изображений в медицинской ультразвуковой аппаратуре
- фазовые решетки для радаров и адаптивных антенн
- телекоммуникационные приемники

- напряжение питания ± 5 В
- мощность потребления 190 мВт/канал
- селектор фазы для каждого выхода со сдвигом 22.5° на один шаг
- погрешность квадратурной демодуляции:
 - по фазе $\pm 0.5^\circ$
 - по амплитуде ± 0.25 дБ
- полосы частот: $4 \times f_{\text{гетеродина}}$, НЧ-200 МГц, ВЧ, НЧ-50 МГц
- мощность гетеродина - 10 дБм на нагрузке 50 Ом
- выходной сигнал гетеродина 200 мВ (от пика к пику)



Генератор тактовых импульсов с минимальным дрожанием фронтов для сверхбыстродействующих АЦП

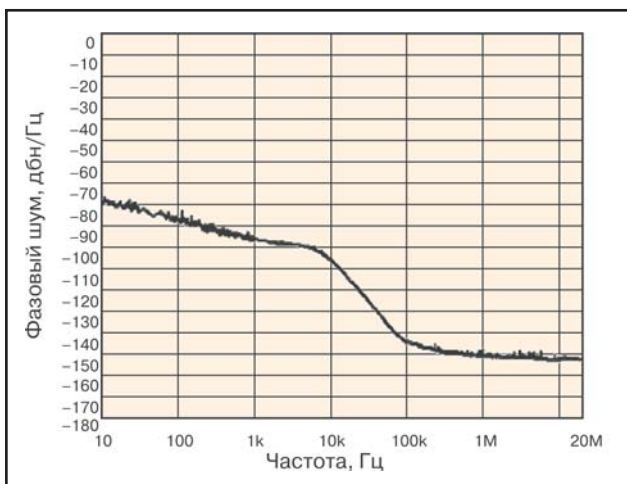
Высококачественные 14-разрядные АЦП поддерживают частоту выборки от 40 до 105 МГц и имеют отношение сигнал/шум 75 дБ. Для обеспечения работы быстродействующих АЦП необходимо формировать тактовые импульсы с минимальным дрожанием фронтов. Генератор AD9540 предназначен для поддержки работы таких АЦП. Генератор построен на переключателях тока, совместим с LVPECL-микросхемами и имеет частоту импульсов не менее 655 МГц, причем импульсы отличаются минимальным дрожанием фронтов. Использование такого генератора совместно с быстродействующим АЦП минимизирует погрешность преобразователя.

Генератор AD9540 используется не только с АЦП. Он может работать совместно с прямыми цифровыми синтезаторами в цепи ОС, что позволяет улучшить регулировку частоты и фазы синтезатора в субмикронном диапазоне и превзойти по этому параметру синтезаторы на основе ФАПЧ.

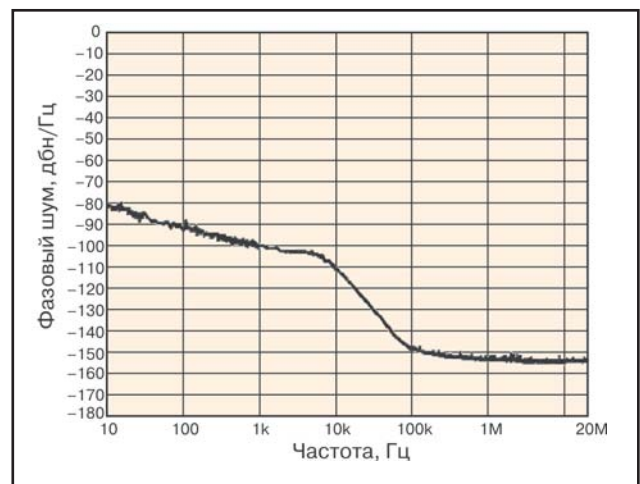


AD9540

\$ 9.95 *



Фазовый шум генератора на частоте 105 МГц (тактовый генератор АЦП)



Фазовый шум генератора на частоте 622 МГц (синхронизация оптических сетей)

* Цена FOB USA в партии 1000 шт.

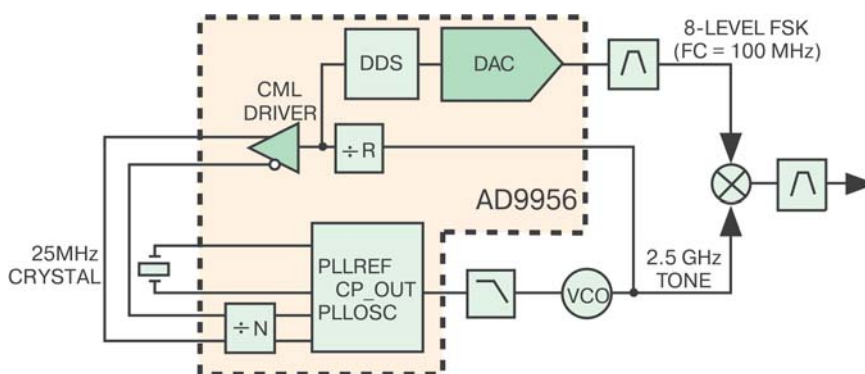
Недорогой модулятор для промышленной, научной и медицинской аппаратуры

При разработке систем связи усилия разработчиков направлены на поиски оптимальных решений при построении систем модуляции. В большинстве новых систем целесообразно использовать монолитные модуляторы, которые, как правило, отвечают всем системным требованиям. Однако в ряде случаев необходимы модуляторы с высокой степенью гибкости характеристик. Так, например, в промышленной, научной и медицинской аппаратуре используются различные форматы частот с разным разносом каналов и т.п. При построении такой аппаратуры прежде всего обращают внимание на стоимость, гибкость, размеры компонентов.

- тактовая частота внутреннего DDS-синтезатора 400 МГц
- разрядность командного слова для подстройки частоты 48 бит
- разрядность командного слова для смещения фазы 14 бит
- встроенный 14-разрядный ЦАП с высокими характеристиками
- динамический диапазон неискаженного сигнала 80 дБ на частоте 160 МГц (при смещении ± 100 кГц)
- встроенный фазовый детектор с частотой входного сигнала 200 МГц
- предварительный делитель частоты до 655 МГц с коэффициентом деления от 1 до 16

Решение

Для таких систем фирмой Analog Devices разработано семейство модуляторов AgileRF. К этому семейству относится модулятор AD9956, отличающийся гибкостью параметров и небольшим числом функциональных узлов. В составе AD9956 имеется прямой цифровой синтезатор, фазочастотный детектор и генератор подкачки заряда. Как видно из функциональной схемы, на основе AD9956 может быть построен модулятор с широкими функциональными возможностями. Наличие ФАПЧ позволяет организовать на его основе гетеродин. Наличие прямого цифрового синтезатора в составе AD9956 дает возможность организовать восьмиуровневую частотную или фазовую манипуляцию. Формат модуляции программно заносится в регистр и может быть легко изменен. Выходы ФАПЧ- и DDS-синтезатора при подключении к смесителю образуют преобразователь с повышением частоты сигнала (см. функциональную схему), после фильтрации которого можно получить желаемую боковую полосу. Такое решение не предусматривает формирования полосы с ограничением, однако, в смесителях с подавлением зеркального канала это, как правило, не требуется.



Пунктиром отмечена ИМС AD9956

AD9956

\$ 17.24

С организацией работы DDS-синтезаторов можно ознакомиться, посетив Интернет-семинар по адресу: www.analog.com/onlineseminar.

Синтезаторы на основе ФАПЧ, высокочастотные приемопередатчики и передатчики фирмы Analog Devices

Фирма Analog Devices предлагает широкий набор синтезаторов на основе ФАПЧ, высокочастотных приемопередатчиков и приемников, включая программные средства поддержки, обеспечивающие применение этих ИМС в различных устройствах и системах. К преимуществам этих ИМС относятся минимальное число используемых компонентов и невысокая стоимость при системном применении, простота использования и минимальное время проектирования новых изделий на основе данных микросхем. Новые ИМС фирмы Analog Devices позволяют улучшить характеристики проектируемых изделий и их эксплуатационную гибкость.

Набор ИМС фирмы Analog Devices:

Синтезаторы на основе ФАПЧ

Фирма Analog Devices предлагает широкий набор синтезаторов на основе ФАПЧ, которые могут быть использованы в беспроводных базовых станциях и системах связи, радиоприемниках, промышленных системах, измерительных приборах и тестовом оборудовании. ИМС семейства ADF4x (одинарные и вдвойные синтезаторы на основе ФАПЧ) как целочисленные, так и дробные, являются лучшими в своем классе устройствами как по техническим характеристикам, так и по уровню шумов и степени интеграции.

Программные средства поддержки синтезаторов на основе ФАПЧ

Виртуальные оценочные платы ADIsimPLL являются мощным средством отладки таких синтезаторов. Программное обеспечение ADIsimPLL позволяет исключить из процесса отладки операции, требующие больших временных затрат, повысить точность синтезатора и ускорить процесс проектирования нового изделия. Отладочное программное обеспечение (простое в использовании) может быть загружено непосредственно из сети Интернет. Адрес web-сайта: www.analog.com.

Микросхемы синтезаторов на основе ФАПЧ и генераторов, управляемых напряжением

Микросхемы фирмы Analog Devices семейства ADF44360x – это синтезаторы на основе ФАПЧ и генераторы, управляемые напряжением (ГУН), которые предназначены для работы в широкой полосе частот от 65 МГц до 2.725 ГГц. Семейство содержит девять ИМС целочисленных синтезаторов на основе ФАПЧ, которые включают ГУН, что позволяет исключить дополнительные ИМС и дискретные компоненты и тем самым уменьшить габариты и стоимость проектируемого изделия. В составе семейства семь ИМС, частотный диапазон которых устанавливается встроенным дросселем, при этом полоса находится в пределах от 1.05 ГГц до 2.725 ГГц. Еще две ИМС работают совместно с внешним дросселем, который позволяет установить любую центральную частоту в полосе от 65 МГц до 1.800 ГГц. Широкая полоса частот этих ИМС обеспечивает их применение в различных устройствах, таких как беспроводные базовые станции, беспроводные ЛВС и устройства беспроводного доступа. ИМС программируются через простой трехпроводный интерфейс, напряжение питания составляет от 2.7 до 3.3 В и может быть отключено в режиме ожидания. ИМС семейства ADF44360x имеют минимальные фазовые шумы, высокую эксплуатационную гибкость, что позволяет использовать их в беспроводных телекоммуникациях, промышленных системах и измерительных приборах.

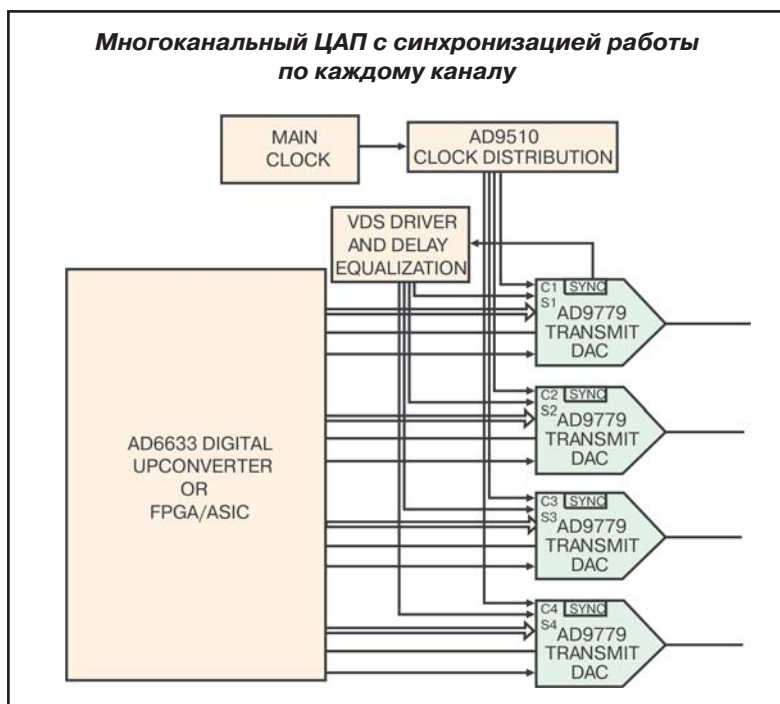
ИМС приемопередатчиков и передатчиков

Фирма Analog Devices предлагает широкий набор приемопередатчиков и передатчиков для маломощных однокристалльных радиосистем. Их применение ускоряет проектирование и уменьшает стоимость новых изделий. ИМС ADF7012 относится к классу СВЧ-/СВЧ-устройств и представляет собой передатчик с полосой от 50 МГц до 1 ГГц. ИМС применяется в системах дистанционного высокочастотного контроля, в беспроводных сенсорах и дистанционных устройствах ввода. ИМС ADF7020 и ADF7025 – приемопередатчики в полосе частот от 433 до 982 МГц, которые применяются в беспроводных видео-/аудиосистемах сигнализации, системах безопасности, автоматических считывателях показаний и измерительных приборах, в беспроводных системах с распределенными сенсорами.

Подробную информацию об ИМС приемопередатчиков, передатчиков и синтезаторов на основе ФАПЧ можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com

Первый в мире сдвоенный 16-разрядный ЦАП с частотой выборки 1 ГГц

Требования стандартов к высокочастотным телекоммуникационным системам, к которым относятся, прежде всего, стандарты WCDMA, CDMA2000, TD-SCDMA и WiMAX, направлены на развитие передающих каналов, включая интеллектуальные антенные системы, увеличение их числа, высококачественную синхронизацию работы и т.п. Интеллектуальные антенные системы должны получать сигналы выборки от управляющих ЦАП в единые моменты времени. Наличие в составе высокочастотных ЦАП с интерполяцией синхронных делителей частоты может вместе с тем привести к временному рассогласованию работы преобразователей в разных каналах.



ИМС AD9776/AD9778/AD9779 представляют собой семейство совместимых по выводам передающих ЦАП (TxDAC) с разрешением 12/14/16 бит. Это сдвоенные преобразователи с интерполяцией выходного сигнала. Встроенное устройство синхронизации обеспечивает синхронную работу множества таких ЦАП с минимальным рассогласованием на частоте выборки до 1 ГГц. Программируемые линии задержки в цепи синхронизации и выборки данных поддерживают гибкость эксплуатации и обеспечивают требуемое время выборки и хранения. Максимальное временное рассогласование работы таких ЦАП не превышает 300 пс. Таким образом, ЦАП семейства AD977x являются идеальными устройствами для использования в цепях синхронизации интеллектуальных антенных систем.

Благодаря использованию новой субмикронной CMOS-технологии (0.18 мкм) семейство преобразователей AD977x отличается минимальным уровнем шумов и искажений, а также сверхнизким среди ближайших аналогов потреблением. Эти ЦАП отвечают требованиям, предъявляемым не только к создаваемым, но и к перспективным системам нового поколения. В дополнение отметим, что сдвоенный 16-разрядный ЦАП с частотой выборки 1 ГГц имеет уровень шумов на 4 дБ меньше и уровень интермодуляционных искажений на 15 дБ ниже на частоте выходного сигнала 70 МГц по сравнению с ближайшими аналогами. Мощность потребления этого ЦАП составляет 600 мВт на частоте выборки 500 МГц и 1 Вт на частоте выборки 1 ГГц.

В составе AD9779 имеется встроенный интерполяционный фильтр, комплексный цифровой модулятор и цифровой смеситель. Наличие этих узлов в ЦАП позволяет упростить цепи интерфейса и обработки цифровых сигналов, которые до настоящего времени строились на ПЛИС типа FPGA и заказных БИС типа ASIC. Кроме того, наличие в ЦАП узлов цифровой фильтрации упрощает схему построения аналогового восстанавливающего фильтра, что позволяет уменьшить размеры и стоимость проектируемого устройства в целом и повысить технологичность его производства.

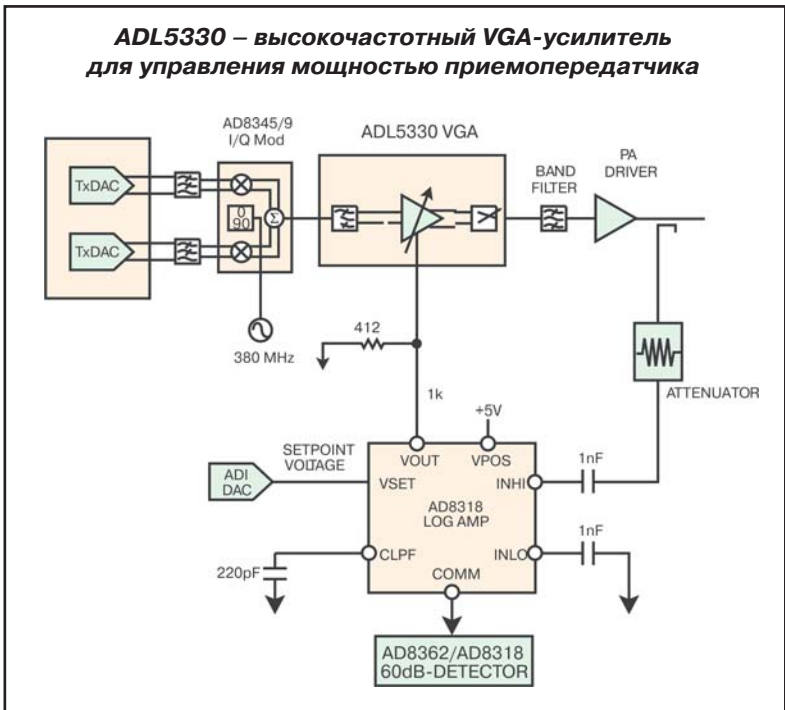
Тип ЦАП	Разрешение, бит	Динамический диапазон неискаженного сигнала, дБн (на частоте 70 МГц)	Интермодуляционные искажения, дБн (на частоте 70 МГц)	Согласование соседних каналов по токам утечки, дБн (на частоте 61.44 МГц)	Стоимость, \$
AD9779	16	88	83	77	27.95
AD9778	14	84	80	75	24.95
AD9776	12	78	74	72	19.95

ADL5330 – высокочастотный VGA-усилитель для управления мощностью приемопередатчика

ИМС ADL5330 – широкополосный VGA-усилитель, предназначенный для управления величиной коэффициента усиления и уровнем мощности в полосе частот до 3 ГГц в передатчиках и приемниках. В его составе имеется входной усилитель, аттенуатор и выходной усилитель. Имеющийся в приемнике стандартный VGA-усилитель, состоящий из аттенуатора, включенного на выходе усилителя с фиксированным коэффициентом усиления, обеспечивает изменение уровня входного сигнала в зависимости от его мощности. Выходной сигнал приемника ограничивается, причем уровень этого ограничения зависит от величины входного сигнала. В передатчике VGA-усилитель используется для управления коэффициентом усиления и мощностью последнего каскада усилителя мощности, причем уровень ограничения не связан с величиной входного сигнала.

Усилитель ADL5330 имеет линейный (в логарифмической шкале) диапазон регулировки (60 дБ) коэффициента усиления с возможностью регулировки от -40 до 20 дБ. Шум-фактор усилителя практически не изменяется во всем диапазоне регулировки коэффициента усиления в полосе частот до 3 ГГц, что позволяет использовать его в широкополосных каналах приемников и передатчиков.

Усилитель ADL5330 непосредственно управляет характеристиками усилителя мощности. Мощность выходного сигнала драйвера VGA-усилителя составляет 23 дБм в полосе 450 МГц, 22 дБм в полосе 900 МГц и 14 дБм в полосе 2.2 ГГц, что позволяет минимизировать коэффициент усиления усилителя мощности. На рисунке приведена схема управления логарифмическим усилителем AD8318. Вместо AD8318 может быть использован детектор AD8362 семейства TruPwr. Детектор мощности измеряет разностный сигнал между заданным и выходным сигналом, например, передатчика. Выходное напряжение ИМС детектора (VOUT) регулирует коэффициент усиления VGA-усилителя. Дополнительную информацию об усилителе ADL5330 можно получить в техническом описании (data sheet).



ADL5330

\$ 4.98

AD8318

\$ 5.99

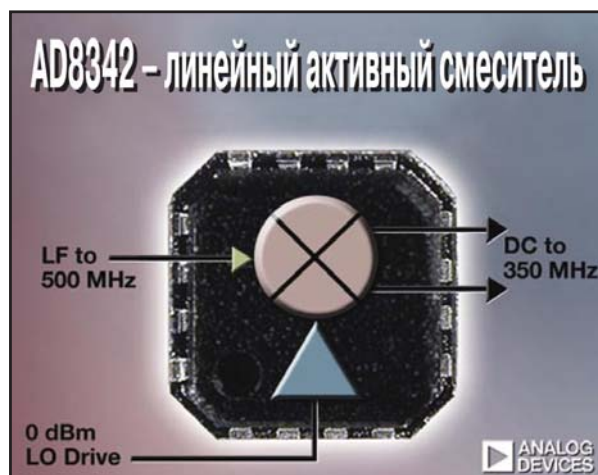


Корпус типа LFCSP размерами 4×4 мм

- полоса пропускания от 10 МГц до 3 ГГц
- высокая линейность при выходной мощности 31 дБм в полосе до 900 МГц
- линейный (в логарифмической шкале) диапазон регулировки коэффициента усиления составляет 60 дБ
- напряжение питания от 4.75 до 5.25 В
- тип корпуса LFCSP размерами 4×4 мм

Активные смесители в миниатюрном корпусе

ИМС AD8344 и AD8342 – активные смесители, предназначенные для применения в приемниках беспроводных систем связи. Смесители обеспечивают частотную селекцию в диапазоне промежуточных частот и выполнены в миниатюрном корпусе. Они имеют минимальное потребление и, в отличие от пассивных смесителей, не требуют дополнительных компонентов. В их составе имеется драйвер гетеродина, который обеспечивает согласование по усилению гетеродина и смесителя. Напряжение питания рассмотренных ИМС составляет 5 В, корпус типа LFCSP размерами 3×3 мм.



Особенности AD8342:

- ширина полосы ВЧ-порта от НЧ до 500 МГц
- коэффициент передачи преобразователя 3 дБ
- шум-фактор 12 дБ
- мощность входного сигнала (IP3) 24 дБм
- мощность входного сигнала (P1) 8.5 дБм
- мощность входного сигнала драйвера гетеродина 0 дБм
- однопроводный драйвер с входным сопротивлением 50 Ом.

Особенности AD8344:

- ширина полосы ВЧ-порта от 400 МГц до 1.2 ГГц
- коэффициент передачи преобразователя 4.5 дБ
- шум-фактор 10.5 дБ
- мощность входного сигнала (IP3) 24 дБм
- мощность входного сигнала (P1) 8.5 дБм
- мощность входного сигнала драйвера гетеродина 0 дБм
- однопроводный ВЧ-вход и драйвер с входным сопротивлением 50 Ом.



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. Жиланская, 29, а/я 942
01033 Киев, Украина
Тел.: +380-44-492-8852
Факс: +380-44-287-3668
E-mail:
info@vdmiais.kiev.ua
Интернет:
<http://www.vdmiais.kiev.ua>

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:

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



Внимание подписчиков ЭКИС!

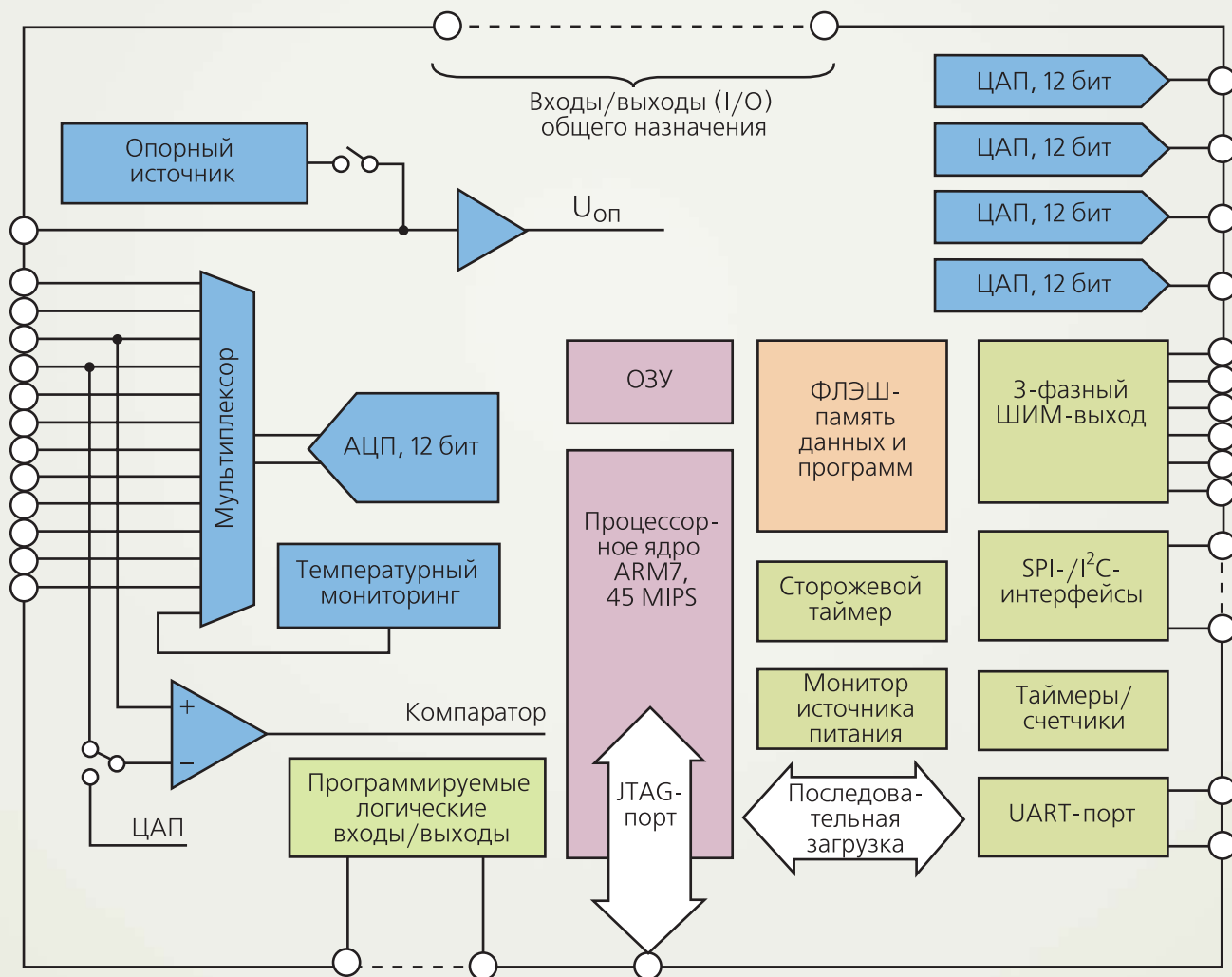
Вышли из печати новые каталоги, изданные VD MAIS:

"Измерительные приборы", "Микросхемы Analog Devices", "Профессиональное оборудование для производства и ремонта электронной техники", а также компакт-диски с перечнями и техническими характеристиками изделий компаний: Analog Devices, Sonitron, Tyko Electronic, Geyer Electronics, Rit-tal, Schroff, Cotco, Kingbright, Agilent Technologies, Fordata, WAGO, LAPPKABEL, PAPST, Medisoncable.

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

Каталоги и диски бесплатно рассылаются по запросу оформившим подписку на 2005 г.

Микроконвертеры ADuC702x с ядром ARM7 производительностью 45 MIPS



ADuC7020: 5 АЦП, 4 ЦАП, 6×6 мм
 ADuC7021: 8 АЦП, 2 ЦАП, 6×6 мм
 ADuC7022: 10 АЦП, 0 ЦАП, 6×6 мм
 ADuC7024: 10 АЦП, 2 ЦАП, 9×9 мм
 ADuC7025: 12 АЦП, 0 ЦАП, 9×9 мм
 ADuC7026: 12 АЦП, 4 ЦАП, 14×14 мм
 ADuC7027: 16 АЦП, 0 ЦАП, 14×14 мм



VD MAIS – официальный дистрибьютор фирмы Analog Devices в Украине
 тел.: (044) 492-8852, info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

**ANALOG
DEVICES**
www.analog.com



ДАТЧИК ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ДБ-9

В статье представлена новая модификация датчика, предназначенного для измерения относительной влажности воздуха и невзрывоопасных газов в диапазоне температур от -5 до 80 °С.

В. Петренко, А. Цубин, Л. Ковальчук

RELATIVE AIR HUMIDITY PROBE ДБ-9

This paper discusses the new modification of relative humidity probe ДБ-9. The ДБ-9 is for operating temperature range -5...80 °С.

V. Petrenko, A. Tsubin, L. Kovalchuk

В [1, 2] был представлен аналоговый датчик относительной влажности воздуха ДБ-8, предназначенный для использования в камерах сушки промышленных продуктов. Датчик ДБ-8 производится в промышленном исполнении и оснащается специальным фильтром для защиты от воздействия окружающей среды. Его корпус изготовлен из термо- и ударопрочного компаунда АГ5.



Датчик ДБ-9

Представленный в статье датчик ДБ-9 по техническим характеристикам и принципу действия не отличается от датчика ДБ-8. Сенсор датчика ДБ-9 представляет собой плоский пленочный конденсатор, в котором пленочные электроды, прозрачные для молекул H₂O, разделены тонким слоем диэлектрика. Слой пленочного диэлектрика поглощает из окружающей воздуха молекулы воды, вследствие чего изменяется его диэлектрическая постоянная "ε". При фиксированных температуре, давлении воздуха и парциальном давлении паров воды устанавливается динамическое равновесие процесса "сорбция-десорбция" молекул H₂O в пленке диэлектрика. При этом устанавливается равновесное значение "ε", а следовательно и емкости конденсатора. Емкость конденсатора сенсора пропорциональна относительной влажности воздуха.

Целью создания датчика ДБ-9 было обеспечение его серийного производства на базе современных промышленных технологий. Для этого был использован корпус 12407-601 фирмы Schroff из ударо- и термоустойчивого поликарбоната. Это, в свою очередь,

позволило отказаться от использования круглых плат (более дорогих и менее технологичных). При этом механическая прочность, вибрационная и термоустойчивость датчика ДБ-9 остались такими же, как и датчика ДБ-8.

Конструктивно-технологическая модернизация позволила исключить ряд деталей и конструктивных элементов, что обеспечило снижение цены датчика на 23%.

Датчик может найти применение как в технологических процессах сушки продуктов, так и в системах контроля относительной влажности воздуха в промышленных и жилых помещениях. Класс защиты датчика от воздействия окружающей среды IP 65.

Требования к окружающей среде

Датчик ДБ-9 предназначен для использования в воздушной среде или среде инертных газов с содержанием химически активных примесей (паров щелочей, кислот, бензольных соединений) в пределах действующих санитарных норм. Датчик может работать как в нормальных условиях, так и в запыленной среде, и в потоке воздуха, засоренного твердыми (нелипкими) частицами.

Требования к механической устойчивости

По устойчивости к механическим воздействиям датчик ДБ-9 сохраняет работоспособность при вибрационном воздействии в диапазоне частот от 5 до 25 Гц с амплитудой смещения не более 0.1 мм.

Применение современной элементной базы фирмы Analog Devices: источников опорного напряжения REF195, преобразователей AD736 и др. позволило, наряду с уменьшением стоимости датчика, повысить долговременную стабильность его выходного сигнала.

Технические характеристики датчика ДБ-9 приведены в таблице и соответствуют типовым, принятым для такого класса серийных гидрометрических приборов ведущих зарубежных фирм, в частности, ELECTRONIC (датчик EE23 Series), PANAMETRICS (датчик MC Series) и др.

Конструкция

На корпусе датчика, изготовленном из поликарбоната, имеющего свойства пламезамедления при пожаре, установлен гигрометрический зонд. В настен-

Технические характеристики датчика:

• диапазон измеряемой относительной влажности воздуха, %	от 0 до 100
• абсолютная погрешность измерений, %, не более	±3
• диапазон рабочих температур, °С	от -5 до 80
• время реакции на ступенчатое изменение влажности, с, не более	50 (до 90% установившегося значения)
• выходной сигнал постоянного тока, мА	от 4 до 20
• напряжение питания тока, В	от 15 до 24
• потребляемая мощность, Вт, не более	0.5
• габаритные размеры, мм, не более	120×50×36
• масса, кг, не более	0.15

ном варианте датчика зонд устанавливается вертикально на верхней части корпуса. При исполнении датчика с погружаемым в контролируемую среду гигрометрическим зондом последний устанавливается на тыльной части корпуса. Длина гигрометрического зонда до 200 мм (согласовывается с заказчиком). Гигрометрический сенсор размещен в верхней части зонда и закрыт специальным фильтром, защищающим его от механических воздействий, пыли и воды. Подключение датчика выполняется трехжильным кабелем.

Крепление датчика производится при помощи двух винтов-саморезов. Отверстия для крепежа закрывают декоративными крышечками.

В комплект поставки входят: датчик ДБ-9, формуляр, свидетельство о государственной метроло-

гической аттестации (по требованию заказчика), руководство по эксплуатации – одно на партию датчиков.

Поставщик оказывает потребителю необходимую помощь по внедрению в эксплуатацию датчика ДБ-9, включая поставку прибора КВ-2 для его периодической калибровки.

Более полную информацию можно получить по тел.: (044) 483-0574 или e-mail: rius@nbi.com.ua.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петренко В., Цубин А. Датчик относительной влажности воздуха ДБ-8 для сушильных агрегатов // ЭКИС – Киев: VD MAIS, 2001, № 4.

2. Петренко В., Цубин А. Датчик относительной влажности воздуха ДБ-8Б // ЭКИС – Киев: VD MAIS, 2002, № 1.



крупнейшая на Северо-Западе
В промышленная специализированная выставка
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА
И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ



15-18
ноября
2005

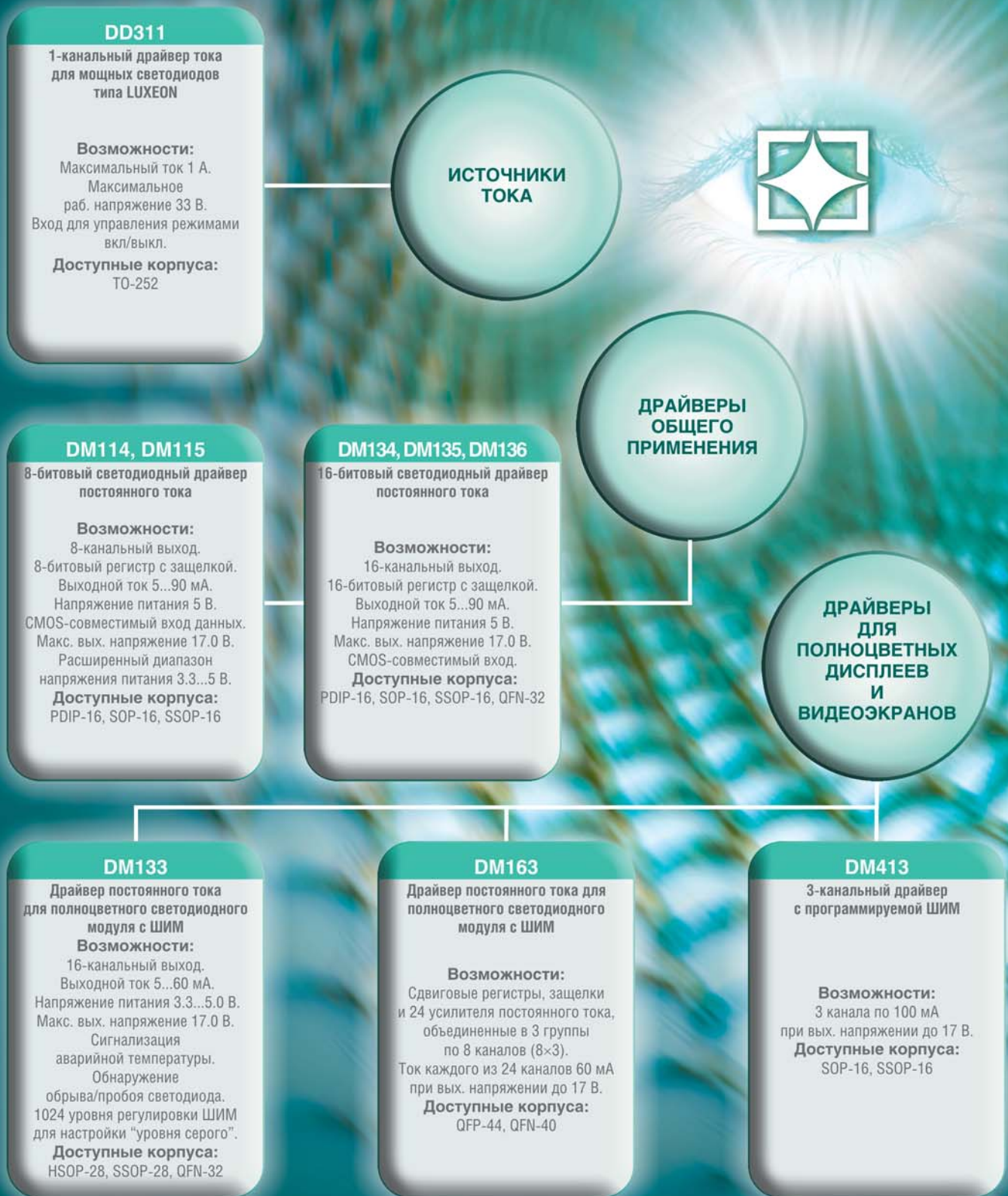
Санкт-Петербург
 Петербургский ССК
 пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»
 тел./факс: (812) 718 3537
 e-mail: radel@orticon.com
 www.farexpo.ru

ОРГАНИЗАТОР
 Выставочное объединение
 «FAREXPO»

СООРГАНИЗАТОР
 ООО «ЭкспоТехноком»

ВАС ПРИГЛАШАЮТ:





DD311

1-канальный драйвер тока для мощных светодиодов типа LUXEON

Возможности:

Максимальный ток 1 А.
Максимальное раб. напряжение 33 В.
Вход для управления режимами вкл/выкл.

Доступные корпуса:

TO-252

ИСТОЧНИКИ ТОКА



DM114, DM115

8-битовый светодиодный драйвер постоянного тока

Возможности:

8-канальный выход.
8-битовый регистр с защелкой.
Выходной ток 5...90 мА.
Напряжение питания 5 В.
CMOS-совместимый вход данных.
Макс. вых. напряжение 17.0 В.
Расширенный диапазон напряжения питания 3.3...5 В.

Доступные корпуса:

PDIP-16, SOP-16, SSOP-16

DM134, DM135, DM136

16-битовый светодиодный драйвер постоянного тока

Возможности:

16-канальный выход.
16-битовый регистр с защелкой.
Выходной ток 5...90 мА.
Напряжение питания 5 В.
Макс. вых. напряжение 17.0 В.
CMOS-совместимый вход.

Доступные корпуса:

PDIP-16, SOP-16, SSOP-16, QFN-32

ДРАЙВЕРЫ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

ДРАЙВЕРЫ ДЛЯ ПОЛНОЦВЕТНЫХ ДИСПЛЕЕВ И ВИДЕОЭКРАНОВ

DM133

Драйвер постоянного тока для полноцветного светодиодного модуля с ШИМ

Возможности:

16-канальный выход.
Выходной ток 5...60 мА.
Напряжение питания 3.3...5.0 В.
Макс. вых. напряжение 17.0 В.
Сигнализация аварийной температуры.
Обнаружение обрыва/пробоя светодиода.
1024 уровня регулировки ШИМ для настройки "уровня серого".

Доступные корпуса:

HSOP-28, SSOP-28, QFN-32

DM163

Драйвер постоянного тока для полноцветного светодиодного модуля с ШИМ

Возможности:

Сдвиговые регистры, защелки и 24 усилителя постоянного тока, объединенные в 3 группы по 8 каналов (8×3).
Ток каждого из 24 каналов 60 мА при вых. напряжении до 17 В.

Доступные корпуса:

QFP-44, QFN-40

DM413

3-канальный драйвер с программируемой ШИМ

Возможности:

3 канала по 100 мА при вых. напряжении до 17 В.

Доступные корпуса:

SOP-16, SSOP-16

DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ AIH-300Vin С ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 250 Вт *

Фирма Astec Power анонсировала в мае 2005 г. выпуск нового поколения малогабаритных DC/DC-преобразователей серии AIH-300Vin с выходной мощностью 250 Вт и напряжением 1.8, 3.3, 5.0, 12.0, 15.0 или 24 В на одинарном выходе. Основные характеристики преобразователей этой серии приведены в статье.



HALF-BRICK 250W INTEGRATED DC/DC CONVERTERS AIH-300Vin SERIES

The article describes newest generation high-power, half-brick, integrated DC/DC converters AIH-300Vin series with power density up to 90W/in³ and 250 Watt output power.

Г. Местечкина

Фирма Astec Power, известный во всем мире производитель источников питания, AC/DC- и DC/DC-преобразователей с широким диапазоном выходных мощностей от 1 до 18 000 Вт и выходных напряжений от 0.9 до 60 В, анонсировала в мае 2005 г. выпуск нового поколения малогабаритных встраиваемых DC/DC-преобразователей серии AIH-300Vin с выходной мощностью 250 Вт. Удельная мощность новых преобразователей составляет 90 Вт на кубический дюйм. Отличительной особенностью преобразователей серии AIH-300Vin является высокий уровень постоянного входного напряжения, которое может изменяться в широких пределах от 250 до 400 В, что на-

шло отражение и в их обозначении. Новая серия включает шесть моделей, каждая из которых имеет один выход напряжением 1.8, 3.3, 5.0, 12.0, 15.0 или 24.0 В. Такой широкий выбор выходных напряжений и другие возможности преобразователей позволяют использовать их в устройствах телекоммуникации, промышленном оборудовании, в медицинской технике (не имеющей контакта с пациентом) и наземной военной технике, особенно в компактных закрытых системах и вне помещений.

Основные технические характеристики и параметры DC/DC-преобразователей серии AIH-300Vin приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серии AIH-300Vin

Технические характеристики		Значение
Входное напряжение, В		300 (250-420) (всплеск до 450 В не дольше 150 мс)
КПД, типов., %		88 (5 В), 86 (12 В)
Выходная мощность, Вт		250
Выходное напряжение, В		1.8, 3.3, 5.0, 12.0, 15.0, 24.0
Диапазон регулировки вых. напряж., %		±20 (5 В и выше), +10/-50 (1.8 и 3.3 В)
Нестабильность вых. напряжения, типов., % при изменении:	тока нагрузки	0.2 (5 В и выше), 10 мВ (1.8 и 3.3 В)
	входного напряжения	
Уровень шумов и пульсаций, типов., мВ		100 (12, 15, 24 В), 2% (1.8, 3.3, 5 В)
Отклонение вых. напряж. при перех. процессе (скачок 25-75% I _{НОМ}), макс., %		5 (3.3 В), 150 мВ (1.8 В) не дольше 250 мкс
Погрешность перераспред. токов при паралл. включении, типов., %		3.0
Защита от:	перенапряжения	125% U _{НОМ}
	перегрузки	120% I _{НОМ}
Дистанционное вкл./выкл.		TTL (положит./отрицат.)
Внешняя синхронизация тактового сигнала, МГц		800 (3.3-5.0 В, п-п)
Мониторинг:	темпер. базов. платы	коэф. передачи 10 мВ/К (273 К = 0 °С)
	тока нагрузки	0-1 мА (0-100% I _{НОМ})
Наработка до отказа, млн ч		1.0
Электромагнитная совместимость		UL, cUL соотв. UL60950, TUV лицензир. EN60950, CE соотв. стандартам CE
Диапазон температур, макс., °С:	рабочих	-40...+100 (базов. плата) -40...+120
	хранения	
Габаритные размеры, дюйм (мм)		2.3×2.4×0.5 (58.4×61.0×12.7)

* News Release from Astec Power, May 2005.

Таблица 2. Основные параметры DC/DC-преобразователей серии A1H-300Vin

Тип	Входное напряжение, В	Выход		КПД, %:
		напряжение, В	ток нагрузки, А	
A1H50Y300	250-420	1.8	50	80
A1H50F300		3.3	50	82
A1H40A300		5.0	40	88
A1H20B300		12.0	20.8	86
A1H16C300		15.0	16.6	90
A1H10H300		24.0	10.4	90

Высокий уровень входного постоянного напряжения обеспечивает возможность работы этих преобразователей и при питании от сети переменного тока без использования трансформатора, ограничившись выпрямителем и фильтром на входе.

Дополнительными достоинствами DC/DC-преобразователей серии A1H-300Vin являются низкий уровень шумов и пульсаций на выходе, возможность снижения тока нагрузки до 0, а также параллельного включения преобразователей для увеличения тока нагрузки. Широкий диапазон рабочих температур и температур хранения позволяет применять эти преобразователи в устройствах с жесткими условиями эксплуатации.

Преобразователи серии A1H-300Vin имеют встроенные функции, дающие дополнительные возможности конечным пользователям. К этим функциям относятся: мониторинг, защита и регулировка параметров с использованием шины, по которой информация может быть передана конечному пользователю для управления характеристиками преобразователя дистанционно.

Встроенные функции включают: перераспределение тока нагрузки при параллельном включении

преобразователей, включение/выключение (TTL, положительным или отрицательным уровнем), регулировку выходного напряжения, синхронизацию преобразователей от одного источника тактового сигнала при параллельном включении, температурный мониторинг и контроль уровня тока нагрузки. Для обеспечения сохранения и передачи важной для пользователя информации преобразователь имеет интерфейс I²C и внутреннюю память EEPROM для хранения данных. Преобразователи новой серии A1H-300Vin могут работать в диапазоне температур от -40 до 100 °C (базовая плата), что обеспечивается во многом благодаря высокому КПД (88% при выходном напряжении 5 В, 86% – при напряжении 12 В). В дополнение к перечисленным функциям новая серия DC/DC-преобразователей A1H-300Vin для повышения надежности их работы обеспечивает также защиту от перегрева, перенапряжения и перегрузки. Высокая надежность преобразователей (наработка до отказа составляет 1 млн ч) обеспечивается не только благодаря принятым схемным и конструкторским решениям, но и жесткому автоматизированному контролю и испытаниям, проводимым на всех этапах производства.

Новые преобразователи, как и все изделия фирмы Astec Power, соответствуют международным стандартам аттестационных центров UL, cUL, TUV и CE по электромагнитной совместимости.

Дополнительную информацию о продукции фирмы Astec Power можно получить в сети Интернет по адресу: <http://www.astecpower.com> или в фирме VD MAIS, являющейся официальным дистрибьютором Astec Power в Украине.

НОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ СЕРИИ AFG3000 КОМПАНИИ TEKTRONIX

В статье приведена краткая информация о новой серии широкополосных функциональных генераторов AFG3000, выпускаемых компанией Tektronix.



В. Макаренко

NEW GENERATORS AFG3000 SERIES BY TEKTRONIX COMPANY

Short form information about new series of broadband functional generators AFG3000 manufactured by Tektronix are described in the article.

V. Makarenko

Новая серия широкополосных функциональных генераторов компании Tektronix включает шесть моделей [1]. Все они могут работать в двух режимах – функционального или импульсного генератора. В режиме функционального генератора все приборы позволяют формировать 12 стандартных форм сигнала или сигнал, форма которого задается пользователем. Форма синтезированных генератором сигналов и их основ-

ные параметры выводятся на большой цветной дисплей, расположенный на лицевой панели. При работе в режиме генератора импульсов длительности фронта и спада выходного сигнала регулируются независимо.

Пользователь может синтезировать сигнал требуемой формы с помощью интуитивно понятного графического интерфейса под управлением программы ArbExpress™, поставляемой совместно с генерато-

ром. Это делает процесс создания сигналов сложной формы быстрым и простым. Объем памяти для хранения формы сигнала составляет 128 кбайт.

Кнопки быстрого вызова позволяют получить доступ к наиболее часто используемым функциям и программам генератора. Доступ к остальным функциям можно получить через систему структурированных меню, что облегчает процесс настройки генератора и обеспечивает быстрое обучение персонала.

К числу новинок, предложенных в генераторах серии AFG3000, следует отнести возможность формирования сложного выходного сигнала генератора в

виде суммы внутреннего (стандартной или заданной пользователем формы) и подаваемого от внешнего источника сигналов. В двухканальных моделях имеется возможность формирования дифференциального сигнала (на двух выходах формируются полностью идентичные сигналы с фазовым сдвигом между ними 180°).

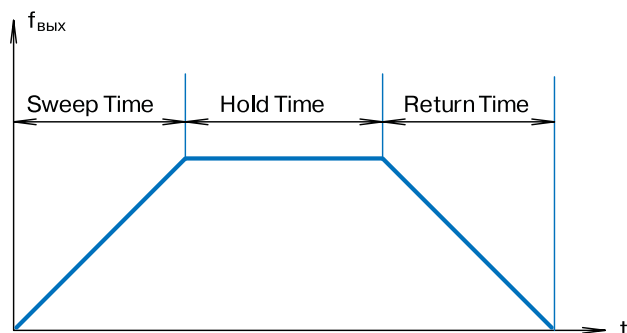
Во всех моделях генераторов используются термостатированные кварцевые задающие генераторы с нестабильностью частоты, не превышающей ± 1 ppm в год. Основные характеристики функциональных генераторов серии AFG3000 приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики генераторов серии AFG3000

Параметр		Тип генератора		
		AFG3021/AFG3022	AFG3101/AFG3102	AFG3251/AFG3252
Число каналов		1/2		
Генерируемые сигналы		гармонический, прямоугольный, импульсный, пилообразный, треугольный, $\sin(x)/x$, с экспоненциальным фронтом и спадом, гауссовский (Gaussian), Лоренца (Lorentz), гаверсинус (Haversine), постоянное напряжение, шум		
Гармонический сигнал				
Диапазон частот		1 МГц...25 МГц	1 МГц...100 МГц	1 МГц...240 МГц
Неравномерность АЧХ, дБ*, в полосе частот:	<5 МГц	± 0.15	± 0.15	± 0.15
	5...20 МГц	± 0.3	± 0.3	± 0.3
	20...25 МГц	± 0.5	± 0.3	± 0.3
	25...100 МГц	–	± 0.5	± 0.5
Уровень гармоник, дБн*, не более, в полосе частот:	100...200 МГц	–	–	± 1.0
	1 МГц...20 кГц	-70	-60	-60
	20 кГц...1 МГц	-60	-60	-60
	1...5 МГц	-50	-50	-50
	5...10 МГц	-50	-37	-37
10...25 МГц	-40	-37	-37	
>25 МГц	–	-37	-30	
Суммарный коэффициент гармоник (THD) в полосе частот 1 МГц...20 кГц, %*		<0.2		
Уровень побочных составляющих, дБн*, не более, в полосе частот:	1 МГц...1 МГц	-60	-60	-50
	1...25 МГц	-50	-50	-47
	>25 МГц	–	-50+6 дБн/октава	-47+6 дБн/октава
Прямоугольный сигнал				
Диапазон частот		1 МГц...12.5 МГц	1 МГц...50 МГц	1 МГц...120 МГц
Время нарастания/спада, нс, не более		18	5	2.5
Импульсный сигнал				
Диапазон частот		1 МГц...12.5 МГц	1 МГц...50 МГц	1 МГц...120 МГц
Длительность импульса		30 нс...999 с	8 нс...999 с	4 нс...999 с
Время нарастания/спада		18 нс...625 с	5 нс...625 с	2.5 нс...625 с
Другие формы сигналы				
Диапазон частот		1 МГц...250 кГц	1 МГц...1 МГц	1 МГц...2.4 МГц
Ширина полосы шумового сигнала (на уровне -3 дБ)		25 МГц	100 МГц	240 МГц
Амплитуда постоянн. напряж. ($R_H=50$ Ом), В		± 5	± 5	± 2.5
Диап. частот сигнала произвольной формы		1 МГц...12.5 МГц	1 МГц...50 МГц	1 МГц...120 МГц
Число форм сигналов, хранимых в энергонезависимой памяти		4		
Объем памяти/тактовая частота, кбит/МГц		2...64/250	16...128/250 или 2...16/1000	16...128/250 или 2...16/2000
Число разрядов ЦАП		14		
Амплитуда выходного сигнала от пика до пика ($R_H=50$ Ом)		10 мВ...10 В	20 мВ...10 В	50 мВ...5 В (до 200 МГц) 50 мВ...4 В (>200 МГц)
Погрешность установки вых. напряжения		$\pm(1\% + 1\text{ мВ})$		
Амплитуда напряжения смещения (постоянная + переменная составл.), В		± 5	± 5	± 2.5
Встроенный интерфейс		USB 1.1	GPIB, LAN 10Base-T/100Base-TX, USB 1.1	

* Размах напряжения на выходе (от пика до пика) равен 1 В.

Во всех генераторах этой серии возможно формирование не только периодических сигналов различной формы, но и сигналов с амплитудной (АМ), частотной (ЧМ), фазовой (ФМ) и широтно-импульсной (ШИМ) модуляцией, частотно-манипулированных сигналов, сигналов качающейся частоты, пакетов радиоимпульсов. Модулирующие сигналы могут быть сформированы как внутренним, так и внешним генератором.



**Закон изменения частоты во времени
в режиме качания частоты**

Осуществлять АМ-, ЧМ- и ФМ-модуляцию, частотную манипуляцию и качание частоты выходного сигнала можно при формировании сигналов любой формы, кроме импульсных, шумовых и постоянного тока.

Параметры модулирующих сигналов:

- модулирующий сигнал – внутренний/внешний
- модулирующий сигнал, формируемый внутренним генератором, – гармонический, прямоугольный, пилообразный, шумовой, синтезированный пользователем (ARB)
- диапазон частот модулирующего сигнала внутреннего генератора 2 МГц...50 кГц
- глубина АМ 0...120%
- максимальная девиация фазы при ФМ 0...180°.

Параметры сигналов при ЧМ-модуляции приведены в табл. 2. В режиме частотной манипуляции диапазон частот модулирующего сигнала внутреннего генератора 2 МГц...1 МГц.

Таблица 2. Максимальная девиация частоты ЧМ-сигнала

Форма несущего колебания	Тип генератора		
	AFG3021/ AFG3022	AFG3101/ AFG3102	AFG3251/ AFG3252
Синусоидальная	12.5 МГц	50 МГц	120 МГц
Прямоугольная	6.25 МГц	25 МГц	60 МГц
ARB	5 МГц	25 МГц	60 МГц
Другая	100 кГц	500 кГц	2.4 МГц

Форма сигнала внутреннего модулирующего генератора при формировании ШИМ сигнала – синусоидальная, прямоугольная, пилообразная и ARB. Кроме того, имеется возможность использовать в качестве модулирующего шумовой сигнал. Девиация длительности импульса в пределах 0...50% периода несущего колебания.

В режиме качания частоты предусмотрена возможность использования линейного или логарифмического закона изменения частоты во времени. Время изменения частоты от f_{\min} до f_{\max} (Sweep Time), время удержания частоты (Hold Time) и время изменения частоты от f_{\max} до f_{\min} (Return Time) от 10 мс до 100 с. Закон изменения частоты во времени иллюстрирует график, показанный на рисунке. Каждый из этих временных интервалов может иметь произвольные значения в указанном выше диапазоне. Минимальный частотный интервал $f_{\max} - f_{\min} = 1$ Гц, а максимальный приведен в табл. 3.

Таблица 3. Максимальный диапазон качания частоты

Форма несущего колебания	Тип генератора		
	AFG3021/ AFG3022	AFG3101/ AFG3102	AFG3251/ AFG3252
Синусоидальная	25 МГц	100 МГц	240 МГц
Прямоугольная	12.5 МГц	50 МГц	120 МГц
ARB	12.5 МГц	50 МГц	120 МГц
Другая	200 кГц	1 МГц	5 МГц

Режим формирования пакетов радиоимпульсов поддерживается для всех видов несущего колебания кроме шумового сигнала и сигнала постоянного тока. В пакете можно задать от 1 до 10^6 периодов несущего колебания. Интервал между пакетами задается в пределах 1 мс...500 с. Управление генератором в этом режиме возможно от внутреннего или внешнего источника модулирующего колебания, а также через интерфейс связи.

Для удобства работы разъемы интерфейса USB расположены на передней и задней панелях прибора.

Входы для подключения внешних сигналов

Для подключения внешних источников модулирующих сигналов предусмотрен вход (в двухканальных генераторах – для каждого канала). Полоса пропускания сигнала по этому входу 0...25 кГц, входное сопротивление 10 кОм, амплитуда входного сигнала не должна превышать ± 1 В.

Полоса пропускания входной цепи для подключения внешнего сигнала, который может суммироваться с основным сигналом генератора, составляет от 0 до 10 МГц. Входное сопротивление 50 Ом, сумма переменного и постоянного составляющих сигнала на этом входе не должна превышать ± 1 В.

Вход для синхронизации генератора внешними сигналами имеет входное сопротивление 10 кОм. По уровню он совместим с ТТЛ-сигналами.

В генераторе может быть использован внешний опорный генератор с частотой 10 МГц. Вход для сигнала внешнего опорного генератора имеет чувствительность 0.1...5 В от пика до пика, входное сопротивление 1 кОм.

Дополнительные выходы

Кроме основных выходов (в одноканальных моделях один основной выход) в генераторах предусмотрен дополнительный выход для формирования сигнала

ла синхронизации для внешних устройств. Выходное сопротивление 50 Ом, уровни сигнала соответствуют уровням ТТЛ.

В генераторах моделей AFG3101, AFG3102, AFG3251 и AFG3252 предусмотрен еще один дополнительный выход кварцевого задающего генератора. Частота сигнала 10 МГц. Выходное сопротивление 50 Ом, размах напряжения от пика до пика 1.2 В.

Так как выходные сигналы формируются цифровыми методами, это позволяет осуществлять регулировку выходной частоты с высокой точностью. Минимальный шаг перестройки частоты составляет 1 мкГц (с точностью до двенадцатого знака).

Вся информация выводится на ЖК-дисплей 5.6". В генераторах модели AFG3021 дисплей монохромный, а в остальных моделях – цветной.

Отклонение частоты задающего кварцевого генератора в диапазоне рабочих температур 0...50 °С не превышает ± 1 ppm. Уход частоты за год не превышает ± 1 ppm.

Питание генераторов осуществляется от сети переменного тока напряжением 100...240 В частотой 47...63 Гц или 115 В частотой 360...440 Гц. Потребляемая мощность 120 Вт. Габаритные размеры 156.3×329.6×168 мм, масса 4.5 кг.

Дополнительную информацию о генераторах серии AFG3000 и другой продукции компании Tektronix можно получить на фирме VD MAIS по тел.: (044) 492-8852 или e-mail: info@vdm.kiev.ua.

ЛИТЕРАТУРА

1. Arbitrary/Function Generators – 76W_18656_0-final.pdf.

НОВАЯ СЕРИЯ ЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ LOGO!

В статье дана краткая информация о логических модулях новой серии LOGO! ...0BA5, выпускаемых компанией Siemens.



В. Макаренко

NEW SERIES OF LOGIC MODULES LOGO!

Brief information for logic modules of new series LOGO! are described in article. ...0BA5, let out by company Siemens is given.

V. Makarenko

Логические модули LOGO! Siemens являются компактными функционально законченными универсальными изделиями, предназначенными для построения простейших устройств автоматики с логической обработкой информации. Алгоритм функционирования модулей задается программой, составленной из набора встроенных функций. Программирование модулей Siemens LOGO! Basic может производиться с клавиатуры, расположенной на передней панели, без использования дополнительного программного обеспечения.

Модули LOGO! с успехом заменяют сложные схемы, построенные на базе реле, таймеров и других коммутационных устройств, что позволяет сократить затраты и существенно упростить обслуживание системы.

Модули можно легко конфигурировать для выполнения самых разнообразных функций:

- управления освещением, прерывателями, тентами, дверями и воротами, системами контроля доступа, защитными и технологическими барьерами, вентиляторами и др. устройствами
- в силовых шкафах и шкафах управления
- в системах управления насосами, небольшими прессами, компрессорами и т.д.

- в системах управления поливом в оранжереях
- в корабельных системах
- в системах предварительной обработки сигналов.

Для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи в новых моделях LOGO! предусмотрена возможность подключения дополнительных модулей ввода-вывода и коммуникационных модулей.

Характерные особенности модулей LOGO!:

- встроенная клавиатура оператора и дисплей, отсутствие необходимости использования дополнительных аксессуаров
- встроенные библиотеки базовых (все логические функции) и специальных (триггеры, счетчики, таймеры, часы, элементы задержки, компараторы, генераторы импульсов и т.д.) функций
- простой ввод программы с клавиатуры модуля путем выбора библиотечных функций и конфигурирования связей между ними
- энергонезависимая память для хранения программы и параметров настройки
- удобное и простое тиражирование программы с помощью дополнительных модулей памяти
- типовые варианты крепления и монтажа
- высокая гибкость и универсальность

- программное изменение алгоритма управления без затрат на изменение кабельных соединений системы
- возможность выбора требуемого числа и вида входов-выходов за счет подключения модулей расширения
- возможность применения специального программного обеспечения для компьютеров: написание программы, имитация ее работы, архивирование данных, подготовка документации, загрузка или чтение программы из логического модуля LOGO!

Встроенные функции

Для программирования логических модулей LOGO! используется набор встроенных функций. Все встроенные функции разделены на две группы: базовый набор функций и специальные функции. Базовые функции позволяют выполнять все основные логические операции: И, ИЛИ, исключающее ИЛИ, НЕ, И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Специальные функции содержат наиболее распространенные элементы систем автоматического управления: триггеры, таймеры, счетчики, элементы задержки, генераторы импульсов, часы и т.д.

Коммуникационные возможности

В стандартных моделях имеются модификации, оснащенные встроенным интерфейсом ведомого устройства AS-Interface, а также обеспечивается возможность подключения коммуникационного модуля ведомого устройства AS-Interface или коммуникационного модуля для подключения к сети EIB.

Логические модули LOGO! Basic имеют 6 дискретных входов и 4 дискретных выхода. Напряжение питания модулей может составлять 12 или 24 В постоянного тока, 24 или 115/230 В переменного тока (в зависимости от модификации). Кроме того, различные типы модулей оснащены релейными или транзисторными выходами. Модули с питанием от источника постоянного тока дополнительно оснащены 2 входами, которые могут быть использованы для ввода дискретных или аналоговых сигналов. Программирование модулей может выполняться непосредственно с клавиатуры на лицевой панели, с персонального компьютера или установкой запрограммированного модуля памяти.



Логические модули LOGO! Pure – наиболее дешевые модули семейства LOGO! Они являются функциональными аналогами модулей LOGO! Basic и отличаются от последних отсутствием встроенного дисплея и клавиатуры. Все модули LOGO! Pure оснащены релейными выходами. Различные типы модулей рассчитаны на напряжение питания 24 В постоянного

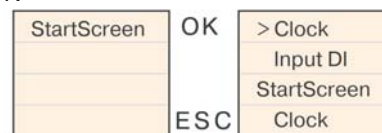
тока или 115/230 В переменного тока. Программирование модулей LOGO! Pure осуществляется с персонального компьютера или установкой запрограммированного модуля памяти.

В состав новой серии LOGO! ...0BA5 входят [1-3]:

- LOGO! ...0BA5 Basic/Pure – базовые модули
 - LOGO! AM2 AQ – модуль аналогового вывода
 - LOGO! Soft Comfort V5.0 – программное обеспечение
 - цифровые модули расширения 8 I/O и 16 I/O (соответственно 8 и 16 входов/выходов).
- Особенности LOGO! ...0BA5 Basic/Pure:*
- в новых модулях используется PI-управление, функция управления Ramp (пилообразной формы) и аналоговый мультиплексор (MUX). Они могут применяться в простых регуляторах или для аналогового управления частотными преобразователями. По сравнению с предыдущими сериями в них увеличена контрастность дисплея и изменено меню ее регулировки.
 - для отображения текущих значений аналоговых входов и выходов предусмотрено 4 дополнительных экрана, выводимых на дисплей в режиме RUN:

AI: 1: 000 0 2: 080 0 3: 035 0	→	AI: 4: 001 0 5: 090 0 6: 000 5	→	AI: 7: 050 0 8: 100 0	→	AQ: 1: 035 4 2: 090 0
---	---	---	---	-----------------------------	---	-----------------------------

- обеспечивается отключение часов в моделях с часами реального времени
- имеется настраиваемый стартовый экран в режиме RUN



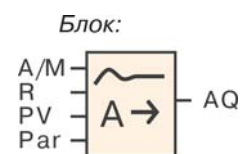
- отсутствует мигающее сообщение о ненастроенных часах.

Функция PI-управления

позволяет пользователю создавать простые замкнутые системы управления. В качестве шаблона для функции PI LOGO! использована функция PID S7-200. Время цикла (период опроса) зафиксировано и равно 500 мс.

Входы:

- A/M: Auto/Manual signal. Auto – при уровне лог. "1" на входе, Manual – при уровне лог. "0"
- R: Reset signal (устанавливает AQ в "0", очищает все переменные)



PV: Process value (аналоговый вход).

Выход:

AQ: аналоговый.

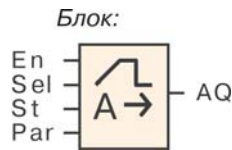
Функция Ramp позволяет:

- задать границы изменения сигнала (верхнюю и нижнюю) и скорость его нарастания. Пользователь назначает максимальные (верхние) значения пилообразного напряжения, скорость нарастания/спада (максимально допустимые значения для его задачи)

- пользователю масштабировать с помощью команд Gain и Offset значения AQ, Ramp Level 1 и 2, Rate и Max Q.

Входы:

En: Enable signal ("1" – активен, "0" – временная остановка)



Sel: Selector signal ("0" – Level 1, "1" – Level 2)

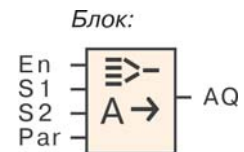
St: Stop signal (включено при "1", срабатывание по фронту, замедленная остановка).

Выход:

AQ: аналоговый.

Аналоговый мультиплексор (MUX) позволяет:

- с использованием функции Analog MUX выбрать одно из 4 аналоговых значений (U1...U4) для вывода
- если сигнал "En" активен, выбрать один из 4 входов (в зависимости от значений сигналов на входах S1 и S2).
- AQ: аналоговый выход.



Цифровые модули расширения 8 I/O

DM8 230R

- Питание 120/230 В AC/DC
- 4DI* 120/230 В AC/DC
- 4DO**, реле на вых., ток до 5 А.

DM8 24

- Питание 24 В DC
- 4DI 24 В DC
- 4DO, транзистор на вых., ток до 0.3 А.

DM8 12/24R

- Питание 12/24 В DC
- 4DI 12/24 В DC
- 4DO, реле на вых., ток до 5 А.

DM8 24R

- AC/DC 24 В
- 4DI 24 В AC/DC PNP, NPN
- 4DO, реле на вых., ток до 5 А.



Цифровые модули расширения 16 I/O

DM16 230R

- Питание 120/230 В AC/DC
- 8DI 120/230 В AC/DC
- 8DO, реле на вых., ток до 5 А.

DM16 24

- Питание 24V DC
- 8DI 24V DC
- 8DO, транзистор на вых., ток до 0.3 А.

DM16 24R

- Питание 24 В DC
- 8DI 12/24 В DC
- 8DO, реле на вых., ток до 5 А.



* DI – data input (входные данные).
** DO – data output (выходные данные).

Модули LOGO!Power

Для питания логических модулей разработана линейка миниатюрных блоков питания LOGO!Power,



формирующих напряжение от 5 до 24 В (ток до 4 А при напряжении питания 24 В). Внешний вид модулей LOGO!Power показан на рисунке.

Более подробную информацию о новых модулях LOGO! можно получить в сети Интернет на web-сайте: <http://www2.automation.siemens.com>.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www2.automation.siemens.com/au/australia/html_76/products/ProductNews/LogoOBA5.htm.
2. http://www2.automation.siemens.com/logo/html_76/funksonder-plus.htm.
3. http://www2.automation.siemens.com/logo/html_76/highlights.htm.

НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ФИРМЫ MURATA *

Внимание читателей предлагается ряд новых компонентов фирмы Murata, которые могут найти применение в современных разработках.

NEW COMPONENTS BY MURATA

The new passive components from Murata are represented in article.

Г. Местечкина

G. Mestechkina

Преимущества продукции фирмы Murata, известной производимыми ею пассивными компонентами широкого применения, являются сочетание современных технологий и материалов, новых компонентов и микросборок. Краткая информация о новых изделиях этой фирмы дана в статье.

Пирометры инфракрасного излучения

Пирометры инфракрасного излучения производства фирмы Murata обеспечивают проведение многостороннего контроля в отличие от аналогов других фирм. Принцип работы сенсоров основан на пироэлектрических свойствах материала, используемого в качестве чувствительного элемента датчика. Пироэлектрики (Passive Infra-Red – PIR) обладают высокой чувствительностью к изменению температуры независимо от длины волны света и используются для систем охранной и пожарной сигнализации, автоматического управления освещенностью и пр. Оптический фильтр, входящий в состав сенсора, ограничивает чувствительность за пределами рабочего диапазона длин волн и снижает уровень помех. На рисунке показана конструкция IR-пирометра.

Многоэлементные сенсоры. Сенсоры с двумя элементами, включенными с обратной полярностью и имеющими совмещенные выходы, нечувствительны к изменению температурного фона и реагируют только на быстроперемещающиеся источники тепла. Таким же образом четыре элемента обеспечивают высокую чувствительность к перемещающемуся источнику

тепла. Два выхода используют для объединения с логической функцией ИЛИ/И для повышения точности обнаружения (регистрации).

Линзы Френеля. Характеристики IR-пирометров могут быть улучшены с использованием линз Френеля, которые позволяют увеличить площадь обнаружения и минимизировать отклик на быстрое изменение температуры, вызванное ветром или солнечным светом.

Широкая номенклатура IR-пирометров оптимизирована для решения различных задач, стоящих перед заказчиком.

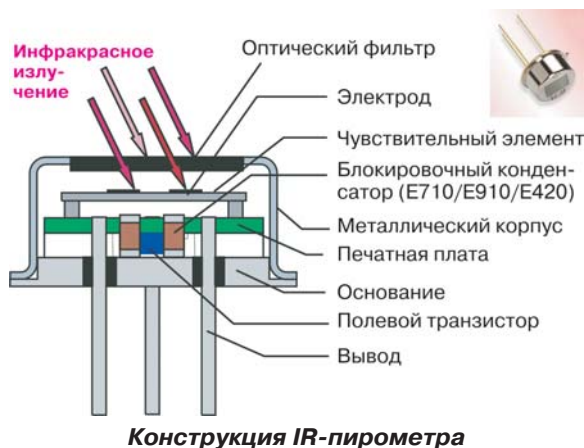
Металлокерамические потенциометры высотой 0.8 мм

Металлокерамические подстроечные потенциометры высотой 0.8 ± 0.1 мм находят применение в модулях для ЖК-дисплеев, устройствах оптической связи, датчиках и блоках оптических головок считывания информации с CD-дисков.



Потенциометры соответствуют жестким требованиям стандартов EC Restriction of Hazardous Substance – RoHS, ограничивающих содержание вредных веществ в электронике (в частности, свинца), благодаря чему исключено отрицательное воздействие на окружающую среду. Это тем более важно, что с июня 2006 г. использование свинца в электронных устройствах, производимых в ЕС, запрещено. Диапазон рабочих температур потенциометров (от -55 до 125 °C) позволяет использовать их и в автомобильной электронике.

Многоконтактный скользящий движок потенциометра обеспечивает низкий уровень шумов и стабильность характеристик. Конструктивно потенциометры выполнены пайкой без применения флюса или приклеиванием электропроводящим клеем, обеспечивающим надежное соединение.



* MURATAmail, Spring 2005, No. 14.

Новая серия PVA2 рассчитана на повышение температуры при пайке.

Отклонение полного сопротивления от номинального значения находится в пределах $\pm 25\%$, а изменение из-за воздействия температуры окружающей среды составляет $\pm 3\%$. Температурный коэффициент сопротивления $\pm 250 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$.

Чип-конденсаторные сборки

Сокращение затрат на монтаж, уменьшение занимаемой площади и массы возможно благодаря применению серии конденсаторныхборок GNM, выполненных в миниатюрных корпусах. Использование созданных фирмой Murata керамических материалов и новых технологий обеспечивает увеличение отношения C/V (емкости к единице объема) и, как следствие, обеспечивает снижение габаритов керамических конденсаторов. Это позволяет уменьшить занимаемое конденсатором пространство на плате.

Такие сборки находят широкое применение в любых устройствах, для которых габариты являются критичным фактором. Сотовые телефоны, пейджеры, ПК и ЖК-дисплеи – типичные области применения чип-конденсаторныхборок.

Описывать детально все семейство чип-конденсаторов ввиду его широкой номенклатуры нерациональ-



но, поэтому остановимся только на основных особенностях. Выпускаемые сборки состоят из 2 или 4 конденсаторов. В настоящее время 1206 – самый большой типоразмер, а в типоразмере 0504 будут размещены два конденсатора емкостью 1 мкФ с диэлектриком X5R.

До последнего времени потребности в малогабаритных конденсаторах с номинальным напряжением до 50 В постоянного тока удовлетворялись благодаря использованию hi-K диэлектриков, отличающихся невысокой стабильностью и большими потерями. В сборках серии GNM используются диэлектрики X5R/X7R, обеспечивающие высокую стабильность параметров и рабочее напряжение до 50 В.

Дополнительную информацию о продукции фирмы Murata можно получить в сети Интернет по адресу: <http://www.murata.com>.

D-Sub-Mixed

Комбинированные сверхминиатюрные разъемы



Многовариантность и универсальность,
совмещенные в одном разьеме



www.harting.com

- Комбинация в одном разьеме сигнальных, коаксиальных, силовых и высоковольтных контактов
- Большой выбор стандартных экранированных и неэкранированных корпусов
- Возможность установки контактов "штырь" и "гнездо" в одном разьеме
- Максимальные значения рабочих токов через контакты:
 - 2 А (коаксиальные, высоковольтные),
 - 5 А (сигнальные),
 - 40 А (силовые)
- Диапазон рабочих температур от -55 до 125 °C
- Число контактов от 2 до 21
- Число рабочих циклов не менее 500 (с пониженной стоимостью – не менее 200)
- Высокая надежность
- Большой выбор аксессуаров

VD MAIS – официальный дистрибьютор фирмы HARTING в Украине

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



Украина, Киев
9-12 ноября 2005



Мир на кончиках пальцев

8-я международная специализированная выставка
электронных компонентов и комплектующих
«Мир электроники 2005»

Генеральный
информационный спонсор

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ**
Украина

Официальный
медиа-партнер

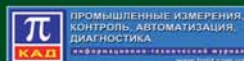


www.presto.kiev.ua

Выставочный центр "АССО International"
пр-т Победы, 40-б, парк им. А.С. Пушкина

Информационная поддержка:

"РАДИОАМАТОР" "РАДИОХОББИ" ИД "Электроника"
"Электроника: НТБ" "РАДИО" "Компоненты и технологии"
Издательство "ЕКОинформ" "ЕСТА"



Оргкомитет выставки – 000 «PrestoExpo» 03062, Украина, г. Киев, ул. Чистяковская, 2, оф. 11
тел/факс: +38 (044) 449-94-76, 443-73-50
e-mail: info@presto.kiev.ua www.presto.kiev.ua

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ШКАФОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ *

Система CMC-TC фирмы Rittal предназначена для мониторинга параметров шкафов с электронным оборудованием и отличается простотой, гибкостью и относительно невысокой стоимостью.

CMC-TC – THE INNOVATIVE RACK MONITORING SYSTEM FROM RITTAL

Data losses and system failures in network and production equipment can involve enormous cost risks, and even threaten a company's very existence. Rittal now unveils the latest generation of monitoring technology: Rittal CMC-TC.

A. Мельниченко

A. Melnichenko

Нарушения в работе промышленного оборудования могут повлечь за собой большие материальные потери. Фирма Rittal предлагает потребителям новую версию системы мониторинга внутреннего состояния шкафов с электронной аппаратурой CMC-TC (Computer Multi Control – Top Concept).

Система обеспечивает выполнение следующих функций:

- мониторинг напряжений питания
- управление доступом к содержимому шкафа и выдачу сигнала тревоги при попытке несанкционированного доступа
- поддержание необходимой температуры внутри шкафа
- измерение влажности и включение нагревателей для предупреждения образования конденсата и др.

Система включает следующие основные компоненты:

- периферийные устройства (датчики и исполнительные устройства)

- три вида сенсорных блоков, служащих для преобразования сигналов датчиков в цифровую форму, удобную для обработки процессором, а также для выдачи команд управления исполнительными устройствами
- процессорный блок, в котором происходит обработка сигналов датчиков и с выхода которого через сетевой интерфейс выдаются данные в устройства более высокого уровня управления
- главный процессор (мастер), предназначенный для организации систем управления большой сложности, для которых ресурсов процессорного блока недостаточно.

В состав системы входит также программное обеспечение (программа для управления сетями, конфигуратор, менеджер и др.).

Простейшая система безопасности (рис. 1) состоит из датчиков, одного из сенсорных блоков (соответствующего типу датчика) и процессорного блока, подключенного к сети управления предприятием. При не-

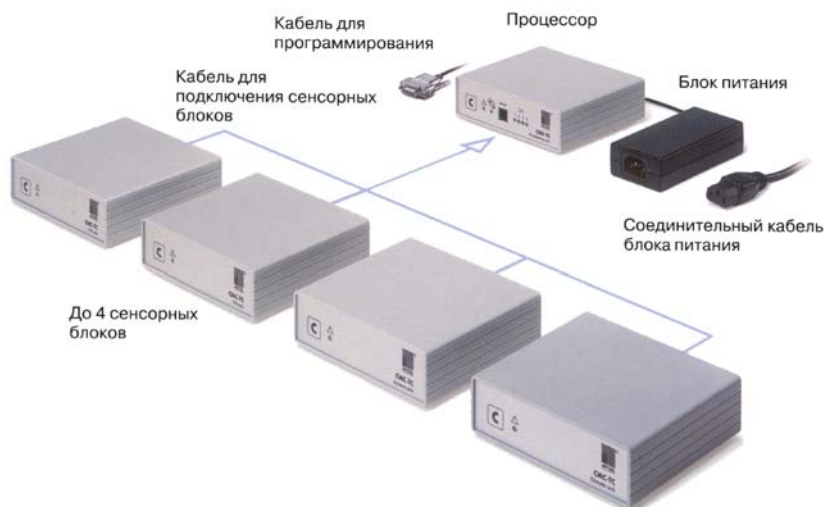


Рис. 1. Конфигурация простейшей системы безопасности

* Rittal HB 31/IT-Solutions. – Каталог фирмы Rittal, 2003.

обходимости эта система может быть расширена путем подключения дополнительных датчиков и сенсорных блоков. Для организации более сложных систем безопасности несколько процессорных блоков могут быть подключены к главному процессору, имеющему связь с сетью предприятия.

Сенсорные блоки

Универсальный блок ввода-вывода обеспечивает прием сигналов различных датчиков и выдачу команд управления исполнительными устройствами. Блок имеет 4 разъема RJ 12 для подключения датчиков и разъем RJ 45 для обмена данными с процессорным блоком и подачи напряжения питания. Распознавание подключенных периферийных устройств осуществляется автоматически нажатием специальной клавиши на блоке. К блоку могут подключаться датчики температуры, влажности, кода доступа, вандализма, воздушного потока, задымления, движения и др.

Блок контроля доступа обеспечивает управление дверными замками по сигналам, поступающим от кнопочного номеронабирателя или считывателя магнитных или чип-карт. Исполнительными устройствами служат запираемые дверные ручки TS Komfort или Ergoform-S, а также универсальный замок.

Блок контроля климата служит для автоматического поддержания в заданных пределах температуры внутри шкафа. К нему подключаются датчики температуры и вентиляторы. Работа вентилятора контролируется датчиком воздушного потока. Возможно подключение к блоку и других датчиков: температуры, движения, задымления и др.

Дисплейный блок предназначен для отображения аварийных и статусных сообщений во время наладки системы. Объем отображаемой информации составляет 2 строки по 20 символов высотой 3 мм. Питание блока и его связь с процессорным блоком осуществляются через последовательный интерфейс (гнездо RJ 12).

Блок GSM предназначен для организации отдельного канала связи при резервировании или отсутствии сети. Блок может ретранслировать аварийные сообщения и принимать команды для активизации коммутирующих входов. Для работы блока необходима SIM-карта ("data only" или обычная). Обмен данными происходит в диапазоне частот 900/1800 МГц. В зависимости от наступившего события блок может устанавливать соединение и посылать сообщение на один из четырех телефонных номеров. Команды активизации входов могут подаваться на модем в виде SMS-сообщений. По требованию заказчика блок оснащают дополнительными функциями: факс, e-mail и голосовой почты.

Габаритные размеры сенсорных и процессорного блоков (Ш×В×Г): 136×44×129 мм, диапазон рабочих температур от 5 до 45 °С.

Процессорный блок

Процессорный блок (рис. 2) является базовым устройством системы. К нему может быть подключено до четырех сенсорных блоков. Программирование блока осуществляется с персонального компьютера через интерфейс RS-232. Блок подключается к сети пользователя или главному процессору через интерфейс 10Base-T. На разъем RJ 12 выведена группа контактов реле для включения аварийной сигнализации. Появление аварийного сообщения сопровождается звуковым сигналом. Питание блока осуществляется от отдельного блока питания с выходным напряжением 24 В.



Рис. 2. Процессорный блок

Помимо сенсорных блоков к процессорному блоку можно подключить:

- два модуля расширения, каждый из которых способен контролировать три различных напряжения сети питания (от 100 до 230 В)
- дисплейный блок или блок GSM.

Главный процессор (мастер-система)

Главный процессор (рис. 3) применяется, главным образом, в местах сосредоточения большого числа шкафов с электронной аппаратурой, например, в больших вычислительных центрах, где предъявляются повышенные требования к безопасности системы. Он включается между процессорными блоками и сетью пользователя и позволяет организовать централизованное администрирование всей системы мониторинга.



Рис. 3. Главный процессор

га. К нему может быть подключено до 10 процессорных блоков. Связь с сетью осуществляется через интерфейс 10Base-T/100Base-T. Доступ к главному процессору, а также его конфигурирование могут быть осуществлены через интегрированный web-сервер либо напрямую с локального пульта после ввода пароля. Независимо от наличия связи с сетью в процессоре регистрируются все аварийные сигналы и статусные сообщения.

Процессор имеет следующие интерфейсы:

- 10 разъемов RJ 45 (интерфейс 10Base-T) для подключения процессорных блоков
- 3 последовательных интерфейса RS-232 (2 гнез-

- да D9-Sub и гнездо RJ 11 для программы меню)
- интерфейс VGA для монитора
- 2 разъема USB
- 2 разъема PS/2 для клавиатуры и манипулятора "мышь"
- гнездо RJ 12 (контакты реле) для подключения аварийной сигнализации.

Процессор выполнен в 19-дюймовом корпусе высотой 1U (44.45 мм) и глубиной 200 мм. Питание главного процессора осуществляется от сети 100-240 В, 50/60 Гц.

Дополнительную информацию о системе CMC-TC фирмы Rittal можно получить в сети Интернет по адресу: www.rittal.de или в фирме VD MAIS.

VD MAIS

Оборудование и материалы для SMT. Печатные платы

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

Дистрибьютор

AIM, CHARLESWATER, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, KOLVER, LPKF, PACE, SAMSUNG, SIMATEC, TECHNOPRINT, VISION

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

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/м).
- **КОНТРОЛЛЕРЫ**
для прессов, систем АСУ ТП, испытательных стендов.

03067 Киев, ул. Гарматная, 8 оф. 6
т./ф.: (044) 451-4699 (многоканальный), 537-3305
www.anwit.com.ua but@ukrnet.net

www.astecpower.com

Трехфазные АС/DC-преобразователи серии ADN, устанавливаемые на DIN-рейку

- Выходная мощность, P_{вых} (пять моделей) 120-960 Вт
- КПД, не менее 90%
- Выходное напряжение 24 В
- Входное напряжение:
 - переменного тока 340-576 В (47-63, 500 Гц)
 - постоянного тока 450-820 В
- Число фаз входного напряжения:
 - 1 или 3 – для выходной мощности 120-480 Вт
 - 3 – для выходной мощности 480-960 Вт
- Диапазон температур:
 - рабочих -10...60 °С (до 70 °С при 50% P_{вых})
 - хранения -25...85 °С

Дополнительную информацию о продукции фирмы Astec Power можно получить по тел.: (044) 492-8852 (многоканальному), e-mail: info@vdmals.kiev.ua или на web-сайте: www.vdmals.kiev.ua

VD MAIS -

официальный дистрибьютор фирмы Astec Power в Украине

Фирма **VD MAIS** поставляет шкафы
производства немецкой фирмы Rittal

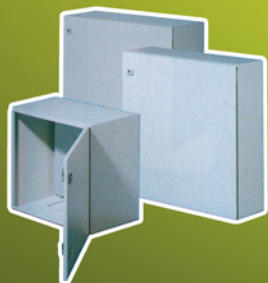
**ПО ЗНАЧИТЕЛЬНО
СНИЖЕННЫМ ЦЕНАМ**



Со склада
в Киеве



Со склада
в Киеве



Под заказ

Артикул	Габаритные размеры, мм (Ш×В×Г)	Цена за 1 шт. с учетом НДС, грн.
Сетевые шкафы		
TE 7000.500	600×2000×600	3530.00
TE 7000.510	600×2000×800	3690.00
QR 7528.950	600×2000×900	4510.00
Промышленные шкафы		
TS 7821.500	600×1600×600, включая боковые панели	3964.00
TS 8410.510	600×1600×600, включая боковые панели	3080.00
TS 8608.600	600×2000×800, включая боковые панели	4052.00
Навесные шкафчики		
AE 1034.500	300×400×210	297.89
AE 1035.500	200×300×155	218.19
AE 1038.500	380×600×210	403.50
AE 1045.500	400×500×210	384.13
AE 1050.500	500×500×210	479.22
AE 1057.500	500×700×250	701.06
AE 1058.500	600×800×250	880.73
AE 1060.500	600×600×210	529.26
AE 1076.500	600×760×210	738.26
AE 1090.500	600×1000×250	997.30
AE 1180.500	800×1000×300	1059.51
AE 1260.500	600×1200×300	1243.16
AE 1280.500	800×1200×300	1256.33
AE 1360.500	600×600×350	757.74
AE 1376.500	600×760×350	909.18
AE 1380.500	380×380×210	308.85

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

Тел.: (044) 492-8852 (многоканальный),
www.vdmais.kiev.ua
A.Kachurovsky@vdmais.kiev.ua



ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ПРИ ПАЙКЕ БЕССВИНЦОВЫМИ ПРИПОЯМИ *

При переходе к бессвинцовым припоям для минимизации числа дефектов пайки необходимо знать свойства различных припоев и флюсов и их влияние на число дефектов, таких, как осадка пасты, возникновение шариков и мостиков припоя, недостаточная смачиваемость спаиваемых поверхностей, наличие пустот в паяном соединении.

A. Мельниченко

Сплав Sn/Ag/Cu (или иначе SAC-сплав) наиболее часто используют в качестве бессвинцового припоя, хотя возможно применение и других сплавов, содержащих, например, висмут, индий и другие элементы.

При переходе к припоям на основе SAC-сплавов наблюдается увеличение числа дефектов пайки. Это результат неправильного выбора параметров процесса пайки. При правильно выбранных параметрах и надлежащем контроле процесса пайки число дефектов практически соизмеримо.

Оловянно-свинцовые и бессвинцовые припои имеют следующие основные отличия:

- различны температуры плавления припоев, поверхностное натяжение, способность к окислению и выщелачиванию
- в бессвинцовых припоях выше температурный профиль пайки
- для бессвинцовых припоев необходимо бессвинцовое покрытие выводов компонента и площадок платы
- различны скорости смачивания и растекания припоя
- при использовании бессвинцовых припоев снижена способность к выравниванию положения компонентов.

Температура плавления SAC-сплавов составляет 217-220 °С, что более чем на 30 °С выше, чем оловянно-свинцовых сплавов. Поэтому при пайке следует обеспечить их нагрев до 235-245 °С. При пайке печатных плат с компонентами, имеющими примерно одинаковую теплоемкость, температура пайки может быть снижена до 229 °С.

Для пайки бессвинцовыми припоями необходимо применять флюсы, специально разработанные для использования при более высоких температурах. Флюс занимает примерно половину объема паяльной

PREVENTION OF LEAD-FREE SMT SOLDERING DEFECTS

The change from 63/37 eutectic to lead-free solder need not to increase defects provided with the new process. This paper examines the reflow process and the characteristics of different solders and fluxes, and their effects on common defects.

A. Melnichenko

пасты и определяет ее реологические свойства, осадку, клейкость и др.

Основным назначением флюса является предохранение спаиваемых поверхностей от окисления при действии высокой температуры пайки. Флюс улучшает смачивание их припоем, способствуя растеканию его по площадкам платы и выводам компонентов. После пайки остатки флюса удаляют, смывая их, либо оставляют на плате, если использовалась паста, не требующая очистки.

Основные составляющие флюса:

- канифоль
- активаторы, органические кислоты и/или гидрогалогениды
- растворители
- гелеобразующие вещества
- поверхностно-активные вещества
- хелатные добавки.

Оптимизация состава флюса, пригодного для применения при более высоких температурах пайки, необходимых для бессвинцовых припоев, является основной задачей производителей паяльных паст. Основные составляющие флюса представляют собой органические соединения, которые должны сохранять стабильность при температуре около 245 °С, чтобы предотвратить появление проблем при пайке.

Наиболее часто встречающиеся дефекты пайки:

- образование мостиков припоя между площадками
- образование шариков припоя между площадками
- недостаточная смачиваемость спаиваемых поверхностей
- образование пустот в паяном соединении
- отрыв вывода компонента от площадки (эффект "надгробия")
- отсутствие смачивания.

* Peter Biocca. Lead-free SMT soldering defects – how to prevent them. – Global SMT & Packaging, October 2004.

Образование мостиков и шариков припоя

Эти дефекты возникают при неправильном выборе параметров пайки. При повышенной температуре в зоне предварительного нагрева следует выбирать пасту с малой осадкой. Особенно важно учитывать это при пайке компонентов с малым шагом выводов. Обычные пасты на основе оловянно-свинцовых сплавов при высокой температуре (около 185 °С) начинают плавиться и растекаться из-за разложения их гелеобразующих компонентов. На рис. 1 показано "поведение" паст, имеющих различную осадку. Как видно из рисунка, паста "В" имеет меньшую осадку, чем паста "А", а, следовательно, меньшую вероятность образования мостиков и шариков припоя.

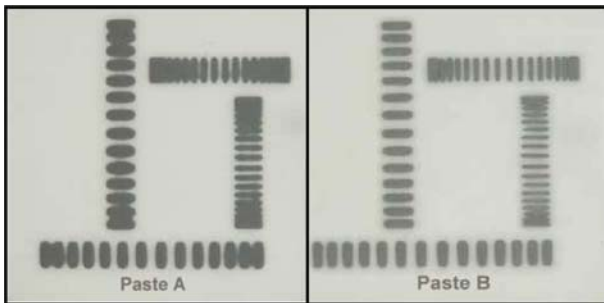


Рис. 1. Два образца паяльных паст, оплавленных при температуре 180 °С

Недостаточная смачиваемость выводов компонентов и площадок платы

При испытании на паяемость было замечено, что смачивающая способность SAC-припоев улучшается с использованием водосмываемых флюсов. Флюсы, не требующие отмытки, содержат меньше активаторов и не содержат галоидов, вследствие чего способность смачивания снижается.

После воздействия нескольких температурных циклов пайки на площадки печатных плат, защищенные лишь органическими покрытиями (т. наз., OSP-плат), число случаев неполного их смачивания припоем возрастает. Покрытие площадок оловом или иммерсионным серебром способствует лучшему растеканию припоя. Хорошо паяется также покрытие

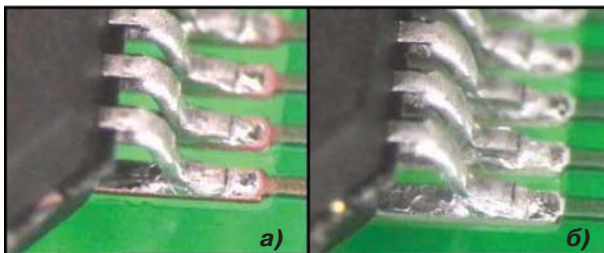


Рис. 2. Пайка выводов корпусов QFP с применением SAC-сплавов на площадке из чистой меди (а) и площадке, покрытые иммерсионным серебром (б)

Ni/Au при отсутствии в нем окислов. На рис. 2 показаны примеры пайки SAC-припоями выводов микросхем на площадки из чистой меди и площадки, покрытые иммерсионным серебром.

Плохая паяемость, недостаточная смачиваемость, плохая растекаемость припоя и большие углы контакта между площадками и выводами могут также явиться следствием неправильно выбранного профиля пайки. Очень важно достичь равномерного распределения температуры по всей площади платы, так как допустимый интервал пиковых температур бессвинцовых припоев более узок, чем оловянно-свинцовых.

Корпуса BGA во время пайки ведут себя как теплоотводы, из-за чего паста под ними может не расплавиться полностью, в то время как более мелкие компоненты могут быть припаяны достаточно хорошо. Поэтому необходимо правильно определить профиль пайки, а после ее выполнения проконтролировать качество соединений с использованием рентгеновских или оптических методов.

На рис. 3 показаны выводы корпуса BGA, не припаянные к плате из-за недостаточного нагрева. Для определения причины этого дефекта необходимо измерить температуру непосредственно в местах контакта этих выводов с площадкой, как показано на рис. 4.

На рис. 5 показан результат пайки выводов при слишком высокой температуре (более 265 °С), а на рис. 6 — при параметрах пайки, близких к оптимальным.

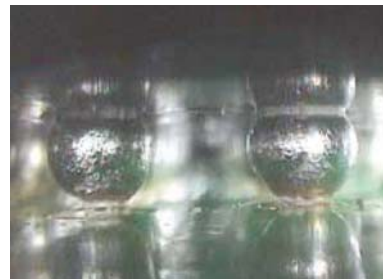


Рис. 3. Дефект пайки, вызванный недостаточным нагревом

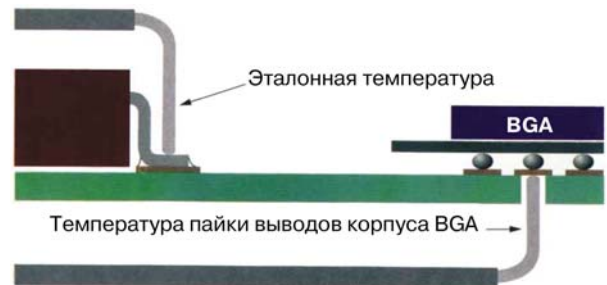


Рис. 4. Измерение температуры выводов корпуса BGA на контрольной печатной плате для определения требуемого профиля пайки

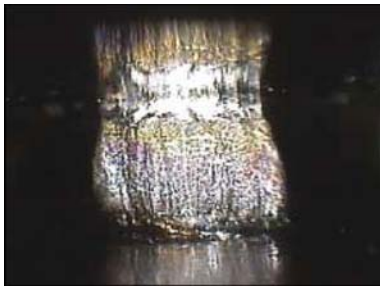


Рис. 5. Результат чрезмерного нагрева вывода



Рис. 6. Пайка с профилем, близким к оптимальному

Основные причины ухудшения смачивающих свойств бессвинцовых припоев:

- малая активность флюса паяльной пасты
- слишком высокая температура в зоне прогрева или большая продолжительность ее воздействия
- малая длительность нагрева места пайки выше температуры плавления припоя
- наличие окислов на спаиваемых поверхностях.

Активность бессвинцовых паст должна сохраняться вплоть до температуры плавления SAC-сплавов (217 °С). Содержащийся в пасте флюс должен эффективно предохранять плату и компоненты от окисления.

Способность SAC-сплавов смачивать металлические поверхности относительно невелика, поэтому для лучшего растекания припоя во время пайки необходимо, чтобы время воздействия температур, превышающих температуру плавления, было достаточным. Обычно это время составляет 60-90 с при температуре пайки 235-245 °С.

Наличие окислов на плате можно обнаружить, проведя один из тестов на паяемость, например, выполнение баланса смачивания.

Пустоты в бессвинцовых соединениях и выводах BGA

При наличии большого числа пустот в паяном соединении снижается его надежность, что наиболее часто проявляется при эксплуатации изделий в условиях большого перепада температур, вибраций либо воздействия изгибающих усилий. Пустоты являются

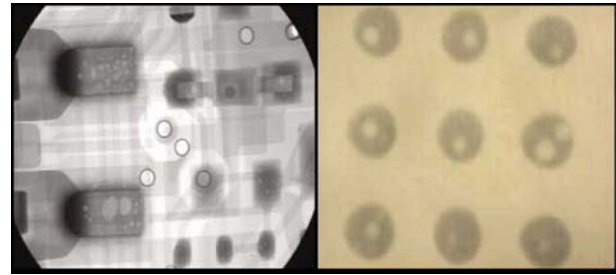


Рис. 7. Пустоты, возникшие при пайке выводов корпусов QFP (а) и BGA (б)

также причиной ухудшения тепло- и электропроводности соединений (рис. 7).

Если суммарный объем пустот не превышает 25% объема соединения, их влияние на надежность незначительно. Они могут даже играть роль амортизаторов механических нагрузок.

Появление пустот могут вызывать следующие факторы:

- состав паяльной пасты
- поверхностное натяжение припоя
- профиль пайки
- наличие окислов на спаиваемых поверхностях
- форма выводов компонентов и паяного соединения
- состав покрытия площадок платы и выводов компонентов
- выделение газа из корпуса компонента во время пайки.

Поверхностное натяжение бессвинцовых припоев выше, чем оловянно-свинцовых. Поэтому необходимо выбирать пасту такого состава, чтобы содержащийся в ней флюс не терял активности при высоких температурах пайки. Для уменьшения числа пустот в первую очередь следует выбирать пасту, не содержащую канифоли, а также активаторов, разлагающихся при воздействии повышенных температур.

Удалению пузырьков газа из припоя способствует также оптимизация профиля пайки, заключающаяся в увеличении продолжительности пребывания паяного соединения в зоне прогрева, а также в зоне температур, превышающих температуру плавления припоя. Необходимо также следить за тем, чтобы плата и компоненты были свободны от влаги и загрязнений. Замечено, что на OSP-платах образуется несколько больше пустот, чем на платах, покрытых сплавом Ni/Au или иммерсионным серебром.

В некоторых случаях на количество пустот влияет и форма паяного соединения. Если размеры и форма компонентов препятствуют выходу пузырьков газа, число пустот увеличивается.

Подъем одного из выводов компонента над платой (эффект "надгробия")

При пайке малогабаритных компонентов бессвинцовыми припоями возрастает число случаев подъема над платой одного из выводов компонента (эффект "надгробия"). Это объясняется, в частности, меньшей смачивающей способностью этих припоев. Поэтому необходимо позиционировать компоненты на плате с достаточно высокой точностью, так как выравнивающий эффект в бессвинцовых пастах выражен слабее.

Припой SAC305 обеспечивает меньшую вероятность образования "надгробия". Его состав: 96.5% олова, 3% серебра и 0.5% меди, температура плавления 217-220 °С. Во время начальной фазы плавления этот припой удерживает компоненты, как бы приклеивая их к плате, в результате чего число "надгробий" уменьшается.

Применение паяльной пасты с повышенным газо-выделением в начальной фазе плавления припоя также может быть причиной образования "надгробий".

Отсутствие смачивания

Основная причина отсутствия смачивания – малая активность флюса. В начальной стадии пайки расплавленный припой покрывает всю площадку. Однако, если из-за малой активности флюса образование интерметаллического соединения невозможно, силы сцепления между припоем и площадкой малы, в результате чего из-за поверхностного натяжения припой собирается в каплю.

С использованием водосмываемых паст отсутствие смачивания проявляется достаточно редко благодаря тому, что активность их флюса весьма высока. В менее активных пастах серии ROLO, а также в не требующих отмычки пастах, не содержащих галогенидов, отсутствие смачивания проявляется при пайке площадок, покрытых органическими соединениями или сплавом Ni/Au при наличии на нем окислов никеля или загрязнений. На рис. 8 приведены фотографии

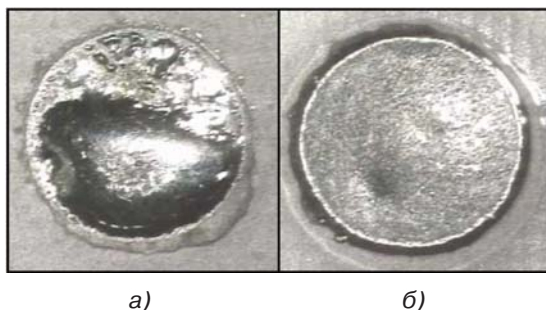


Рис. 8. Примеры различного смачивания площадок бессвинцовым припоем: отсутствие смачивания (а) и удовлетворительное смачивание (б)

площадок с оплавленной пастой; на рис. 8, а явно видно отсутствие смачивания.

Для обеспечения смачивания необходимо:

- предохранять спаиваемые поверхности от окисления
- выбирать флюс, соответствующий спаиваемым металлам
- уменьшать температуру и продолжительность прогрева для сохранения активности флюса.

Внешний вид бессвинцовых соединений

Поверхность бессвинцовых соединений более матовая, чем оловянно-свинцовых, а галтель из-за меньшей текучести бессвинцовых сплавов имеет другую форму (рис. 9). Это не должно рассматриваться как дефект пайки.

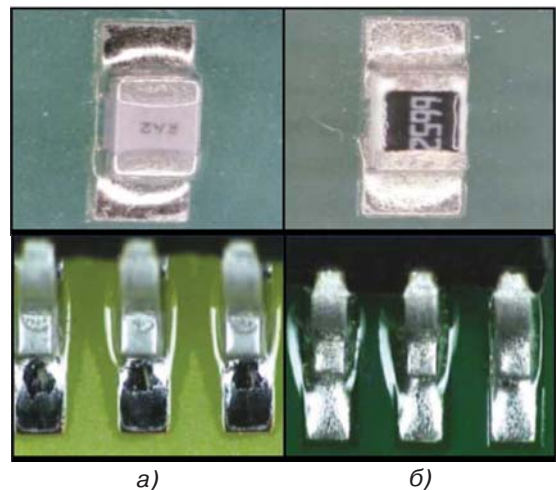


Рис. 9. Вид соединений после пайки в воздушной среде оловянно-свинцовым (а) и бессвинцовым (б) припоем

После оплавления в воздушной среде SAC-припой имеют более темный вид. На их поверхности образуется сеть мелких трещин, возникающих вследствие образования интерметаллических соединений, а также окисления. В азотной среде образуется более блестящее соединение с хорошим растеканием по спаиваемым поверхностям.

Уменьшение продолжительности воздействия температур, превышающих температуру плавления припоя, замедляет рост интерметаллических соединений, в результате соединение приобретает более светлый вид.

В заключение можно отметить, что переход к применению бессвинцовых припоев требует определенного времени, необходимого для получения навыков обращения с ними как при пайке, так и оценке качества паяных соединений.

Конвейерные печи TWS 1100, TWS 1200



Лучшие в своем классе!

Тип печи	TWS 1100	TWS 1200
Ширина ленты конвейера, мм	265	500
Макс. высота компонента, мм	35	35
Число зон нагрева	4	5
Число зон охлаждения	1	2
Макс. потребляемая мощность, кВт	4	10
Габариты, мм	720×1540×275	850×2500×275
Масса, кг	70	100

TWS
AUTOMATION
www.tws-automation.com

Идеальное сочетание качества, производительности, экономичности и цены!

VD MAIS – дистрибьютор фирмы TWS Automation в Украине

тел./факс: (380-44) 492-8852, 287-5281, 287-5297, факс: (380-44) 287-3668, info@vdmαιs.kiev.ua, www.vdmαιs.kiev.ua

ЗАМЕНА МИКРОСХЕМ С МАТРИЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВЫВОДОВ, ПАЙКА КОТОРЫХ ВЫПОЛНЕНА БЕССВИНЦОВЫМ ПРИПОЕМ *

С учетом того, что пайка бессвинцовыми припоями происходит при более высокой температуре, а микросхемы с матричным расположением выводов требуют "деликатного" обращения, к ремонтным станциям предъявляются повышенные требования поддержания точности температуры пайки. Кроме того, станции должны быть оснащены простыми средствами калибровки. В статье изложены 10 пунктов, выполнение которых позволяет получить хорошие результаты при замене микросхем, смонтированных с применением бессвинцовых припоев.

А. Мельниченко

A. Melnichenko

THE LEAD-FREE SOLDERING ARRAY PACKAGE ICs REWORK

The higher temperatures of lead-free soldering, combined with the more delicate nature of array package components, means that suitable rework stations must feature excellent profiling and tolerances, plus offer easy calibration if thermal damage is to be avoided and optimum results achieved.

1. Оценка затрат времени и средств, качество и повторяемость

На начальной стадии ремонта следует оценить временные затраты; если они окажутся слишком большими, это повлечет за собой повышение расходов. При плохом качестве ремонта от него лучше отказаться совсем, а при желании достичь хорошей повторяемости необходимо использовать дорогостоящие системы контроля.

В настоящее время производители электронной техники применяют микросхемы в миниатюрных корпусах с сотнями расположенных в виде матрицы выводов, качество пайки которых удастся контролировать лишь с помощью сложных систем визуализации. При переходе к бессвинцовым припоям с более высокой температурой пайки, более узкими технологическими допусками и отсутствием у производителей достаточного опыта необходимость в средствах контроля возрастает. Однако, при правильно подобранном профиле пайки, наличии соответствующего оборудования и знаний можно уменьшить затраты времени и средств и повысить качество пайки микросхем и при использовании бессвинцовых припоев.

2. Основные этапы процесса замены микросхем

Процессы замены микросхем при пайке бессвинцовыми припоями и использовании оловянно-свинцовых припоев идентичны и включают основные этапы: подбор оптимального профиля пайки, удаление неисправного компонента, очистку и под-

готовку платы, монтаж нового компонента с применением флюса или паяльной пасты, пайку и контроль полученных результатов. На ремонтных станциях (рис. 1) используется преимущественно конвекционная пайка, позволяющая достичь хорошей управляемости процесса, без чего повторяемость результатов невозможна.

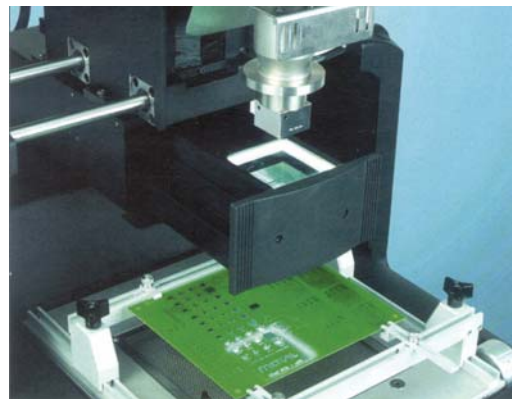


Рис. 1. Конвекционная ремонтная станция для пайки плат бессвинцовыми припоями

3. Состав паяльной пасты

Существует много сплавов, используемых в качестве бессвинцовых припоев. Наиболее распространены сплавы на основе олова с небольшим количеством серебра, меди или висмута, температура плавления которых находится в пределах 206-221 °С, а температура пайки в пределах 217-235 °С.

* По материалам статьи: "10 steps to lead-free array package rework". – *Global SMT & Packaging*, February 2004 (www.airidus.com/binary/articles/10%20Steps%20to%20LF%20Array%20Rework.pdf).

4. Температурный диапазон пайки

Максимальное значение пиковой температуры пайки для бессвинцовых припоев составляет около 235 °С, а максимально допустимая температура для компонентов – 265 °С. Наиболее часто в технических описаниях компонентов приводят значение максимально допустимой температуры, лежащей в пределах 240-250 °С, что весьма близко к диапазону температур пайки (225-233 °С). Временной интервал участка профиля пайки, лежащего выше температуры плавления припоя, который для оловянно-свинцовых припоев составляет 60-90 с, для бессвинцовых припоев должен быть уменьшен до 15-30 с. Ремонтная станция должна обеспечивать возможность быстрого изменения температуры, чтобы воспроизвести требуемый профиль пайки с достаточной точностью.

5. Профиль пайки

Конвекционный нагрев позволяет обеспечить повторяемость профиля пайки, что исключает как перегрев компонента, так и слишком продолжительное время его пребывания при температуре выше температуры плавления припоя. Оптимальный профиль пайки может быть достигнут при наличии соответствующих знаний, опыта и терпения. Ремонтная станция (рис. 2) должна не только обеспечить достаточно точное воспроизведение стандартных зон профиля пайки (предварительный нагрев, прогрев, оплавление и охлаждение), но и возможность изменения температуры с требуемой скоростью.

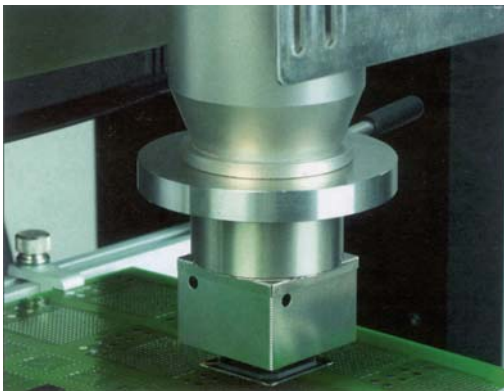


Рис. 2. Конвекционный нагрев компонентов во время пайки

6. Увеличение температуры пайки

Учитывая необходимость более высокой температуры для пайки бессвинцовыми припоями, а также высокую чувствительность к перегреву микросхем в корпусах BGA и CSP, необходимо более тщательно контролировать температуру в процессе пайки, а также иметь возможность быстрого ее изменения, чтобы исключить повреждение компонен-

тов. Без этого хороших результатов достичь не удастся. Использование предварительных нагревателей с эффективным регулированием температуры снижает риск повреждения чувствительных к перегреву компонентов.

7. Скорость возрастания температуры

Профиль пайки бессвинцовыми припоями отличается от профиля пайки оловянно-свинцовыми припоями. Типовой профиль может быть следующим: нагрев до 140 °С в течение 100 с, прогрев при температуре не более 175 °С в течение 90 с, рост температуры до 225 °С в течение 100 с, зона оплавления при 235 °С в течение 20 с и, наконец, охлаждение в течение 60 с. При этом важно обеспечить необходимую скорость роста и спада температуры, а также непрерывный контроль процесса пайки.

8. Выравнивание

температуры нагрева компонентов

Еще одним фактором, который необходимо учитывать при пайке бессвинцовыми припоями, является неравномерность нагрева компонентов. Неравномерность нагрева компонентов в пределах 10 °С является приемлемой при использовании оловянно-свинцовых припоев, однако в случае применения бессвинцовых припоев эту величину следует уменьшить вдвое. Достичь такой точности на практике бывает довольно сложно. Кроме того, следует учитывать неравномерность нагрева компонентов по вертикали. Она может достигать 10 °С между верхней плоскостью микросхемы и ее выводами или находящейся под ней поверхностью платы, что требует оптимизации профиля пайки.

9. Точность поддержания температуры пайки

Для того, чтобы быть уверенным, что образовалось надежное нехрупкое паяное соединение, необходимо контролировать температурный профиль пайки. Для бессвинцовой пайки следует обеспечить достаточную точность профиля, а также возможность быстрого роста и спада температуры, в том числе для расположенных снизу платы нагревателей. Температура должна быть достаточной для расплавления припоя, образования интерметаллического слоя, активации флюса и оптимального смачивания, однако не должна достигать значений, при которых плата и компоненты могут быть повреждены.

10. Контроль результатов

Бессвинцовые соединения выглядят более шероховатыми, чем оловянно-свинцовые и недостаточно опытные контролеры иногда считают их дефектными. Переходя к бессвинцовым припоям, компании должны использовать новые стандарты, а также провести обучение контролеров для выработки у них навыков правильной оценки качества со-

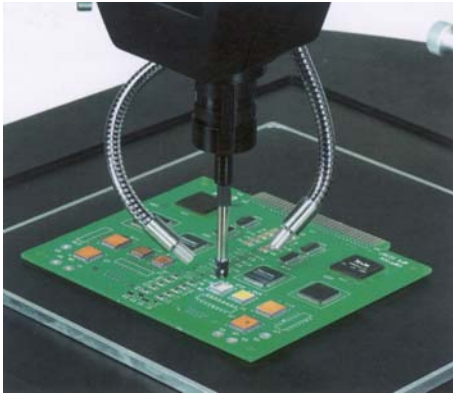


Рис. 3. Оптическая система PI-1000 фирмы Metcal

единений. Для проведения контроля возможно использование рентгеновских установок, хотя из-за их

высокой стоимости более широкое применение нашли оптические методы контроля. В продаже имеются новые оптические системы, такие как, например, система LS3000 фирмы PACE или PI-1000 фирмы Metcal (рис. 3). Построенные по принципу эндоскопа, они позволяют получить на экране изображение сферических выводов микросхем и оценить качество их пайки.

Заключение

Основные стадии процесса замены микросхем с матричным расположением выводов при переходе к бессвинцовым припоям остаются теми же, что и для оловянно-свинцовых. Однако, при замене микросхем для получения надежных соединений необходимо использовать ремонтные станции, обеспечивающие необходимые параметры процесса пайки и более узкие температурные допуски, а также системы контроля результатов пайки.

ДЕФЕКТ ВТОРИЧНОГО ОПЛАВЛЕНИЯ И ПРИЧИНЫ ЕГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ *

В статье описаны причины возникновения дефекта вторичного оплавления, возникающего при пайке компонентов волной припоя.

SECONDARY REFLOW FAILURE DEFECT

This article describes the reasons of secondary reflow failure defect.

A. Мельниченко

A. Melnichenko

Процесс пайки электронных компонентов методом оплавления достаточно хорошо изучен. При переходе к бессвинцовым припоям у производителей возникают новые проблемы: необходимость повышения температуры пайки, более точное воспроизведение профиля пайки и обеспечение равномерного нагрева всей поверхности печатной платы при ее проходе через паяльную печь. Необходимость соблюдения минимальной разницы температур на различных участках платы остается в силе и при пайке волной.

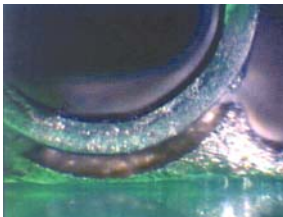


Рис. 1. Дефекты вторичного оплавления выводов микросхемы в корпусе QFP

Многие производители хорошо освоили процесс пайки в конвекционных пе-

чах, где установка необходимого профиля пайки не представляет большого труда. Однако большинство из них вовсе не знакомы с дефектами вторичного оплавления, возникающими при пайке волной.

Дефекты вторичного оплавления возникают в тех случаях, когда при пайке волной тепловая энергия распространяется на толщину печатной платы от нижней ее поверхности к верхней, из-за чего температура последней достигает температуры плавления припоя. При этом под действием сил, возникающих вследствие различного температурного расширения платы и компонента, его вывод отделяется от массы припоя (рис. 1 и 2). Поэтому очень важно обеспечить необходимый контроль температуры верх-

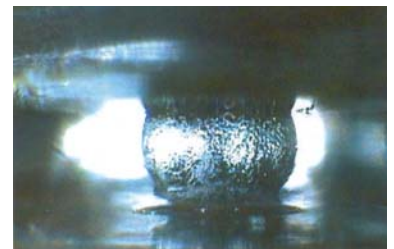


Рис. 2. Дефект вторичного оплавления выводов микросхемы в корпусе BGA

* По материалам статьи: **Bob Willis. Secondary reflow failure – another lead contamination defect. – "Global SMT & Packaging", December 2003/January 2004.**

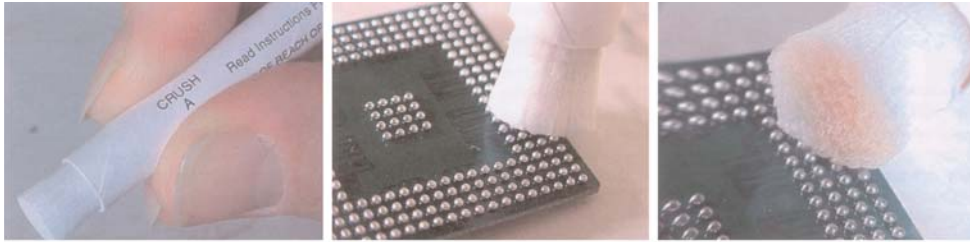


Рис. 3. Тест для определения наличия свинца

ней поверхности печатной платы и не допускать излишнего ее нагрева, регулируя продолжительность и температуру пайки.

Кроме того, на возникновение этих дефектов влияют следующие факторы:

- повышенная температура предварительного нагрева
- различная толщина и плотность печатной платы
- прогиб или перекося платы в процессе пайки
- выполнение пайки в атмосфере азота.

Ранее дефекты вторичного оплавления проявлялись на компонентах, выполненных в больших корпусах. Смещение компонента относительно платы приводит к прерыванию электрического контакта. Форма паяного соединения может при этом оставаться неизменной.

В некоторых случаях в оловянно-свинцовых соединениях может наблюдаться отслоение от платы вывода компонента вместе с основной массой припоя. Чаще всего это возникает вследствие ухудшения паяемости, хотя могут быть и другие причины. Более подробную информацию о дефектах вторичного оплавления можно получить в сети Интернет по адресу: www.leadfreesoldering.com.

При выборе компонентов желательно проводить несложные тесты для анализа покрытия их выводов. Многие считают проведение этих тестов излишним, однако в условиях производства они оказываются полезными.

Одним из них может быть тест на наличие свинца в материале выводов. Его присутствие может приве-

сти к возникновению дефектов вторичного оплавления, обнаружение которых представляет известную сложность. Для проведения этого теста можно воспользоваться специальной ручкой с небольшой щеткой на конце. Потерев ею поверхность выводов, наблюдают, не появится ли на конце щетки розовая окраска, свидетельствующая о наличии свинца (рис. 3). Такой тест дает положительный результат, если наличие свинца в сплаве составляет более 0.2%. Хотя тест и не обеспечивает абсолютную точность, однако он может показать, необходимо ли дальнейшее лабораторное исследование.

Для тестирования SMD-компонентов и покрытий печатной платы серийно выпускается набор таких ручек. Некоторой проблемой при его применении является высокое содержание олова в бессвинцовых припоях, которое может несколько исказить результаты тестирования. При наличии пояснительных материалов (с примерами) различия в результатах тестирования оловянно-свинцовых и не содержащих свинец покрытий довольно хорошо заметны.

Конечно, для определения наличия свинца всегда можно воспользоваться старым испытанным способом: если провести по исследуемой поверхности куском белой ткани, то при наличии свинца на ней остаются темные следы. Таким способом можно проверять припой, одножильные и многожильные провода, контакты разъемов и др.

В заключение можно сказать, что в период перехода к бессвинцовым припоям возникает ряд вопросов, которые требуют системного решения. Это поможет избежать проблем, с которыми сталкиваются некоторые производители.

Уважаемые читатели и подписчики журнала ЭКИС,

поскольку к нам поступают жалобы от читателей, оформивших подписку по каталогу "Пресса России" (индекс 38554), о несвоевременной доставке журнала ЭКИС в РФ, сообщаем, что журнал выходит регулярно в конце каждого месяца. Задержка с доставкой вызвана длительным сроком прохождения издания через ГП "Преса" (в Украине) и Агентство "Пресса России" (в России).

Обращаем Ваше внимание на возможность оформления подписки на журнал через редакцию ЭКИС или web-сайт: www.ekis.kiev.ua – это позволит сократить срок доставки журнала, т.к. его адресная рассылка подписчикам выполняется редакцией по почте в течение двух дней после выхода из типографии.

Права на получение бесплатных каталогов и CD-ROM, издаваемых фирмой VD MAIS на русском языке, сохраняются для всех подписчиков ЭКИС, независимо от места оформления подписки.

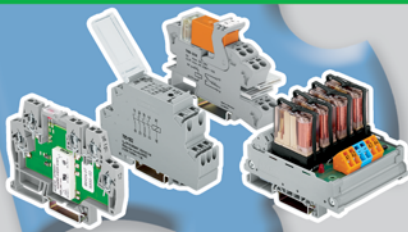
ВНИМАНИЕ!**Фирмы VD MAIS и AIM Advantage проводят в Киеве
ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕМИНАР ПО ОСОБЕННОСТЯМ ПРИМЕНЕНИЯ
СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА (SMT)**

ПРОГРАММА СЕМИНАРА:
*Переход на технологию пайки бессвинцовыми припоями.
 Применение флюсов, не требующих отмывки.
 Отмывка остатков флюсов.*

Докладчик – **Andrew Clarke**, представитель фирмы AIM Advantage.

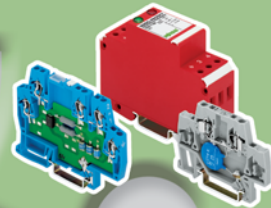
Дата проведения – **20.09.2005 г.**

Прием заявок на участие, план семинара и место проведения
 на web-сайте: www.vdmais.kiev.ua или по тел.: (044) 492-8852, 287-4249, Астратова Анна.

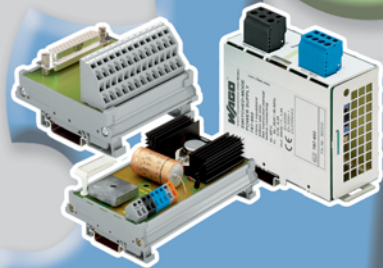
ИНТЕРФЕЙСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЛЮБЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

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.vdmais.kiev.ua www.wago.com

Фирмы и компании, представленные в журнале

Фирмы	Страницы	Фирмы	Страницы
Agilent Technologies	17	Rittal	47, 50
AIM Advantage	60	Siemens	41
Analog Devices	3, 18, 21, 33	SiTI	36
Astec Power	37, 49	Tektronix	2 стр. обложки, 38
HARTING	45	TWS Automation	55
Lampertz	3 стр. обложки	WAGO	60
Murata	44	Z-World	5