

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**

2002 март № 3 (55)

МАССОВЫЙ  
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ



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

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

**Главный редактор:**  
В.А. Романов

**Зам. главного редактора:**  
А.В. Ермолович

**Редакционная коллегия:**  
В.В. Гирич  
В.А. Давиденко  
Н.Б. Малиновский  
Г.Д. Местечкина  
В.А. Тодосийчук  
С.Б. Яковлев

**Набор:**  
Е.М. Шелест

**Верстка:**  
М.С. Заславская

**Дизайн:**  
А.А. Чабан,  
М.С. Заславская

**Адрес редакции:**  
Украина, Киев,  
ул. Жилианская, 29  
**Тел.:** (044) 227-2262, 227-1356  
**Факс:** (044) 227-3668  
**E-mail:** info@vdmajs.kiev.ua  
**Интернет:** www.vdmajs.kiev.ua

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

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

Подписано к печати 29.03.2002  
Формат 60x84/8  
Тираж 1000 экз.  
Зак. № 203-157-1025

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Достижения в создании сенсоров изображений  
с высоким разрешением ..... 3

Средства защиты электронного бизнеса ..... 5

**АЦП И ЦАП**

Высокопроизводительные АЦП ..... 10

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ**

Стабильные гетеродины для преобразователей частоты ..... 13

Новые схемы защиты абонентских интерфейсов ..... 16

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
ФИРМЫ ANALOG DEVICES**

Микросхемы для ВЧ телекоммуникаций ..... 19

**КОНКУРС: ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА**

Универсальный программируемый контроллер  
"КОНСТАР 201" ..... 31

**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Аналого-цифровой осциллограф НМ1507-3 ..... 32

AS-интерфейс в системах производственной безопасности ... 35

**ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ**

Поверхностный монтаж и демонтаж микросхем  
в корпусах BGA и CSP ..... 38

Электрические характеристики печатных проводников ..... 43

**ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ ..... 47**

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



**NEW TECHNOLOGIES**

*Image Sensors Break Through the Resolution Barrier* ..... 3  
*Securing the Future of E-business* ..... 5

**ADCs AND DACs**

*High Speed ADC* ..... 10

**COMMUNICATIONS**

*Stable Local Oscillators for Frequency Converters* ..... 13  
*New Protectors for Line Card Access Switches* ..... 16

**THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN**

*RF and Communications* ..... 19

**BEST DESIGN ANNUAL CONTEST**

*General Purpose Programmable Controller K201* ..... 31

**CONTROL AND AUTOMATION**

*Analog-Digital Oscilloscope HM1507-3* ..... 32  
*A "Failsafe" Safety System Implemented with AS-interface Components* ..... 35

**SURFACE MOUNT TECHNOLOGY**

*Mount and Rework of BGAs and CSPs* ..... 38  
*Electrical Properties of Printed Wiring* ..... 43

**EXHIBITIONS AND CONFERENCES** ..... 47



**ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS**

March 2002  
No 3 (55)

Monthly  
Scientific and Technical  
Journal

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

**Director**  
V.A. Davidenko

**Head Editor**  
V.A. Romanov

**Managing Editor**  
A.V. Yermolovich

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

**Type and setting**  
E.M. Shelest

**Layout**  
M.S. Zaslavskaya

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

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

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

**Fax:**  
(380-44) 227-3668

**E-mail:**  
info@vdm.kiev.ua

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

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

Printed in Ukraine



## ДОСТИЖЕНИЯ В СОЗДАНИИ СЕНСОРОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Успехи в развитии микроэлектроники позволили создать бытовые и промышленные цифровые электронные фотокамеры с разрешением, которое ранее было достижимо только в пленочных камерах. Основным элементом цифровых фотокамер — электронные матричные сенсоры изображений со сверхбольшим числом ячеек. В статье рассмотрена структура и приведены параметры таких сенсоров.

**А. Ермолович**

В цифровых электронных фотокамерах преобразование оптического сигнала в электрический выполняют цветные фотоприемные КМОП- или ПЗС-матрицы. В настоящее время в производстве освоены фотоприемные матрицы, формирующие изображение объемом от 2 до 5 миллионов пикселей (пиксел — минимальный элемент изображения). Объем изображения  $3.5 \cdot 10^6$  пикселей позволяет получать отпечатки с размерами до 13×18 см при разрешении не хуже 300 точек на дюйм (это разрешение соответствует принятому в полиграфии стандарту качества печати). Такие параметры изображения отвечают требованиям бытовой фотографии. В профессиональной фотографии требуется значительно большее увеличение изображения, поэтому ведущие производители фотоприемных матриц активно работают над созданием сверхбольших матриц, формирующих изображения объемом до  $16.8 \cdot 10^6$  пикселей. Эти матрицы позволяют получать отпечатки размером 35×35 см с разрешением 300 точек на дюйм. Лидерами в создании таких матриц являются компании Eastman Kodak и Foveon, реализующие в своих разработках принципиально разные технические решения.

Специалисты компании Eastman Kodak, идя в своих исследованиях по традиционному пути, создали ряд цветных ПЗС-матриц с мозаичным RGB-фильтром. Этот ряд состоит из матриц KAF-5101CE, KAF-6302CE и KAF-16801CE, имеющих размеры фоточувствительной области соответственно 17.8×13.4, 27.5×18.1, 36.7×36.7 мм и содержащих 2614×1966, 3052×2016 и 4080×4080 ячеек. Типовые параметры матриц: плотность темнового тока 10 пА/см<sup>2</sup>, динамический диапазон 70 дБ, максимальная частота считывания пикселей 15 МГц, выходной сигнал — аналоговый.

Цветные ПЗС-матрицы создаются на базе монохромных путем наложения на фоточувствительную область мозаичного RGB-фильтра, как показано на рис. 1 [1]. Такой способ создания полноцветной матрицы обуславливает существенное снижение быстро-

действия полноцветных фотоаппаратов по сравнению с монохромными.

Монохромные ПЗС-матрицы могут работать как в режиме фото-, так и кинокамеры. Для того чтобы кадры, формируемые матрицей, можно было считывать в реальном масштабе времени (25-30 кадров в секунду), группа соседних ячеек электрически объединяется в кластеры размерами 2×2 или 4×4 ячеек.

В полноцветных ПЗС-матрицах с RGB-фильтром объединять ячейки в кластеры в реальном масштабе времени невозможно, поскольку каждая ячейка формирует сигнал только одной цветовой составляющей. Сигналы двух других цветовых составляющих синтезируют путем интерполяции сигналов соседних ячеек, имеющих фильтр соответствующей цветовой составляющей. Поэтому полноцветные фотоаппараты содержат высокопроизводительные цифровые процессоры, которые не только восстанавливают полный RGB-сигнал, но и осуществляют компрессию изображения в соответствии со стандартом JPEG. В результате использования интерполяции могут возникать цветные артефакты и существенно возрастает время формирования кадра.

Цветовые артефакты появляются в изображении относительно часто в случае, когда объектив формирует на фотоприемной матрице изображение с разрешением, превышающим разрешение матрицы. Высококачественные объективы для 35-мм фотокамер имеют разрешение по центру кадра до 70-85 линий/мм, по краю — до 40-50 [2]. На матрице размерами 36×36 мм эти объективы формируют изображение, в котором можно различить около  $16 \cdot 10^6$  пикселей. Поскольку матрица KAF-16801CE содержит такое число ячеек, при синтезе полного цветового изображения методом интерполяции вероятность возникновения артефактов мала.

Таким образом, компания Eastman Kodak получила в ПЗС-матрицах рекордно высокое пространственное

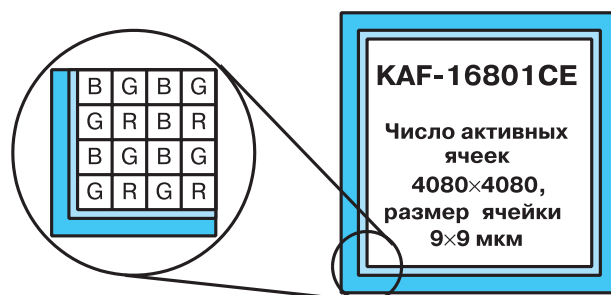


Рис. 1. Структура RGB-фильтра ПЗС-матрицы KAF-16801CE

разрешение, необходимое для правильного восстановления всех цветовых составляющих изображения. Однако этим матрицам присущ недостаток, характерный для приборов с зарядовыми связями: если в матрице есть дефектная ячейка, весь столбец, в котором осуществляется перенос заряда, оказывается дефектным. При коррекции таких дефектов велика вероятность возникновения артефактов.

От этого недостатка свободны фотоприемные матрицы на основе КМОП-сенсоров изображений. КМОП-сенсор имеет в каждой ячейке матрицы такой же фоточувствительный элемент, как и ПЗС-сенсор. Однако КМОП-сенсор содержит дополнительно в каждой ячейке усилитель выборки-хранения и коммутатор, выполненные на КМОП-транзисторах. Такой сенсор позволяет считывать сигналы из ячеек в произвольном порядке, а наличие в матрице ячеек с дефектами не приводит к возникновению дефектных столбцов.

Компания Foveon практически одновременно с компанией Eastman Kodak продемонстрировала монохромный КМОП-сенсор изображений, имеющий размеры 22×22 мм и содержащий 4096×4096 ячеек [3]. Этот сенсор был изготовлен по традиционной КМОП-технологии с проектными нормами 0.18 мкм, содержал 70 млн транзисторов и имел динамический диапазон 60 дБ.

Однако в создании цветного сенсора компания Foveon пошла другим путем и разработала на основе монохромного КМОП-сенсора принципиально новый цветной матричный КМОП-сенсор X3™, не имеющий мозаичного фильтра. Схематичное изображение такого сенсора приведено на рис. 2 [4]. В этом сенсоре три слоя фоточувствительных элементов, воспринимающих различные цветовые составляющие изображе-

ния, расположены друг над другом. В качестве светофильтров, разделяющих цветовые составляющие, используются тонкие слои кремния, в которых сформированы фоточувствительные элементы. Наименее глубоко в кремний проникает синий свет, наиболее глубоко — красный. Поэтому фоточувствительный элемент верхнего слоя воспринимает полный цветовой сигнал (суперпозицию составляющих R, G и B), среднего слоя — суперпозицию составляющих R и G, а нижнего слоя — только составляющую R. При считывании сигналов из матрицы получают отдельные составляющие R, G и B для каждого пиксела путем простой аналоговой обработки сигналов фоточувствительных элементов всех слоев. Такая организация полноцветной матрицы позволяет объединять ячейки в кластеры в реальном масштабе времени и варьировать скорость считывания в зависимости от числа пикселов в кадре.

В настоящее время относительно небольшая компания Foveon, не имеющая своего серийного производства, заключила с компанией National Semiconductor договор об изготовлении цветных КМОП-сенсоров нового типа F7-35X3-A25B и F10-14X3-D08A [5].

Сенсор F7-35X3-A25B с размерами активной области 20.7×13.8 мм содержит матрицу из 2268×1512×3 ячеек, имеет аналоговый выход и предназначен для использования в фотокамерах [6]. В режиме фотокамеры сенсор работает с разрешением 2268×1512×3 пикселов и имеет максимальную частоту формирования кадров 2 Гц, в режиме кинокамеры сенсор формирует цветные кадры с частотой 25 Гц и разрешением 576×384×3 пикселов.

Сенсор F10-14X3-D08A с размерами активной области 6.4×4.8 мм содержит 1280×960×3 ячеек, имеет аналоговый и цифровой выходы и предназначен для использования в видеокамерах [7]. При работе с разрешением 1280×960×3 пикселов матрица поддерживает максимальную частоту кадров 10 Гц, при снижении разрешения до 640×480×3 максимальная частота кадров возрастает до 30 Гц.

ЛИТЕРАТУРА:

1. KAF-16801CE. 4080(H)×4080(V) Pixel Full-Frame CCD Color Image Sensor. Performance Specification. — Eastman Kodak Company, December 10, 2001.
2. Popular Photography, July 2001.
3. Eric J. Lerner. CMOS detectors nip at the heels of CCD devices. — Laser Focus World, March 2001.
4. www.foveon.com
5. Пресс-релиз компании National Semiconductor, февраль 2002.
6. Foveon® X3™ CMOS Image Sensor F7-35X3-A25B. — Foveon Inc., 2002.
7. Foveon® X3™ CMOS Image Sensor F10-14X3-D08A. — Foveon Inc., 2002.

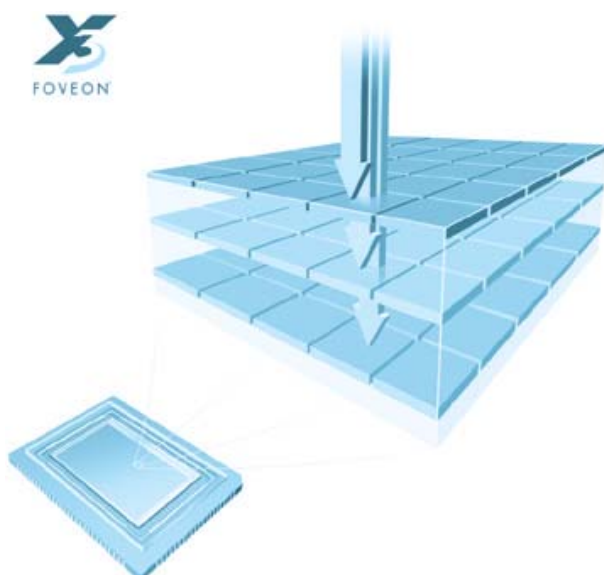


Рис. 2. Структура КМОП-сенсора F10-14X3-D08A



## СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОГО БИЗНЕСА

*Сегодня деловая активность современных компаний неразрывно связана с хранением и передачей информации по локальным и глобальным (Интернет) компьютерным информационным сетям. Использование компьютеров и передача данных по информационным сетям всегда связаны с определенным риском, который может привести к потере данных и несанкционированному доступу к конфиденциальной информации, что, в свою очередь, может послужить причиной не только временной приостановки деятельности компании, но, в конечном счете, и ее полного краха. Одна из сфер современного бизнеса — электронный бизнес, который из области утопических идей в последние годы перешел в повседневную жизнь компаний. И поскольку бизнес (законный, криминальный, промышленный, электронный, корпоративный или индивидуальный) — всегда есть бизнес, т. е. деятельность, непосредственно связанная с добыванием денег, то можно ожидать посягательства на секреты компаний со стороны конкурентов. В статье рассматриваются некоторые аспекты защиты электронного бизнеса (е-бизнеса).*

**В. Охрименко, А. Заболотный**

В последние годы в средствах массовой информации все чаще появляется информация: о компаниях, вынужденных сообщить, что они не могут обеспечить конфиденциальность данных о состоянии счетов и номерах кредитных карточек клиентов вследствие "взлома" защиты базы данных; о компаниях, которые понесли убытки в десятки, а то и сотни тысяч долларов из-за приостановки на целый день нормальной деятельности по причине обнаружения компьютерного вируса; о компаниях, вынужденных сократить количество продаж вследствие "атак" на их web-сайты. Диапазон "неприятностей", которые могут быть причинены компаниям, простирается от кражи сверхсекретного коммерческого плана до раскрытия информации о реальных доходах компании [1-7]. Следующие яркие примеры говорят сами за себя [1]. Всем памятен один из майских дней 2000 года, ознаменовавший распространение по всему земному шару вируса "I love you". Ущерб, причиненный этим вирусом, оценивается в 15 миллиардов долларов. Случай со служащим (впоследствии осужденным), нанесшим ущерб в 12 миллионов долларов своему работодателю с прежнего места работы, вряд ли будет оставлен без внимания всеми потенциальными работодателями, тем более, что, как полагают специалисты, ущерб не может быть полностью компенсирован. Факт хищения номеров пятнадцати тысяч кредитных карточек в результате "взлома" web-сайта компании Western Union навсегда останется в памяти ее клиентов. Приведенные факты — это не просто примеры неправильной защиты данных, утерянной инфор-

мации или причиненных клиентам неудобств. Аналогичные сообщения, путешествующие по всем деловым изданиям, о взломах охранных систем баз данных — причина беспокойства руководителей всех без исключения компаний, поскольку вполне очевидно, что плохая защита интересов клиентов может серьезно "подмочить" репутацию компании, независимо от того положения, которое она занимает в данный момент на бирже.

Но так ли уж реальны угрозы "взлома" секретной информации и что предпринимается для ее защиты? В той же мере, в какой реальны угрозы утери конфиденциальной информации, реальны и доступны средства для ее защиты. Сегодня производители систем защиты информации делают все, чтобы гарантировать безопасность ведения электронного бизнеса (в дальнейшем е-бизнеса) без существенного риска. Кроме того, сегодняшняя популярность е-бизнеса служит хорошим стимулом для совершенствования существующих средств защиты информации и создания новых, более надежных, которые будут использоваться при создании систем безопасности данных в будущем. В этой связи весьма поучителен пример из жизни, отмеченный доктором Питером Типпетом (Dr. Peter Tippet), одним из ведущих специалистов международной ассоци-



ации защиты компьютерной информации. Если бы количество смертей в расчете на одну милю авиаперелетов сохранилось таким же, как и на заре становления авиационных перелетов (1939 год), то на нашей планете каждые сутки в результате авиаперелетов погибало бы 500 человек [1]. Однако, сегодня безопасность полетов в 1000 раз выше, чем это было прежде. Поскольку в настоящее время е-бизнес — реальная альтернатива традиционному бизнесу, предпринимаются большие усилия для совершенствования средств защиты данных, гарантирующих сегодня и в будущем безопасное процветание е-бизнеса. Прогресс, достигнутый в усовершенствовании за последние 30-40 лет операционных систем для компьютеров, может служить примером развития не только компьютерных технологий, на базе которых собственно и создаются современные средства защиты данных, но и неограниченных потенциальных возможностей по защите информации, которые обеспечат главенствующую роль е-бизнеса в будущем. Первые операционные системы содержали порядка одной тысячи строк программного кода, однако сегодня программы для современных операционных систем содержат до 15 миллионов команд и при этом сама операционная система взаимодействует со множеством других самостоятельных многофункциональных систем.

Подводя итоги, следует признать, что главные вопросы, которые должны беспокоить руководство компаний, намеревающихся заниматься е-бизнесом, это:

- как обеспечить безопасность е-бизнеса, не подвергаясь при этом большому риску
- какие технологии и практические решения существуют для надежной защиты информации
- решению каких проблем необходимо уделить особое внимание.

Проблема обеспечения информационной безопасности в компьютерных системах и сетях является сложной и требует комплексного подхода к ее решению. Уберечь конфиденциальные данные, относящиеся ко всем сторонам деятельности компании, от посягательства извне можно при помощи разного рода мер. Реализация мер по защите осуществляется на всех уровнях функционирования компании с использованием различных механизмов. Это правовой, управленческий, организационный, программно-аппаратный уровни и другие. Далее рассматриваются лишь средства, обеспечивающие защиту информации на программно-аппаратном уровне.

Для безопасного ведения е-бизнеса требуется сложный комплекс программно-аппаратных средств защиты информации, включающий: системы защиты, поддерживающие инфраструктуру хранения данных; средства/системы, обеспечивающие защиту от утечки информации по внешним каналам связи и вследствие

побочных электромагнитных излучений; средства управления физическим и логическим доступом; криптографические средства; межсетевые экраны (firewall) и многие другие.

Информация в бизнесе — это, в первую очередь, деньги. Поэтому вероятность возникновения ситуации, в которой кто-либо попытается выкрасть, подменить или уничтожить конфиденциальную информацию, крайне высока. Чтобы наилучшим образом построить систему безопасности е-бизнеса, необходимо четко представлять, с какой стороны ожидать угрозы целостности и конфиденциальности информации.

Компьютерные вирусы первоначально создавались, чтобы испортить жизнь пользователям персональных компьютеров. Широкое использование сетевых технологий, к которым относятся электронная почта (e-mail), коллективное использование файлов и др., послужило благодатной средой для распространения "плодов творчества" авторов вирусов и роста их "мастерства". E-mail вирусы представляют особую проблему для систем безопасности, обеспечивающих прием данных, поскольку электронную почту очень просто использовать в качестве средства распространения деловой информации для внутренних пользователей и деловых партнеров. С помощью электронной почты можно договориться о встрече, отправить сообщение клиентам компании или даже поиграть в шахматы с другом или партнером по бизнесу, сделать заказ на покупку любого товара. Но вместе с полезной информацией по информационным сетям снуют отряды компьютерных вирусов, которые готовы атаковать всякого, кто не обеспечит соответствующих мер защиты. У любой компании всегда найдутся конкуренты, жаждущие перехватить информацию, предназначенную для делового партнера. Один из основных источников угроз целостности и секретности информации компании — специально разрабатываемые программы компьютерных вирусов, которые могут "заражать" другие программы в компьютере. Компьютерные вирусы способны уничтожить информацию, целенаправленно модифицировать определенную программу, перехватить данные и передать их по заданному адресу в сеть Интернет. Количество созданных вирусов исчисляется уже тысячами и, хотя методы борьбы с ними постоянно совершенствуются и в большинстве случаев, при использовании соответствующих программ борьбы с вирусами, можно гарантировать целостность информации, иногда случаются "проколы", приносящие массу проблем компании. В декабре 2000 года в локальную сеть редакции газеты "Киевские ведомости" проникли вирусы-шпионы, которые в течение трех дней передали всю информацию системных реестров компьютерной сети (пароли к каждому компьютеру сети и отдельным файлам) своему создателю, адрес которого так и



не был установлен [2]. Причем, как полагают специалисты, атака на редакционную компьютерную сеть была целенаправленно инициирована настоящим профессионалом своего дела.

Понятие "отказ в обслуживании" (Denial of Service — DoS) появилось после рождения web-серверов и вследствие широкого развития "паутины" Интернет. Еще совсем недавно, если даже кто-либо извне и получал несанкционированный доступ к информационной корпоративной сети, это создавало только некоторые временные неудобства пользователям этой сети. Однако с появлением web-серверов такие события стали весьма заметными, поскольку отказ в обслуживании непосредственно связан с уровнем доходов компании и нарушением налаженных связей с ее клиентами и деловыми партнерами. Такой отказ происходит вследствие DoS-атак на сервер компании, т. е. действий, направленных на выведение какого-либо узла сети из режима нормальной работы. Существует множество видов DoS-атак, однако весьма часто, и на это следует обратить особое внимание, подобные атаки инициированы небольшой группой высокоталантливых индивидуальностей, имеющих мотивированные (политические, идейные, другие) основания разрушить корпоративный сайт.

Промышленный шпионаж так же стар, как и сам бизнес. В наши дни почти вся корпоративная информация (базы данных и т. п.) косвенно доступна через информационную сеть коллективного доступа, что увеличивает на несколько порядков вероятность успешной кражи данных. Проблема усугубляется еще и тем обстоятельством, что часть информации в е-бизнесе, и это крайне важно, должна быть доступна для деловых партнеров компании. Поэтому, если вследствие существующей системы защиты доступ к информации усложнен, это может снизить интерес к компании со стороны потенциальных клиентов, что, в конечном счете, ограничит сбыт продукции и доходы компании. Следовательно, идеальная система защиты информации должна обеспечить безопасность базы данных от "взлома" и, в то же время, быстрый доступ к информации коллективного пользования.

В значительной мере уязвимость корпоративных баз данных определяется безответственным отношением или намеренными действиями служащих, вызванными неудовольствием или другими при-

чинами, о чем все чаще сообщают средства массовой информации. Высококвалифицированные служащие, имеющие доступ к корпоративной информации — залог успеха компании в конкурентной борьбе, но вместе с тем в интересах бизнеса всегда существует необходимость в ограничении доступа к секретной информации. Компания должна быть надежно защищена от юридического или финансового разоблачения вследствие действий служащих, в отношении которых отдельными сотрудниками допускаются злоупотребления вплоть до сексуальных домогательств, оскорблений на почве расовой принадлежности или угроз физической расправы. Умышленные или неумышленные ошибки как со стороны технического, так и нетехнического персонала компании также могут привести к далеко идущим последствиям: разрушению базы данных, сбоям в работе корпоративного сервера, нарушению защиты от несанкционированного доступа к конфиденциальной информации.

На рис. 1 приведены наиболее часто встречающиеся причины внутреннего характера, приводящие к нарушению целостности баз данных компании. На рис. 2 приведены данные о частоте возникновения тех или иных инициированных извне действий (атак), направленных на нарушение конфиденциальности и целостности информации. Приведенные данные (см. рис. 1, 2) получены в результате анализа ответов представителей компаний на вопросы: "В течение последнего года какие причины внутреннего характера приводили к "взлому" базы данных и какие из видов атак на целостность и конфиденциальность информации совершались наиболее часто?" [1].



Рис. 1. Причины нарушения целостности информации

Чтобы обеспечить безопасность корпоративных баз данных и Интернет-провайдеров производители систем защиты информации предлагают широкий спектр программно-аппаратных средств, которые могут включать: системы защиты данных, средства идентификации и аутентификации, средства управления физическим и логическим доступом, средства защиты от утечки данных по каналам побочных электромагнитных излучений, межсетевые экраны, криптографические средства и многие другие.

Одними из наиболее мощных защитных средств обеспечения надежной Интернет-связи являются межсетевые экраны, предназначенные для разграничения доступа (экранирования) из одного сетевого пространства в другое (например, передача данных из персонального компьютера в сеть Интернет). Экранирование сводится к защите процессов, происходящих в компьютере, от потенциальных воздействий (нападков) со стороны других пользователей Интернет. Одновременно с этим применение межсетевого экрана позволяет контролировать информационные потоки, направляемые из компьютера во внешнюю сеть, что способствует поддержанию режима секретности. Firewall-программы "замечают" попытку проникновения извне и протоколируют все события, связанные с этим процессом, что в дальнейшем дает возможность найти злоумышленника. Firewall-программы очень "бдительны" контролируют все потоки данных (входящие и исходящие).

Еще одно мощное средство защиты, обеспечивающее конфиденциальность и контроль целостности информации, — шифрование (криптографическое кодирование) данных. Во многих случаях криптографические методы незаменимы для защиты конфиденциальности е-бизнеса. Увеличение сложности криптографических алгоритмов способствует безопасному ведению е-бизнеса. Однако нельзя забывать, что одновременно с этим увеличивается сложность и утонченность дешифровальной техники, а увеличение производительности компьютеров оказывает услугу и в первом, и во втором случае. Кроме того, необходимо четко представлять, что шифрование данных, как и любое другое средство защиты, приносит ощутимую пользу в

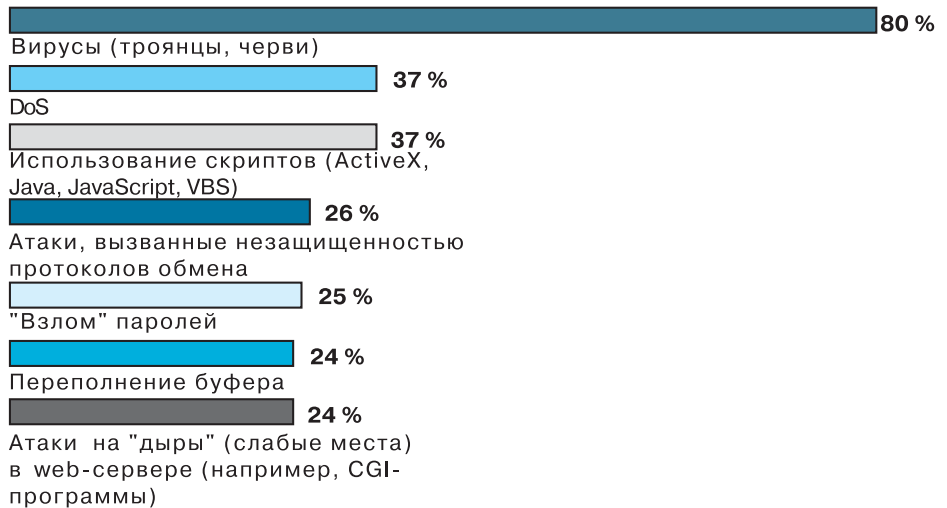


Рис. 2. Виды внешних атак на конфиденциальность баз данных

случае его правильного применения. Примером сказанного может служить следующее. Покупатели, совершающие сделки в режиме on-line, чувствуют себя спокойно, если им сообщили, что при передаче через сеть Интернет номера их кредитных карточек будут зашифрованы. Однако, в большинстве случаев номера кредитных карточек перехватывают не в процессе передачи данных по линиям связи, а при их хранении на жестком диске компьютера (сервера). Но, как бы ни казалось странным, лишь немногие пользователи предпринимают усилия для шифрования данных, которые хранятся на жестком диске. Различают два основных метода шифрования: симметричный и асимметричный. В первом методе один и тот же ключ используется для шифрования и дешифрования сообщений. Во втором — применяются два ключа: public (общедоступный) для шифрования информации и private (личный) для дешифрования сообщения. Сегодня асимметричный метод считается более надежным.

Для компаний, занимающихся е-бизнесом, одной из важных проблем является проблема подлинности (идентификации) сообщений (т. е. всегда необходимо с абсолютной уверенностью знать, от кого исходит сообщение). Один из путей решения проблемы идентификации — анализ отпечатков пальцев, представленных в электронном цифровом виде. Теоретически мошенниками не могут быть подделаны или заменены отпечатки пальцев, что должно гарантировать подлинность сообщения. Интерес к использованию отпечатков пальцев в электронном виде растет, однако здесь существуют проблемы юридического и морального характера, и только развитие рынка услуг, связанных с е-бизнесом, определит перспективу внедрения в будущем метода идентификации на базе отпечатков пальцев в электронном виде.



Ограничить доступ посторонних лиц к данным в компьютере можно, используя пароли. Стандартное программное обеспечение предоставляет для этого много возможностей. Пароли — разумный компромисс при выборе средств идентификации пользователей. Однако, во-первых, не следует сильно обольщаться надежностью защиты с помощью паролей, поскольку существует много разных методов для их подбора и специальных программ-вирусов, способных украсть пароль и передать его через сеть Интернет, а, во-вторых, процедура ввода пароля становится слишком обременительной в случае, если пользователю приходится регулярно работать и открывать множество (десятки и сотни) приложений и/или web-сайтов [1, 2]. Альтернативой паролям, используемым для идентификации пользователей, в этом случае могут служить все те же отпечатки пальцев, снимаемые с помощью небольшого датчика, вмонтированного в клавиатуру. При этом система идентификации позволяет даже определить наличие кровотока в пальце, что исключает возможность использования «неживых пальцев». В таком случае после идентификации пользователя система самостоятельно вводит пароль для открытия приложения. Систему идентификации пользователей по отпечаткам пальцев можно применять как для защиты доступа к отдельным приложениям, так и для защиты портативных компьютеров от использования их после кражи.

В то время как постоянно совершенствующиеся средства и технологии защиты e-бизнеса значительно снижают долю риска, в реальной жизни зачастую не они определяют безопасность e-бизнеса. Как бы ни были совершенны на данный момент средства и/или системы защиты конфиденциальности информации (межсетевые экраны, системы идентификации и т. п.), они не могут противостоять целенаправленным умышленным действиям сотрудников компаний, направленным на "взлом" или отключение этих средств/систем. В конечном итоге никакая из современных технологий не может гарантировать стопроцентную защиту конфиденциальности и целостности базы данных от преднамеренных действий со стороны персонала компании [1]. Безопасность компании, связанная с конфиденциальностью ее базы данных, определяется главным образом человеческим фактором, т. е. ответственным отношением каждого пользователя персонального компьютера компании, но это — совсем другая тема.

Что же касается возможных направлений развития программно-аппаратных средств, обеспечивающих защиту данных, необходимо подчеркнуть следующее. Как отмечалось, шифрование данных — одно из действенных средств, обеспечивающих безопасное процветание e-бизнеса. Увеличение скорости передачи

данных в сети Интернет, связанное с использованием волоконно-оптических линий связи, требует увеличения быстродействия средств/систем, реализующих алгоритмы шифрования. Традиционно шифрование данных выполнялось на программном уровне, что сегодня уже не может обеспечить требований по быстродействию, предъявляемых к подобным системам. Существенного увеличения быстродействия шифровальных систем можно добиться за счет применения средств, созданных на базе программируемых логических матриц (Field Programming Gate Array — FPGA), применение которых обеспечивает ряд важных преимуществ.

Во-первых, это уже упомянутое быстродействие, поскольку алгоритмы шифрования реализуются на аппаратном уровне.

Во-вторых, инфраструктура каналов связи постоянно изменяется, и адаптировать средства защиты, реализованные на базе FPGA, к модификациям и внедрению новых стандартов можно, используя свойство программируемости FPGA, что не влечет за собой существенного изменения аппаратной части системы шифрования.

В-третьих, в случае использования универсальных микропроцессоров и стандартных операционных систем защита данных зачастую достигается простым запрещением некоторых нежелательных функций системы. Однако, структура операционных систем и универсальных микропроцессоров всем хорошо известна. Структуру же устройств, реализованных на базе FPGA, знает только фирма-производитель, поэтому предпринять что-либо существенное для "взлома" устройства без специальных знаний практически невозможно. Кроме того, в условиях эксплуатации структурную "непрозрачность" средств защиты данных на базе FPGA можно обеспечить возможностью их программирования или модификации через отдельный безопасный ("зашифрованный") канал связи, что делает эти средства особенно привлекательными для Интернет-провайдеров.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Securing the future of e-business // Electronic Design. No. 20, 2000.
2. Безопасные связи // НИ-ТЕСН. — Дайджест высоких технологий, 11/2001.
3. Данные под охрану! // СНИР, 7/2001.
4. Ярмарка в Интернет // НИ-ТЕСН. — Дайджест высоких технологий, 3/2001.
5. Стратегия внедрения электронного бизнеса // НИ-ТЕСН. — Дайджест высоких технологий, 12/2001.
6. Intel: ставка на электронный бизнес // НИ-ТЕСН. — Дайджест высоких технологий, 11/2001.
7. Тайна личной жизни, год 2000 // PC WORLD, 7-8/2000.



дальнейшем увеличении входного сигнала до величины опорного напряжения  $V_2$  на выходах предусилителя A2 ( $V$  и  $\bar{V}$ ) и, соответственно, на входах элемента LATCH2 получаем равенство напряжений. В этом случае на выходах элементов защелки формируется код 100.

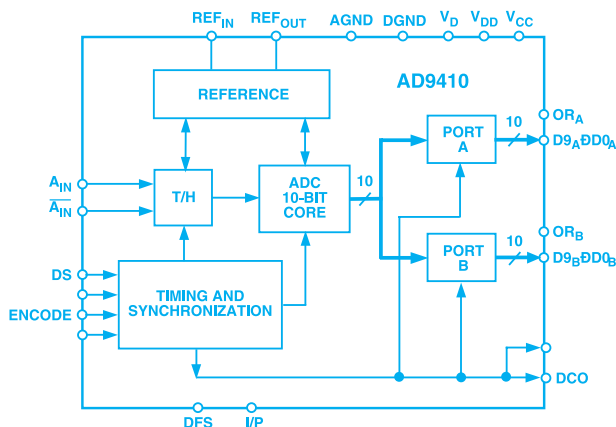


Рис. 3. Схема преобразователя AD9410

Данный способ кодирования реализован в АЦП фирмы Analog Devices AD9410, а также в других преобразователях, относящихся к этому семейству. Структурная схема этого АЦП приведена на рис. 3. На входе флэш-АЦП в составе этого преобразователя использовано устройство выборки/хранения, позволяющее повысить линейность передаточной характеристики флэш-АЦП.

Основные параметры преобразователя AD9410:

- число двоичных разрядов 10
- отношение сигнал/шум 54 дБ при частоте входного сигнала 99 МГц
- размах входного сигнала 1.5 В
- дифференциальная нелинейность  $\pm 0.5$  ЕМР
- интегральная нелинейность  $\pm 1.65$  ЕМР
- максимальный частотный диапазон входного сигнала 500 МГц
- максимальная частота выборки 210 МГц
- напряжение питания 3.3 или 5.5 В
- типовая мощность рассеяния 2 Вт.

Следует отметить, что время защелкивания компараторов флэш-АЦП составляет доли наносекунды, а время формирования кода на выходе преобразователя — единицы наносекунд. Поэтому если необходимо увеличить частоту выборки, следует использовать два или несколько параллельно включенных по отношению ко входному сигналу АЦП, а стробирование этих преобразователей осуществлять с некоторым сдвигом по фазе. При этом частота выборки увеличивается пропорционально количеству параллельно включенных флэш-АЦП.

Основное применение флэш-АЦП находят в амплитудных анализаторах, ядерной электронике, системах контроля и т. п.

Наряду с автономным применением, флэш-АЦП получили распространение в составе pipelined преобразователей, которые в отечественной литературе называют конвейерными АЦП. Структурная схема 8-разрядного pipelined АЦП приведена на рис. 4 и включает два четырехразрядных флэш-АЦП, причем точность каждого из них должна быть не хуже восьми двоичных разрядов. Коротко рассмотрим работу такого АЦП. В первом такте преобразования флэш-АЦП первой ступени определяет код четырех старших разрядов и записывает его в выходной регистр данных. Одновременно этот код поступает в четырехразрядный ЦАП (точность которого не хуже восьми двоичных разрядов) и преобразуется в аналоговый сигнал. В сумматоре/вычитателе восстановленный сигнал вычитается из входного и полученная разность увеличивается в 24 раза. Усиленный разностный сигнал кодируется четырехразрядным флэш-АЦП второй ступени, на выходе которого формируется цифровой код четырех младших разрядов. Этот код (аналогично коду старших разрядов) записывается в выходной регистр данных. Считывание выходного кода, так же, как и его формирование, может осуществляться конвейерно полубайтами. Pipelined АЦП могут содержать несколько ступеней преобразования и, соответственно, несколько флэш-АЦП. Основным недостатком таких преобразователей является рассогласование по точности флэш-АЦП на разных ступенях преобразования. Это приводит к пропускам кодов и росту нелинейности передаточной характеристики конвейерного АЦП. Для устранения данного недостатка в каждую ступень конвейерного преобразователя (начиная со второй) вводят корректирующий разряд. Это позволяет исключить влияние рассогласования в пределах одного кванта малоразрядного флэш-АЦП. Подобное решение положено в основу семейства AD922x конвейерных АЦП фирмы Analog Devices [3].

Наряду с конвейерными АЦП, в которых за один такт определяется несколько двоичных разрядов, получили распространение конвейерные преобразователи с определением одного двоичного разряда за

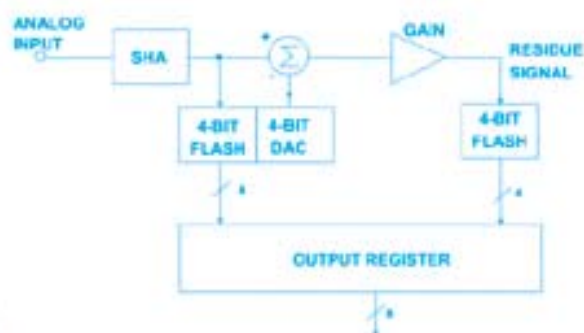


Рис. 4. Схема pipelined АЦП

такт (рис. 5). Количество ступеней преобразования таких АЦП равно количеству двоичных разрядов. Каждая ступень формирует один разряд цифрового кода (BIT 1, BIT 2... BIT N-1, BIT N) и усиленный в два раза разностный сигнал (R1, R2, R3). Последний разряд определяется с помощью компаратора. Структурная схема элементарной ячейки старшего разряда такого АЦП приведена на рис. 6, а. Она содержит: компара-



Рис. 5. Схема конвейерного АЦП с определением одного разряда за один такт преобразования

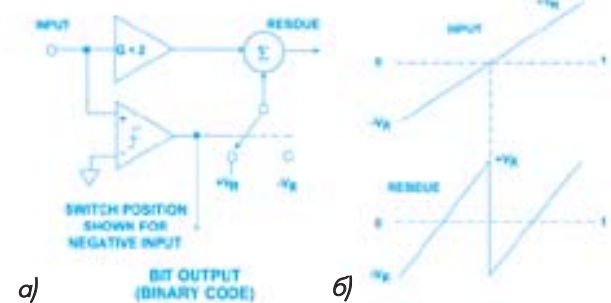


Рис. 6. Схема элементарной ячейки конвейерного АЦП (а) с диаграммой его работы (б)

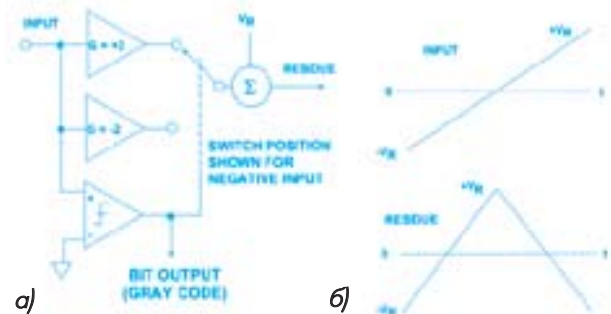


Рис. 7. Схема элементарной ячейки АЦП с амплитудной сверткой (а) и диаграмма его работы (б)

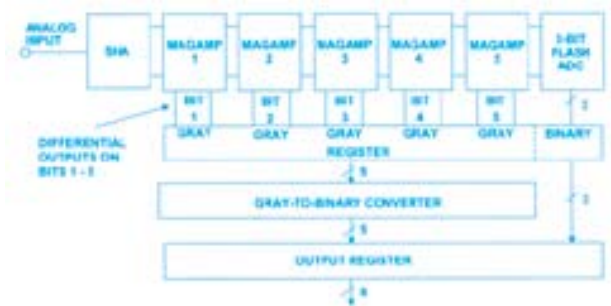


Рис. 8. Схема преобразователя AD9288-100

тор, одноразрядный ЦАП, усилитель с коэффициентом усиления два и сумматор/вычитатель. С помощью компаратора определяется код старшего разряда и устанавливается в нужное положение одноразрядный ЦАП. Сумматор/вычитатель осуществляет вычитание сигнала ЦАП из удвоенного значения входного сигнала в соответствии с диаграммой рис. 6, б. Таким образом, входной сигнал каждой ступени преобразования находится в диапазоне от  $-V_R$  до  $+V_R$ . Отметим, что входной сигнал для каждой ступени преобразования имеет разрывы в крайних точках диапазона. Это накладывает серьезные ограничения на скорость изменения входного сигнала для данного типа АЦП.

Более перспективными с этой точки зрения являются преобразователи с амплитудной сверткой входного сигнала. Структурная схема элементарной ячейки такого АЦП приведена на рис. 7, а. Отличительной особенностью этой схемы по сравнению с приведенной на рис. 6, а является наличие усилителя с коэффициентом усиления 2 по модулю (magnitude amplifier или MagAmp™). Благодаря этому, сигнал на выходе сумматора/вычитателя не содержит разрывов, что позволяет кодировать быстроизменяющиеся процессы с помощью АЦП на основе амплитудной свертки.

Следует отметить, что публикации о таких АЦП появились ещё в начале 70-х годов прошлого века, однако отсутствие высококачественных усилителей/выпрямителей ограничивало их промышленное освоение. Создание такого усилителя позволило фирме Analog Devices разработать АЦП с амплитудной сверткой входного сигнала AD9288-100, приближающийся по быстродействию к флэш-АЦП. Структурная схема такого преобразователя приведена на рис. 8 и содержит пятиразрядный преобразователь с амплитудной сверткой входного сигнала и трехразрядный флэш-АЦП. Частота выборки AD9288-100 составляет 100 МГц, разрешение — 8 разрядов. По сравнению с классическим восьмиразрядным флэш-АЦП, в составе которого 255 компараторов, аппаратные затраты преобразователя с амплитудной сверткой сигнала минимальны.

Таким образом, настоящая публикация подтверждает тот факт, что структурные методы повышения производительности АЦП и на современном этапе успешно дополняют технологические, основанные на совершенствовании параметров элементной базы.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Flash Converters. Mixed-Signal and DSP Design Techniques. — Analog Devices, 2000.
2. Быстродействующие интегральные микросхемы ЦАП и АЦП и измерение их параметров/А.-И.К. Марцинкявичус, Э.-А. К. Багданскис, Р. Л. Пошюнас и др. — М.: Радио и связь, 1988.
3. Голуб В. 12-/14-разрядные АЦП для телекоммуникаций // ЭКиС, № 2, 2002.



## СТАБИЛЬНЫЕ ГЕТЕРОДИНЫ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ

При приеме широкополосных высокочастотных сигналов и преобразовании их в смесителях с подавлением помехи от зеркального канала необходимо обеспечить не только стабильную частоту гетеродина, но и малый уровень фазовых шумов. Эта задача успешно решается при использовании нового широкополосного синтезатора ADF4106, производимого фирмой Analog Devices.

**В. Макаренко**

Новый синтезатор ADF4106 предназначен для работы в диапазоне частот до 6 ГГц и, благодаря низкому уровню фазового шума, может быть использован в качестве гетеродина для понижающих и повышающих преобразователей частоты с подавлением помехи от зеркального канала (ISM — image-suppression mixer) [1, 2]. Синтезатор построен по схеме ФАПЧ с делителем частоты в цепи обратной связи, коэффициент деления которого представляет собой целое число. Синтезатор имеет уровень фазового шума на 3 дБ меньше, чем ADF4113 (диапазон рабочих частот до 4 ГГц), построенный по аналогичной схеме, и программно совместим с ним. Диапазон напряжений питания от 2.7 до 5.5 В (номинальное напряжение 3.3 В). Низкий уровень шума получен, благодаря использованию маломощного цифрового частотно-фазового детектора (ЧФД) и прецизионной схемы формирования тока управления ГУН (генератора, управляемого напряжением). Функциональная схема ADF4106 показана на рис. 1, а основные характеристики приведены в таблице.

Синтезатор построен по классической схеме с системой ФАПЧ и двумя делителями частоты (см. рис. 2). Выходная частота может быть рассчитана по формуле:

$$f_{OUT} = f_1 \cdot N = f_{REF} \cdot N/R,$$

где  $R$  — коэффициент деления делителя опорной частоты,  $f_{REF}$  — частота опорного генератора стабильной частоты.

Стабильность среднего значения выходной частоты синтезатора полностью определяется стабильностью частоты кварцевого генератора опорной частоты  $f_{REF}$ .

В микросхеме ADF4106 делитель опорной частоты (Reference Divider R, рис. 2) выполнен в виде 14-разрядного программируемого счетчика, а делитель частоты в цепи обратной связи состоит из трех счетчиков: предварительного делителя (PRESCALER) и делителей A и B (6 и 13 разрядов соответственно). Выходной сигнал внешнего генера-

тора, управляемого напряжением (ГУН — VCO, рис. 2), подается через дифференциальный усилитель A3 на вход высокочастотного предварительного делителя частоты с переключаемым коэффициентом деления ( $P$  или  $P+1$ ). Суммарный коэффициент деления счетчика в цепи обратной связи равен  $N = BP + A$ .

Усилитель A3 представляет собой двухкаскадный усилитель-ограничитель, формирующий уровни сигнала, необходимые для работы предварительного делителя. Входное сопротивление усилителя составляет 50 Ом. Если выход ГУН однофазный, то он подключается ко входу  $RF_{IN,A}$ , а вход  $RF_{IN}$  через конденсатор емкостью 100 пФ соединяется с общим проводом.

Предварительный делитель частоты может быть запрограммиро-

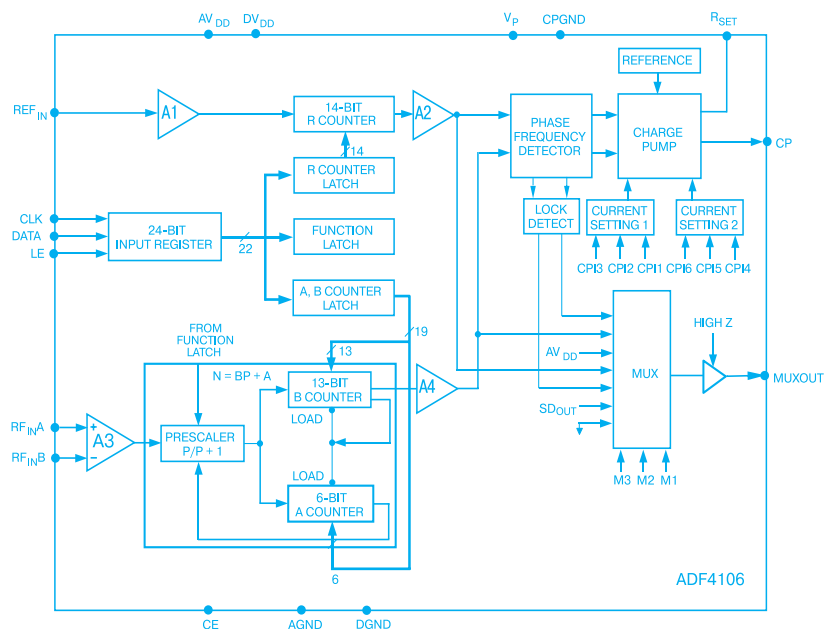


Рис. 1. Функциональная схема синтезатора ADF4106

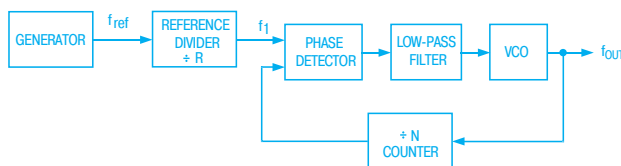


Рис. 2. Стандартная схема синтезатора с системой ФАПЧ

## Основные характеристики синтезатора ADF4106

Характеристика	Значение	Условия испытаний
<i>Характеристики по входу сигнала радиочастоты</i>		
Диапазон частот по входу RF <sub>IN</sub> , ГГц	0.5...6	
Чувствительность входа RF <sub>IN</sub> , дБм	-10...0	
Макс. частота на выходе предварительного делителя частоты, МГц	300	
<i>Характеристики по входу сигнала опорной частоты</i>		
Диапазон частот по входу REF <sub>IN</sub> , МГц	20...250	для частот меньше 20 МГц используется открытый вход
Входное напряжение от пика до пика, В	0.8...AV <sub>DD</sub>	при использовании открытого входа 0...V <sub>DD</sub>
Входная емкость, пФ	10	
<i>Характеристики фазового детектора</i>		
Максимальная входная частота, МГц	56	
Выходной ток источника тока, мА	0.625...5	при R <sub>SET</sub> =5.1 кОм
Выходной ток источника тока в третьем состоянии, нА	1	
<i>Характеристики цепей источника питания</i>		
Напряжение питания аналоговой части AV <sub>DD</sub> , В	2.7...3.3	
Напряжение питания цифровой части DV <sub>DD</sub> , В	2.7...3.3	
Напряжение питания фазового детектора и источника тока V <sub>P</sub> , В	AV <sub>DD</sub> ...5.5	
Ток I <sub>DD</sub> , потребляемый аналоговой и цифровой частью (AI <sub>DD</sub> + DI <sub>DD</sub> ), мА	13	
Ток, потребляемый фазовым детектором и источником тока I <sub>P</sub> , мА	0.4	при отсутствии тока в нагрузке источника тока
Ток, потребляемый в режиме Power Down, мкА	10	

ван на следующие коэффициенты деления: 8/9, 16/17, 32/33 или 64/65. Выбор коэффициента деления следует производить с учетом выходной частоты ГУН и максимальной входной частоты счетчиков А и В, которая составляет 300 МГц [2].

Частотно-фазовый детектор (phase frequency detector) содержит на выходе источник тока (charge pump). Программным путем можно менять ширину импульса на выходе детектора, величину тока, формируемого на выходе источника тока, и переводить выход источника тока в третье состояние [2, 3]. Источник тока может работать в двух режимах: Current Setting 1 и Current Setting 2. Режим Current Setting 1 используется в статическом режиме синтезатора, когда его выходная частота остается неизменной. Режим Current Setting 2 используется в случае, когда частоту синтезатора необходимо перестраивать. Для уменьшения времени захвата частоты увеличивается выходной ток источника тока, что обеспечивает

более быстрый заряд конденсаторов фильтра и, как следствие, более быстрое вхождение ФАПЧ в синхронизм. Чтобы не увеличивать энергопотребление, рекомендуется переводить синтезатор в режим Current Setting 2 только на время перестройки частоты, а остальное время работать в режиме Current Setting 1. Более подробно с функционированием и программированием этих узлов можно ознакомиться в [3], где описан синтезатор типа ADF4110, построенный по аналогичной схеме.

Программирование синтезатора осуществляется через последовательный трехпроводный интерфейс (входы CLK, DATA, LE). Низкий уровень на входе LE разрешает загрузку данных со входа DATA. Данные сопровождаются синхроимпульсами, которые подаются на вход CLK. Код управления в виде двадцатичетырехразрядного слова записывается во входной последовательный регистр, откуда переписывается в один из четырех регистров управления. Управление от-

дельными узлами синтезатора осуществляется кодами, записанными в эти регистры.

В синтезаторе предусмотрена возможность контроля некоторых внутренних сигналов, которые выводятся на выход MUXOUT с помощью мультиплексора MUX. На этом выходе можно контролировать сигналы детектора блокировки (LOCK DETECT), сигнал с выхода делителя N (предварительный делитель, счетчики А и В), сигнал с выхода делителя R, SDOOUT — выходную последовательность данных со специального выхода входного регистра, а также напряжение AV<sub>DD</sub> или AGND.

Синтезатор может быть переведен в режим пониженного энергопотребления (Power Down) программно или аппаратно подачей низкого уровня на вход SE. Причем предусмотрено два режима Power Down, устанавливаемых программно, синхронный и асинхронный. В синхронном режиме источник тока управляется таким образом, чтобы предотвратить нежела-

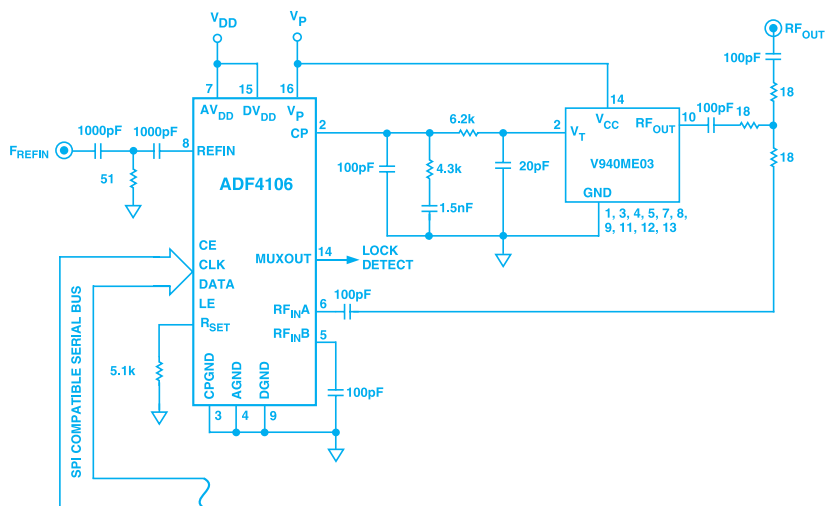


Рис. 3. Принципиальная схема синтезатора частоты для диапазона 2 ГГц

тельные скачки частоты на выходе синтезатора.

При использовании синтезатора для формирования частоты в диапазоне 5.4...6 ГГц с шагом сетки 1 МГц фазовый шум не превосходит величины -83 дБн/Гц. При использовании синтезатора на более низких частотах низкий уровень фазовых шумов сохраняется. На рис. 3 приведена схема подключения ADF4106 к ГУН в синтезаторе, работающем в диапазоне частот до 2 ГГц [1].

Синтезатор быстро входит в синхронизм (типичное время не превышает 250 мкс при шаге сетки частоты 200 кГц в диапазоне 1.45...1.5 ГГц). При этом фазовый шум не превышает величины -88 дБн/Гц. Уровень спектральных составляющих, удаленных от формируемой частоты на 200 кГц, не превышает -88 дБн, а на 400 кГц — -90 дБн.

Уровень фазового шума синтезатора зависит от шага перестройки частоты и коэффициента деления делителя в цепи обратной связи. Для получения низких уровней шума и побочных составляющих в спектре сигнала рекомендуется использовать на выходе ГУН умножитель частоты. В этом случае синтезатор работает на более низкой частоте с меньшим шагом перестройки частоты, что обеспечивает высокую чувствительность по входу радиочастоты и низкий уровень фазового шума. По данным [1] при использовании схемы, приведенной на рис. 3, с умножением выходной частоты синтезатора в четыре раза на выходе умножителя обеспечивается уровень фазового шума, не превышающий -94 дБн/Гц.

На рис. 4 приведена зависимость чувствительности синтезатора (вход RF<sub>IN</sub>) от входной частоты, а на рис. 5 — зависимость уровня фазового шума от шага перестройки выходной частоты синтезатора. Причем зависимость уровня фазового шума синтезатора приведена для случая, когда коэффициент деления делителя в цепи обратной связи равен единице. Как следует из рис. 5, даже при шаге перестройки частоты 10 кГц

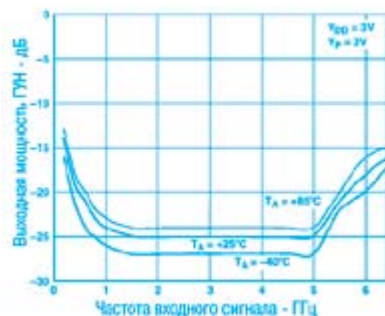


Рис. 4. Зависимость чувствительности ADF4106 от входной частоты

уровень фазового шума самого синтезатора не превышает величину -180 дБн/Гц. В результате экстраполяции зависимости, приведенной на рис. 5, до шага перестройки частоты 1 ГГц примерное значение уровня фазового шума  $PN_{SYNT}$  составляет -219 дБн/Гц.

Введение делителя частоты в цепь обратной связи синтезатора и увеличение шага перестройки частоты приводит к росту уровня фазового шума, значение которого можно определить по формуле:  $PN = PN_{SYNT} + 20 \log N + 10 \log f_{PFD}$ , где  $PN_{SYNT}$  — уровень собственного фазового шума ADF4106,  $N$  — коэффициент деления счетчика в цепи обратной связи,  $f_{PFD}$  — шаг перестройки частоты синтезатора, численно равный частоте  $f_j$  (рис. 2).

Так, например, при шаге перестройки частоты 200 кГц и  $N=9000$ , что соответствует выходной частоте 1800 МГц, общий уровень фазового шума получается равным  $PN = -219 + 20 \lg 9000 + 10 \lg (20 \cdot 10^3) = -219 + 79 + 43 = -97$  дБн/Гц.



Рис. 5. Зависимость уровня фазового шума ADF4106 от шага перестройки частоты

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Mike Curtin. Design a Direct 6-GHz Local Oscillator with a Wideband Integer-N PLL Synthesizer. — Analog Dialogue, 35-6 (2001).
- 2 [http://www.analog.com/productSelection/pdf/ADF4106\\_0.pdf](http://www.analog.com/productSelection/pdf/ADF4106_0.pdf)
3. ФАПЧ-синтезаторы частоты типа Integer-N. Часть 3. — Chip News #8, октябрь 2001.

# НОВЫЕ СХЕМЫ ЗАЩИТЫ АБОНЕНТСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Твердотельные реле фирмы Power Innovations предназначены для защиты оборудования проводных сетей связи. Большой ассортимент изделий с различными напряжениями срабатывания и токами защиты позволяет отказаться от использования электромагнитных реле. Это приводит к повышению надежности системы защиты и снижению ее стоимости.

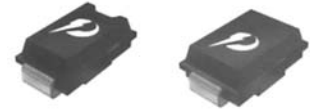


Рис. 1. Внешний вид твердотельных реле в корпусах SMD

**В. Макаренко**

Фирма Power Innovations выпускает широкий ассортимент средств защиты телекоммуникационного оборудования. Новые приборы из серии твердотельных реле TISP4xxx [1] предназначены для защиты двухпроводных телефонных линий от перенапряжения. Они содержат два включенных встречно-параллельно тиристора и обеспечивают защиту абонентских линий от повышенных напряжений любой полярности. Приборы выпускаются в корпусах для монтажа в отверстия (LM, LMR, LMR) и для поверхностного монтажа (SMA, SMB). Многие из новых приборов выпускаются в корпусах SMA (SMaller Package), размер которых на 25 % меньше, чем корпусов SMB. Приборы в корпусах SMB маркируются символами BJR, а SMA — AJR. Внешний вид приборов, предназначенных для поверхностного монтажа, показан на рис. 1, а схема включения в линию связи — на рис. 2.

Последовательно с приборами TISP4125M3 и TISP4219M3 в соответствии с рекомендациями K20 и K21 ITU-T (International Telecommunications Union — бывший МККТТ) включаются резисторы номиналом не менее 10 Ом и соответствующий токовый предохранитель. На рис. 2 эта часть обозначена как «схема токовой защиты». Вольт-амперная характеристика прибора приведена на рис. 3.

В таблице 1 приведены основные характеристики приборов серий TISP4125x3BJ и TISP4219x3BJ, а в

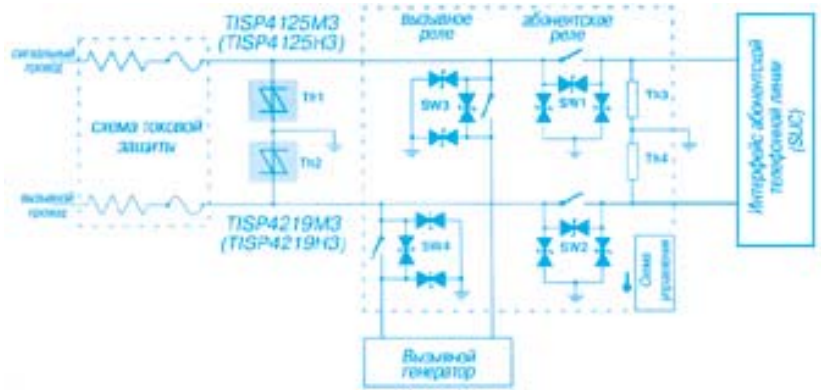


Рис. 2. Схема включения твердотельных реле TISP4xxx в линию связи

Таблица 1. Основные характеристики приборов TISP4125x3BJ и TISP4219x3BJ

Прибор	Напряжение выключения $V_{DRM}$ , В	Повторяющиеся импульсы напряжения $V_{(BO)}$ , В	Неповторяющиеся импульсы тока 10/1000 мкс, А	Подключение к абонентской линии
TISP4125M3BJ	100	125	50	Сигнальный 10/1000 мкс
TISP4125H3BJ			100	
TISP4219M3BJ	180	219	50	Вызывной провод
TISP4219H3BJ			100	

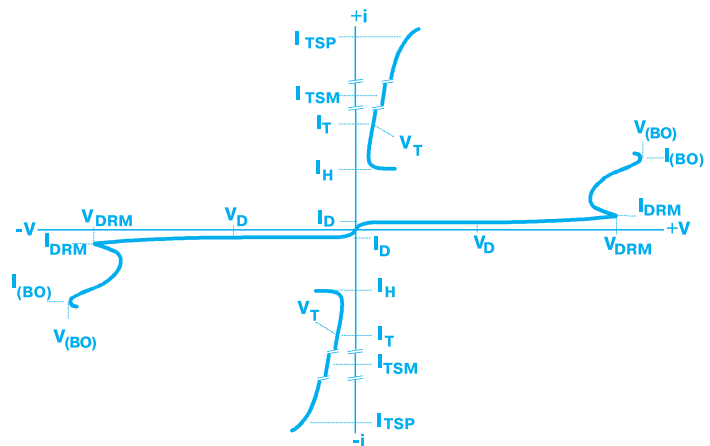


Рис. 3. Вольт-амперная характеристика твердотельного реле



Таблица 2. Основные характеристики новых приборов серий TISP4xxx

Наименование	Тип корпуса					$V_{DRM}$ , В	$V_{(BO)}$ , В	$I_H$ , А	$I_{TSP}$ , А						$C_{off}$ , пФ	
	для поверхностного монтажа		для монтажа в отверстия						2/10 МКС	8/20 МКС	10/160 МКС	10/560 МКС	10/700 МКС	10/1000 МКС		
	BJR	AJR	LM	LMR	LMFR											
серия TISP4xxxLx																
TISP4015L1	+	-	-	-	-	8	15	50	150	120	65	35	45	30	23	
TISP4030L1	+	-	-	-	-	15	30	50	150	120	65	35	45	30	22	
TISP4040L1	+	-	-	-	-	25	40	50	150	120	65	35	45	30	18	
TISP4070L3	-	+	-	-	-	58	70	150	125	100	65	40	50	30	25	
TISP4080L3	-	+	-	-	-	65	80	150	125	100	65	40	50	30	25	
TISP4090L3	-	+	-	-	-	70	90	150	125	100	65	40	50	30	25	
TISP4125L3	-	+	-	-	-	100	125	150	125	100	65	40	50	30	18	
TISP4145 L3	-	+	-	-	-	120	145	150	125	100	65	40	50	30	18	
TISP4180 L3	-	+	-	-	-	135	165	150	125	100	65	40	50	30	18	
TISP4220 L3	-	+	-	-	-	145	180	150	125	100	65	40	50	30	18	
TISP4240 L3	-	+	-	-	-	160	220	150	125	100	65	40	50	30	18	
TISP4260 L3	-	+	-	-	-	180	240	150	125	100	65	40	50	30	14	
TISP4290 L3	-	+	-	-	-	200	260	150	125	100	65	40	50	30	14	
TISP4320 L3	-	+	-	-	-	230	290	150	125	100	65	40	50	30	14	
TISP4350 L3	-	+	-	-	-	240	320	150	125	100	65	40	50	30	14	
TISP4360 L3	-	+	-	-	-	275	350	150	125	100	65	40	50	30	14	
TISP4395 L3	-	+	-	-	-	290	360	150	125	100	65	40	50	30	14	
серия TISP4xxxM3																
TISP4125 M3	+	+	+	+	+	100	125	150	300	220	120	75	100	50	26	
TISP4219 M3	-	+	-	-	-	180	219	150	300	220	120	75	100	50	26	
серия TISP4xxxHx																
TISP4015H1	-	+	-	-	-	8	15	50	500	400	200	125	150	100	65	
TISP4030H1	-	+	-	-	-	15	30	50	500	400	200	125	150	100	50	
TISP4040H1	-	+	-	-	-	25	40	50	500	400	200	125	150	100	47	
TISP4125H1	-	+	+	+	+	100	125	150	500	300	250	160	200	100	30	
TISP4219H1	-	+	-	-	-	180	219	150	500	300	250	160	200	100	30	

таблице 2 — новых приборов TISP40xx, TISP41xx и TISP420xx. При уменьшении длительности амплитуда импульсов тока через тиристор может быть больше, чем указанная в таблице 1. Определить предельные значения тока можно, воспользовавшись графиками, приведенными на рис. 4.

Напряжение срабатывания схемы защиты, построенной с использованием приборов TISP40xx, TISP41xx и TISP420xx, при комнатной температуре лежит в пределах 15...395 В в зависимости от модификации прибора. Эти данные при-

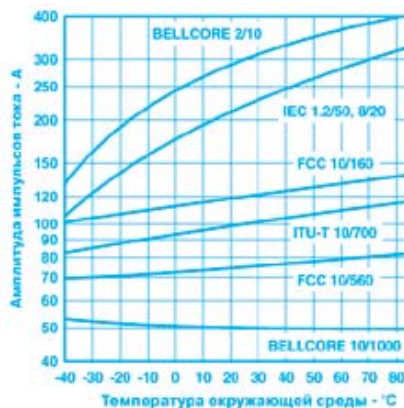


Рис. 4. Зависимость амплитуды тока через TISP4125H3BJ от параметров импульсов и температуры

ведены в таблице 2. С температурной зависимостью напряжения срабатывания и величины предельных токов при различных температурах можно ознакомиться на сайте фирмы Power Innovations [2].

Для всех приборов диапазон рабочих температур окружающей среды -40...85 °С.

Power Innovations анонсировала шесть новых низковольтных тиристорных твердотельных реле TISP® (TISP4015L1...TISP4040L1 и TISP4015H1...TISP4040H1), изготовленных по разработанной фирмой новой технологии. Эти прибо-

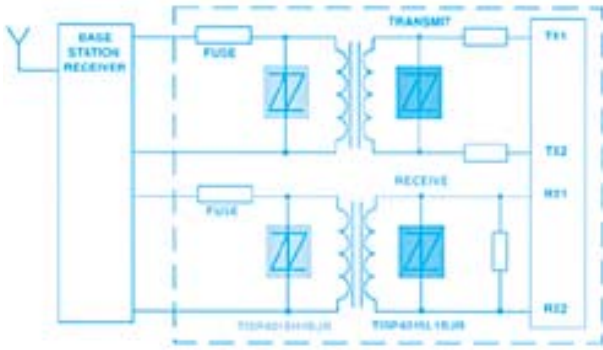


Рис. 5. Схема включення низковольтних твердотельних реле

ри предназначенны для защиты низковольтной аппаратуры связи, в которой используются развязывающие трансформаторы. Самые низковольтные из них рассчитаны на рабочее напряжение, не превышающее 8 В, и обеспечивают защиту от напряжений, превышающих 15 В. На рис. 5 приведена типовая схема включения этих приборов в аппаратуре связи.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. The new product bulletin from power innovations. — ISSUE No. 7, December 2001.
2. <http://www.powinv.com>

# ТЕЛЕКОММУНІКАЦІЇ І СВ'ЯЗЬ

спеціалізовані виставки

## 24-27 апреля СВЦ "ЭКСПОДОНБАСС"

83048, Донецк, ул. Челюскинцев, 189в

**КОМПЬЮТЕР  
ТЕХЭКСПО**

HARD & SOFT UA  
Internet UA  
Мир связи  
Бегемот  
CHIP

**i** <http://www.expodon.dn.ua>  
e-mail: [reklama@expodon.dn.ua](mailto:reklama@expodon.dn.ua)  
(380-062) 381-21-31  
(380-062) 381-21-81

2002  
Ukraine

## III МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА "ФОТОНІКА УКРАЇНИ - 2002"

14-17 травня 2002 р., Київ

**Тематика виставки:**

- Оптоелектроніка, оптична пам'ять, лазерна та інфрачервона техніка
- Голографія та її застосування
- Напівпровідникові технології і матеріали

**Виставка працює:**  
 14 травня — 12:00-17:00  
 15-16 травня — 10:00-17:00  
 17 травня — 10:00-14:00

**Організатори виставки:**

Експоцентр "Наука" НАН України, павільйон № 23 (Національний комплекс "Експоцентр України") Україна, 03680 Київ, проспект Глушкова, 1	Експоцентр "Наука" НАН України. Інститут фізики напівпровідників НАН України. Українське відділення Міжнародного товариства оптичної техніки SPIE/UKRAINE. Експоцентр "Наука" НАН України Київ 03680, проспект Глушкова, 1 Тел.: +38 (044) 251-9289, факс: +38 (044) 251-9320 E-mail: <a href="mailto:system@nauka-expo.kiev.ua">system@nauka-expo.kiev.ua</a>
SPIE/UKRAINE Київ 03028, пр. Науки, 41, оф. 219	Тел.: +38 (044) 265-6205, факс: +38 (044) 265-5430 E-mail: <a href="mailto:photonics@spie.org.ua">photonics@spie.org.ua</a> , <a href="http://www.spie.org.ua">http://www.spie.org.ua</a>

# Микросхемы для ВЧ телекоммуникаций

Октябрь/ноябрь 2001 Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

## В этом номере

- Первая микросхема для измерения амплитуды и фазы ПЧ и ВЧ сигналов ..... 20
- Усилители с регулируемым коэффициентом усиления ..... 21
- Измерение мощности на высокой частоте ..... 22
- Новые ИМС для приемников с мультинесущими ..... 23
- Семейство ИМС VersaCOMM и их сопряжение с преобразователями и сигнальными процессорами ..... 24
- Othello One — микросхема прямого цифрового преобразования радиосигналов в стандарте GSM ..... 26
- Синтезатор с минимальным уровнем фазовых шумов ..... 27
- Новые достижения в области сотовой радиосвязи третьего поколения ..... 28
- Уникальный повышающий преобразователь с одной боковой полосой ..... 29
- Прямой цифровой синтезатор с минимальным потреблением ..... 30

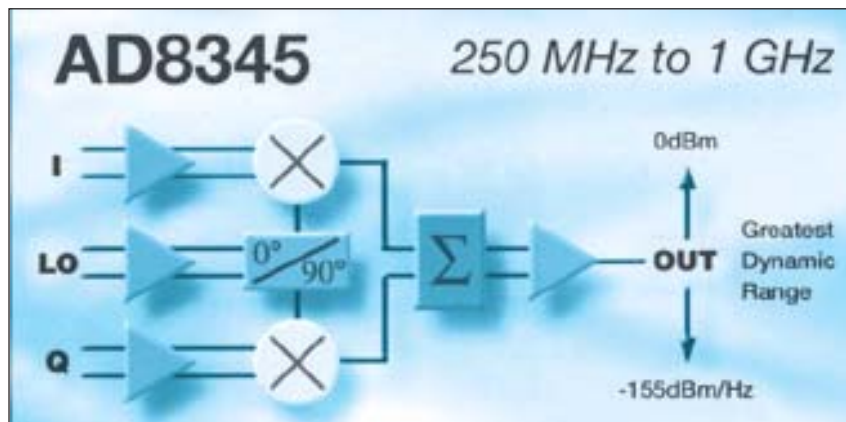
## Модулятор в полосе от 250 МГц до 1 ГГц

Для расширения возможностей современной телефонной сети и беспроводных сетей передачи данных требуются более сложные ИМС модуляторов. ВЧ и ПЧ модуляторы фирмы Analog Devices имеют гарантированные параметры с тестированием процесса производства, обеспечивают высокую выходную мощность, подавление боковых частот и содержат гетеродин с минимальным рассеянием. Все это удовлетворяет требованиям разработчиков современных систем телекоммуникаций.

Модулятор AD8345 предназначен для использования в системах телекоммуникаций с квадратурной амплитудной модуляцией, а также в более современных сотовых системах связи типа CDMA (800 МГц), W-CDMA (380 МГц) и GSM (900 МГц). В этих системах AD8345 используется в качестве модулятора промежуточной частоты или модулятора с прямым повышающим преобразованием.

По своим параметрам AD8345 превосходит остальные модуляторы, имеющиеся на рынке электронных компонентов. Степень проникания сигнала гетеродина на выход модулятора составляет -40 дБм, уровень подавления боковых частот -40 дБн.

Фирмой Analog Devices выполняется тестирование этих модуляторов, исходя из требований перечисленных систем связи.



- шумовой порог -155 дБм/Гц
- выходная мощность 0 дБм
- значение IP3 на выходе 25 дБм
- выходное сопротивление 50 Ом
- упрощенный интерфейс для сопряжения с передающими ЦАП фирмы ADI
- напряжение питания 3 или 5 В (с возможностью снижения энергопотребления)

Тип модулятора	Частотный диапазон	Баланс по амплитуде, дБ	Баланс по фазе, град.	Ток потребления, мА	Тип корпуса
AD8345	250 МГц ... 1 ГГц	0.2	0.5	65	16-TSSOP
AD8346	200 МГц ... 2.5 ГГц	0.2	1	45	16-TSSOP



Особенности повышающих преобразователей, передающих ЦАП и квадратурных модуляторов рассмотрены на стр. 29.

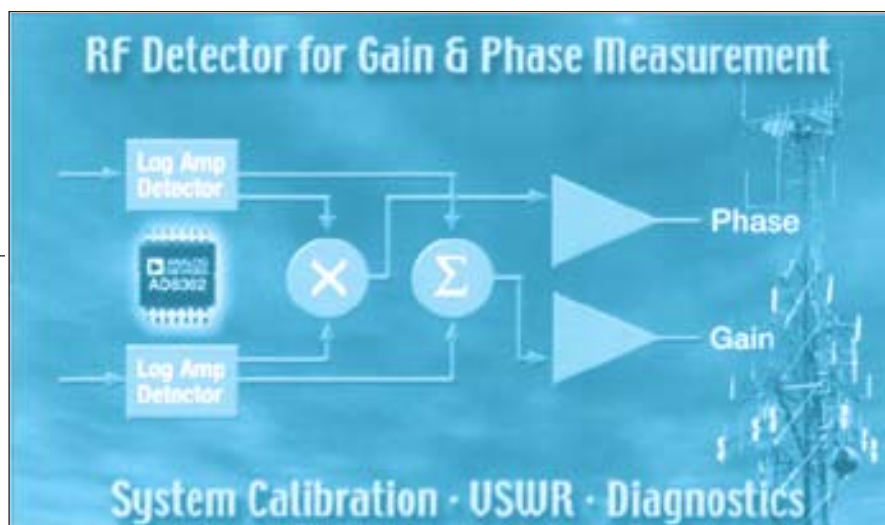
## Фирма Analog Devices анонсировала первую ИМС для измерения амплитуды и фазы ВЧ и ПЧ сигналов

**Р**азработчикам Analog Devices потребовалось много времени для создания ИМС, которая могла бы выполнять независимые измерения сдвига фаз и рассогласования по напряжению между двумя ВЧ и ПЧ сигналами. До настоящего времени подобные измерения выполнялись с помощью нескольких ИМС и значительного числа дискретных компонентов.

ИМС AD8302 может одновременно измерить сдвиг по фазе и разность амплитуд двух входных сигналов в полосе частот до 2.7 ГГц. ИМС включает два широкополосных логарифмических детектора, высокая степень согласования которых позволяет минимизировать погрешности и уменьшить влияние температурного дрейфа. Диапазон по напряжению AD8302 составляет 60 дБ, диапазон по фазе — не менее 180°.

Возможность измерения фазы и амплитуды с помощью одной микросхемы позволяет использовать эти ИМС для диагностики спектральной чистоты сигналов или калибровки системных параметров в тракте прохождения ВЧ или ПЧ сигналов.

Параметры AD8302 протестированы в условиях производства на соответствие требованиям к системам сотовой связи в диапазонах частот 900 МГц, 1.86 ГГц, а также на соответствие требованиям MMDS систем. Следует отметить, что ИМС AD8302 отличается высокими характеристиками по точности не только в ВЧ диапазоне, но и в диапазоне промежуточных частот.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- линейризация фазы и амплитуды в усилителях мощности ВЧ и ПЧ
- контроль мощности на высокой частоте с большой точностью
- децентрализованный мониторинг и диагностика параметров систем
- измерение обратных потерь и/или КСВН
- измерение отношения сигналов на переменном токе

- измерение амплитуды и фазы, начиная от низких частот до частоты 2.7 ГГц
- входной диапазон от -62 до -2 дБм при волновом сопротивлении 50 Ом
- точное измерение напряжения (30 мВ/дБ) с разрешением 0.5 дБ
- точное измерение фазы (10 мВ/град) с разрешением не хуже 1 градуса

- режимы измерения, управления, сравнения уровней
- высокостабильный источник опорного напряжения 1.8 В для измерения уровня выходного сигнала
- время отклика соответствует полосе частот 30 МГц
- напряжение питания от 2.7 до 5.5 В
- тип корпуса 14-TSSOP

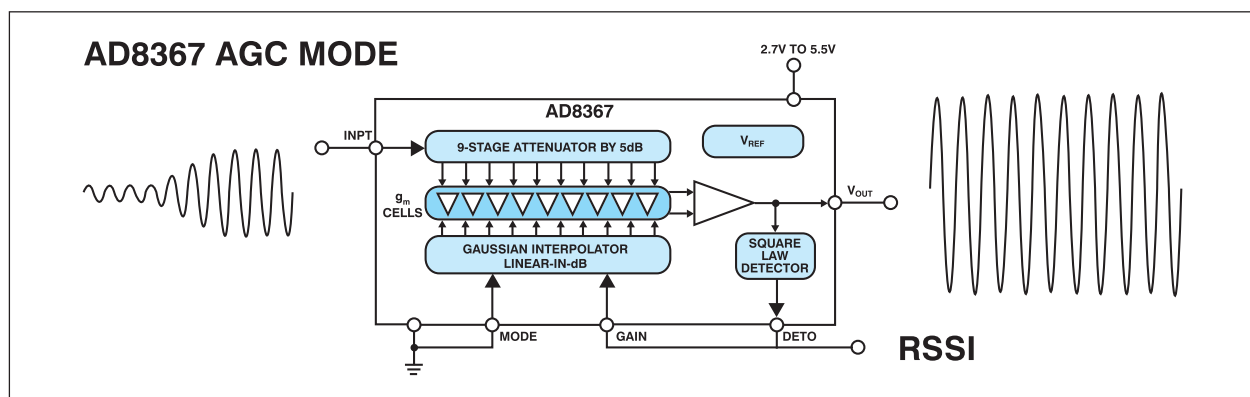


## Усилители с регулируемым коэффициентом усиления

**В** большинстве современных систем телекоммуникаций для максимального использования динамического диапазона применяется АРУ. Фирма Analog Devices анонсировала один из лучших в мире усилителей с регулировкой усиления AD8367. Как и предыдущая модель ИМС, AD8367 содержит собственно усилитель с аттенуатором и гауссов интерполятор по току для линейаризации сигнала в последнем каскаде усиления. Это обеспечивает высокую линейность коэффициента усиления ИМС AD8367 (в децибелах).

Уникальность этой ИМС заключается в том, что она содержит среднеквадратичный детектор и потому может быть использована для построения АРУ. В режиме АРУ среднеквадратичный детектор обеспечивает постоянный уровень выходного сигнала (1 В от пика к пику) и выполняет функцию индикатора мощности входного сигнала.

ИМС AD8367, кроме того, может быть использована в качестве универсального усилителя с регулируемым коэффициентом усиления.



- регулируемый диапазон усиления -2.5...42.5 дБ
- регулировка усиления в диапазоне 0...1 В, чувствительность 22 мВ/дБ
- значение IP3 на выходе после линейаризации 28 дБм (100 МГц, 200 Ом)
- уровень шума 7 дБ при максимальном усилении
- равномерная АЧХ в полосе частот до 500 МГц
- идеальное АРУ для приемников сигналов ПЧ
- потребление в рабочем режиме 20 мА, в режиме «покоя» — не более 1 мкА

### Параметры усилителей с регулируемым коэффициентом усиления

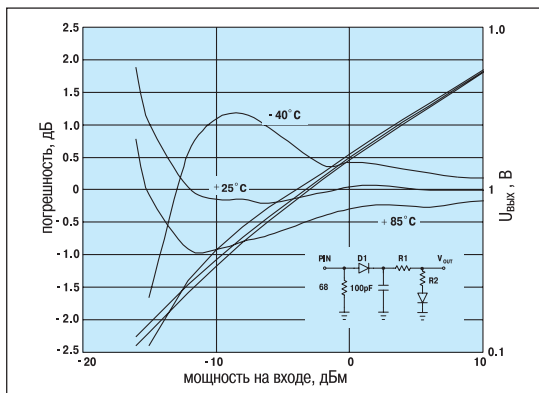
Тип усилителя		Частотный диапазон, МГц	Диапазон регулируемого усиления, дБ	Точность коэффициента усиления, дБ	Напряжение питания, В	Тип корпуса
одинарный	сдвоенный					
AD8367		500	-2.5...42.5	±0.5	2.7... 5.5	14-TSSOP
AD603		90	-11...31 или 9...51	±0.5	±5	8-SOIC
	AD604	40	0...48 или 6...54	±0.3	±5	24-SOIC
	AD605	40	-14...34 или 0...48	±0.2	5	16-SOIC

## Измерение мощности на высокой частоте

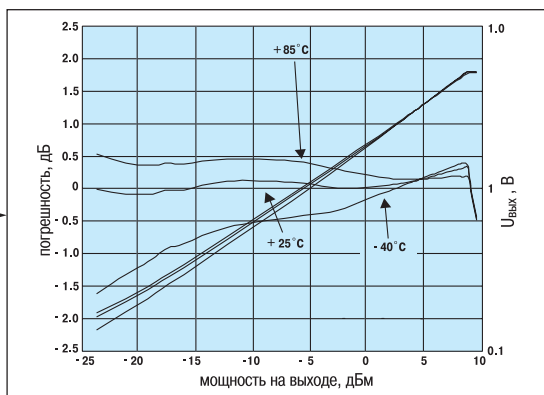
**В** большинстве систем телекоммуникаций необходимо измерять мощность на высокой частоте. Эти измерения должны выполняться с определенной степенью точности во всем диапазоне входного сигнала при изменении температуры в допустимых пределах. Обеспечить высокую точность в этих условиях достаточно сложно.

На рис. 1 в качестве примера показана зависимость выходного напряжения от входного на частоте 800 МГц при прохождении напряжения через детектор. Детектор выполнен на температурно-компенсированном диоде. Значения выходного напряжения отмечены на вертикальной оси справа, значения погрешности — на вертикальной оси слева, причем минимальная погрешность имеет место при температуре 25 °С. Из рис. 1 следует, что если такой детектор будет использован для измерения в диапазоне 25 дБ, вряд ли удастся обеспечить высокую точность измерения, особенно при малых значениях входного сигнала и в широком диапазоне температур.

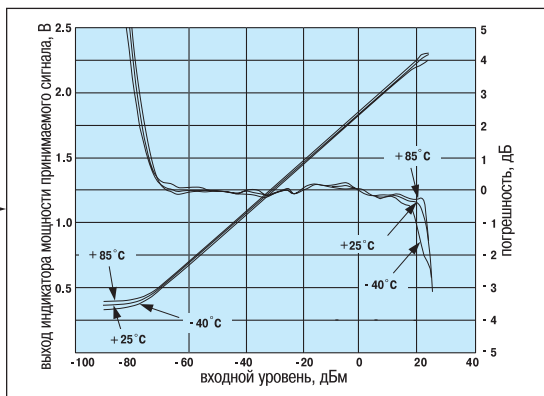
На рис. 2 приведены те же зависимости, но в качестве измерителя использована ИМС AD8361, представляющая собой преобразователь среднеквадратичного значения в сигнал постоянного тока. AD8362 имеет больший размер выходного напряжения при тех же значениях входного сигнала, что и для диода (рис. 1), а также более стабильные значения выходного напряжения в широком диапазоне температур. Еще одним преимуществом ИМС AD8361 является то, что ее характеристики не зависят от пик-фактора входного сигнала. Все это позволяет обеспечить измерение мощности в системах с изменяющимся пик-фактором. К ним относятся CDMA и WCDMA системы, а также базовые станции с мультисесущими.



**Рис. 1. Передаточные характеристики детектора на температурно-компенсированном диоде**



**Рис. 2. Передаточные характеристики AD8361**



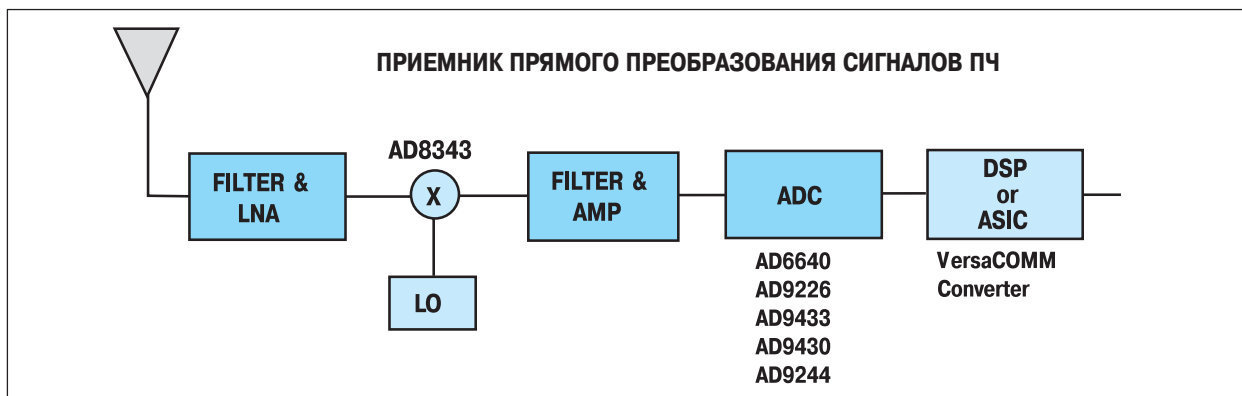
**Рис. 3. Передаточная характеристика AD8309**

### Логарифмические усилители

Применение логарифмических усилителей в измерителях мощности позволяет обеспечить высокую точность измерений в широком динамическом диапазоне. На рис. 3 приведена передаточная характеристика логарифмического усилителя AD8309 на частоте 100 МГц. Этот усилитель позволяет измерять мощность в динамическом диапазоне 103 дБ с погрешностью  $\pm 3$  дБ, при этом влияние температуры на точность измерения незначительно. В то время как логарифмический усилитель AD8309, а также более точный усилитель AD8306 работают в частотном диапазоне до 500 МГц, усилители AD8313 и AD8314 выполняют те же функции в частотном диапазоне до 2.5 ГГц, причем динамический диапазон первого из них составляет 65, а второго 45 дБ. Фирма Analog Devices анонсировала еще один быстродействующий логарифмический усилитель, позволяющий детектировать короткие радиоимпульсы с минимальной длительностью 40 нс.

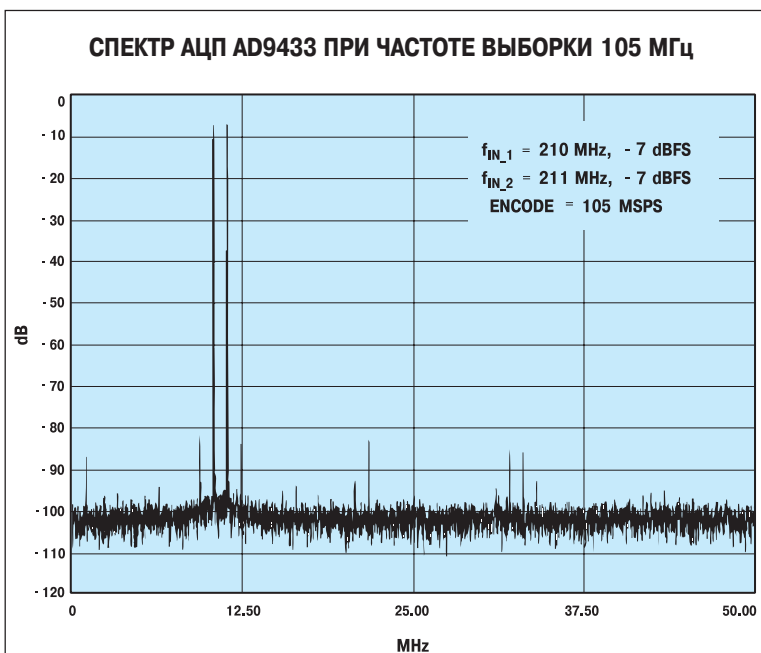
## Новые ИМС для приемников с мультинесущими

Супергетеродинная архитектура, основой которой являются аналоговые компоненты, применялась последние 30 лет при построении радиоприемников, однако необходимость создания программно конфигурируемых цифровых радиоприемников заставила отказаться от этой архитектуры. Появление ИМС для прямого цифрового преобразования сигналов ПЧ стало основой для проектирования «digital radio», обладающего существенными преимуществами (как по стоимости, так и по основным характеристикам) перед аналоговыми приемниками. При прямом преобразовании ПЧ сигналов АЦП является критическим узлом в связи с тем, что к нему предъявляются жесткие требования по шумам и искажениям при преобразовании входного сигнала. В приемниках прямого преобразования должны быть использованы новые широкополосные АЦП, отличающиеся высокими характеристиками. Только в этом случае возможно построение «digital radio».



Преобразователь AD9433 — первый промышленный 12-разрядный АЦП с частотой преобразования 125 МГц, предназначенный для использования в приемниках прямого преобразования. Динамический диапазон неискаженного сигнала этого АЦП составляет не менее 80 дБн при мультитоновом входном сигнале в полосе частот до 250 МГц, что позволяет использовать данный преобразователь в системах третьего поколения.

АЦП AD9433 выполнен в корпусе 52-PQFP, совместим по выводам с преобразователем AD9432, но превосходит его по тепловым характеристикам. В составе AD9433 имеются цепи коррекции динамического диапазона неискаженного сигнала с целью максимизации этого параметра в приемнике прямого преобразования. Кроме того, в этом АЦП стабилизирована тактовая частота, что упрощает системное применение преобразователя.

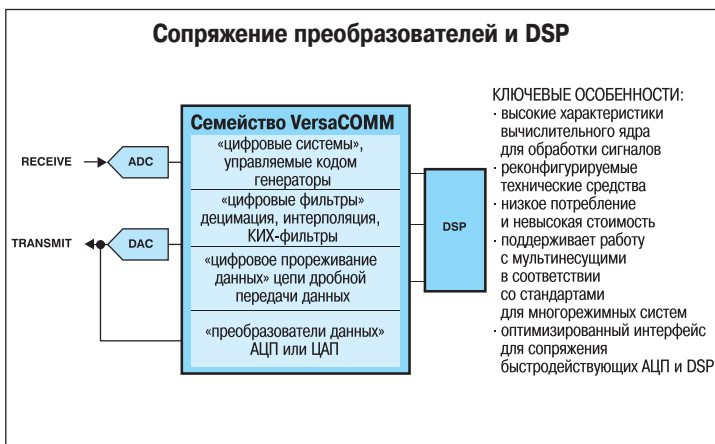


- прямое преобразование сигналов ПЧ в диапазоне частот до 400 МГц
- полный диапазон до 700 МГц
- отношение сигнал/шум 67 дБ на частоте входного сигнала 62 МГц
- динамический диапазон неискаженного сигнала 85 дБн при частоте входного сигнала 125 МГц
- напряжение входного сигнала 1 или 2 В от пика к пику

## Семейство ИМС VersaCOMM

Семейство ИМС VersaCOMM, анонсированное фирмой Analog Devices, предназначено для сопряжения преобразователей и сигнальных процессоров в системах телекоммуникаций. Цифровые преобразователи семейства VersaCOMM выполняют операции смещения, фильтрации и настройки, могут реконфигурироваться в зависимости от требований систем, в которых они используются. Основное назначение этих преобразователей — сотовые системы телекоммуникаций второго и третьего поколений, цифровые приемники и передатчики с одной несущей и мультинесущими. Они осуществляют сопряжение быстродействующих АЦП с выборкой ПЧ сигналов и передающих ЦАП фирмы Analog Devices с сигнальными процессорами этой же фирмы. Семейство VersaCOMM сочетает лучшие

качества современных заказных БИС (ASIC), ПЛИС (FPGA) и сигнальных процессоров, что позволяет системным разработчикам создавать реконфигурируемые устройства на их основе в сжатые сроки и с минимальными затратами. Использование альтернативной элементной базы не обеспечивает перечисленных преимуществ. Основное применение данное семейство ИМС находит в макро-, микро- и пикосотовых базовых станциях, работающих в стандартах IS-136, GSM, EDGE, IS-95, CDMA2000 и UMTS. Кроме того, семейство VersaCOMM используется в сотовых системах E911, беспроводных линиях связи, «интеллектуальных» антеннах, антеннах с фазовой решеткой, в оборудовании для тестирования систем телекоммуникаций и в ультразвуковой аппаратуре.



## Цифровые преобразователи семейства VersaCOMM

Семейство VersaCOMM содержит восемь ИМС: три процессора цифровых приемников сигналов, два процессора цифровых передатчиков сигналов и три цифровых повышающих преобразователя/модулятора.

Цифровой приемник представляет собой реконфигурируемый процессор для настройки и смещения квадратурных сигналов, фильтрации и децимации сигналов по выбранному каналу. В системах с одной несущей или мультинесущими цифровой приемник обеспечивает высокую избирательность и высокое качество настройки.

- ИМС AD6620 представляет собой одно- или двухканальный цифровой приемник с частотой выборки 65 МГц, отвечающий требованиям стандартов IS-136, GSM, EDGE и IS-95. В этих стандартах сформулированы требования к приемникам прямого преобразования в системах сотовой связи с одной несущей или мультинесущими.
- ИМС AD6624 — одно-, двух- или четырехканальный цифровой приемник с частотой выборки 30 МГц, отвечающий требованиям стандартов IS-136, GSM EDGE и IS-95. Кроме того, AD6624 обеспечивает повторную выборку в темпе кодирования одноканального АЦП.
- ИМС AD6634 — одно-, двух- и четырехканальный цифровой приемник с частотой выборки 80 МГц. Приемник обладает расширенными возможностями по сравнению с AD6624. К этим возможностям

относятся следующие: расширенный частотный диапазон выходных портов для обработки двух несущих согласно стандарту WCDMA, наличие цифрового АРУ, дополнительная фильтрация данных. Цифровой передатчик или реконфигурируемый цифровой подпроцессор осуществляет интерполяцию данных, формирование импульсов и фильтрацию, квадратурную модуляцию и перестройку частоты. Подобно процессору приемника процессор передатчика определяет скорость передачи данных и частотный диапазон канала, позволяет одному групповому передатчику одновременно поддерживать работу множества каналов в соответствии с требуемым типом модуляции.

- ИМС AD6622 представляет собой одно-, двух- или четырехканальный цифровой передатчик с частотой выборки 75 МГц, отвечающий требованиям стандартов IS-136, GSM, EDGE и IS-95.
- ИМС AD6623 — одно-, двух- или четырехканальный цифровой передатчик с частотой выборки 104 МГц, обладающий дополнительными возможностями по сравнению с AD6622. Расширение возможностей относится к многорежимным операциям и, в частности, включает гауссову манипуляцию с минимальным частотным сдвигом, фазовую манипуляцию, переход от одного к другому виду модуляции, временное масштабирование, а также фильтрацию фазовых предискажений согласно стандарту IS-95. AD6623 обеспечивает восстановление выборок в темпе декодирования одноканально-го ЦАП.





Квадратурный цифровой повышающий преобразователь/модулятор содержит быстродействующий прямой цифровой синтезатор, быстродействующий 12- или 14-разрядный ЦАП с высокими характеристиками, цифровые фильтры и другие устройства с функциями сигнальных процессоров.

- ИМС AD9853 представляет собой цифровой квадратурный модулятор с фазовой и амплитудной модуляцией, в составе которого имеется 10-разрядный ЦАП.
- ИМС AD9856 — цифровой квадратурный повышающий 12-разрядный ЦАП с частотой выборки 200 МГц, предназначенный в первую очередь для универсальных I/Q модуляторов с потоком данных по направлению основного трафика или в направлении, противоположном основному трафику. ЦАП ориентированы на применение в сетях с коаксиальными и волоконно-оптическими каналами связи.
- ИМС AD9857 — цифровой квадратурный повышающий 14-разрядный ЦАП с частотой выборки 200 МГц, предназначенный для универсальных I/Q модуляторов, повышающих преобразователей, однотональных прямых цифровых синтезаторов или интерполирующих ЦАП, используемых в системах телекоммуникаций.

### Семейство VersaCOMM — широкий набор ИМС для телекоммуникаций:

- ◆ Процессоры цифровых приемников сигналов
  - AD6620 — одно-, двухканальный приемник с частотой выборки 65 МГц
  - AD6624 — одно-, двух-, четырехканальный приемник с частотой выборки 80 МГц
  - AD6634 — двухканальный WCDMA приемник
- ◆ Процессоры цифровых передатчиков
  - AD6622 — одно-, двух-, четырехканальный передатчик с частотой выборки 75 МГц
  - AD6623 — одно-, двух-, четырехканальный передатчик с частотой выборки 104 МГц
- ◆ Квадратурные цифровые повышающие преобразователи/модуляторы
  - AD9853 — цифровой квадратурный модулятор с амплитудной и фазовой модуляцией с 10-разрядным ЦАП
  - AD9856 — квадратурный цифровой повышающий преобразователь с частотой выборки 200 МГц; в составе ИМС — 12-разрядный ЦАП
  - AD9857 — квадратурный цифровой повышающий преобразователь с частотой выборки 200 МГц; в составе ИМС — 14-разрядный ЦАП

Особенности цифровых повышающих и понижающих преобразователей			
Тип преобразователя	Приемник	Передатчик	Модулятор
Высокоскоростное цифровое преобразование частоты	+	+	+
Децимация	+	-	-
АРУ	+	+	-
Повторная выборка	+	+	-
Синхронные операции: выборка, перестройка частоты и режима	+	+	+
Программируемая реакция фильтра	+	+	+
Функции JTAG, BIST, PN	+	+	-
Стабилизация фазы	-	+	-
Цифровая модуляция: GMSK, QPSK, 8PSK	-	+	+
Интерполяция	-	+	+
Встроенный ЦАП	-	-	+

Микросхемы рассматриваемого семейства используются во множестве систем цифровой обработки сигналов. Управляемые кодом генераторы осуществляют цифровое смещение сигналов или квадратурную модуляцию при обработке несущих и генерируют цифровые I и Q последовательности. Эти генераторы управляются программно, что обеспечивает высокое разрешение по частоте и позволяет синхронизировать выходную последовательность при перестройке или фазовой автоподстройке частоты. I&Q последовательности обрабатываются с помощью многоступенчатых фильтров как в приемниках, так и передатчиках семейства ИМС VersaCOMM. Это многокаскадные восстанавливающие гребенчатые фильтры типа rCIC2 и CIC5 и фильтры, коэффициенты которых хранятся в RAM-памяти. С помощью данных фильтров выполняется децимация и интерполяция I&Q последовательностей, устраняются помехи, искажения и зеркальные помехи. Скорости децимации и интерполяции программируются пользователем. Повторная выборка цифровых данных в приемниках и передатчиках позволяет использовать общую тактовую частоту в то время, когда выходные данные генерируются с повышенной скоростью. Фильтры с коэффициентами, которые хранятся в RAM-памяти, позволяют пользователю программным путем задавать их порядок в зависимости от решаемой задачи. Микропорт и последовательные порты позволяют читать и записывать данные в любую из ИМС рассматриваемого семейства. В составе модуляторов данного семейства прецизионные ЦАП, позволяющие формировать модулированные колебания требуемой формы.

## Микросхема Othello One осуществляет прямое цифровое преобразование радиосигналов в стандарте GSM.

Операторы и пользователи сотовых телефонов в стандарте GSM хотят, чтобы эти аппараты дешевели, а их размеры уменьшались. Для того, чтобы обеспечить эти требования, необходимо прежде всего уменьшить стоимость и габариты цифрового радиочастотного блока мобильного телефона. Кроме того, производители мобильных телефонов хотят, чтобы этот блок обеспечивал связь в трех частотных диапазонах стандарта GSM: 900, 1800 и 1900 МГц.



Othello One – микросхема для прямого цифрового преобразования радиосигналов. Данная ИМС обладает всеми особенностями известного чипсета Othello и, кроме того, имеет дополнительные функции.

Прямое цифровое преобразование радиосигналов – идеальное решение для построения сложных радиосистем. Это решение позволяет исключить фильтры промежуточной частоты и гетеродин, типичные для супергетеродинного приемника, и тем самым существенно уменьшить габариты и стоимость системы в целом. Однако, применение прямого цифрового преобразования радиосигналов в GSM системах до последнего времени было сопряжено с трудно-

стями промышленного производства надежных компонентов для таких систем. В конце 1999 года фирме Analog Devices удалось создать чипсет Othello для систем телекоммуникаций, соответствующих стандарту GSM, который полностью отвечал требованиям производителей таких систем. Несколько крупнейших производителей мобильных телефонов начали применять этот чипсет, при этом габариты аппаратов были уменьшены на 40 % по сравнению с лучшими мобильными телефонами, построенными на основе супергетеродинного приемника. Кроме этого, с применением аппаратов на основе прямого цифрового преобразования исчезли технические проблемы, связанные с утечками гетеродина, смещением нуля, детектированием и другими более тонкими эффектами, характерными для TDMA систем в стандарте GSM. Эти преимущества были обеспечены новыми инженерными решениями, новой архитектурой и схемотехникой, которая до последнего времени основывалась на аналоговых ИМС. Набор микросхем Othello состоит из двух базовых

ИМС: приемопередатчика AD6523 и многодиапазонного синтезатора на основе ФАПЧ AD6524. Кроме того, в составе набора имеются усилители мощности семейства AD831x и микросхемы управления электропитанием.

Дальнейшее уменьшение размеров и стоимости сотовых телефонных аппаратов обеспечила микросхема Othello One. Данная микросхема выполнена по BiCMOS-технологии и имеет все функции чипсета Othello плюс дополнительные функции, которые обеспечиваются внешними компонентами, как это показано в таблице. Таким образом, достигнуто уменьшение размеров на 30 %, а стоимости – на 40 % при сохранении функций набора Othello в одном

кристалле. Othello One может работать в трех частотных диапазонах в соответствии с требованиями стандарта GSM.

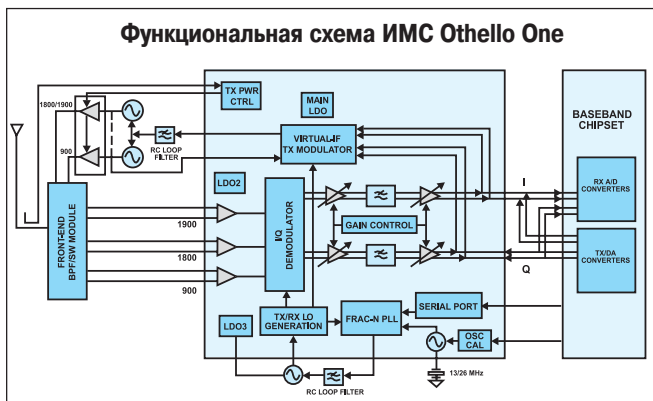
Микросхема Othello One в сочетании с семейством SoftFone процессоров фирмы Analog Devices выполняет все функции, предусмотренные GSM стандартом, при этом обеспечиваются минимальные габариты проектируемой на базе этой ИМС системы.

Общие размеры платы для

таких систем на базе рассмотренного набора ИМС фирмы Analog Devices составляют 3×5 см. Производители PDA (персональных цифровых ассистентов) могут использовать этот набор ИМС для обеспечения функций беспроводной связи.

Подробное описание (включая особенности применения) микросхемы Othello One AD6534 – однокристалльного приемника/передатчика для систем связи в стандарте GSM – производители терминалов для GSM связи могут получить без ограничений по согласованию с фирмой Analog Devices.

Оформить такое соглашение Вам помогут в офисе фирмы VD MAIS.

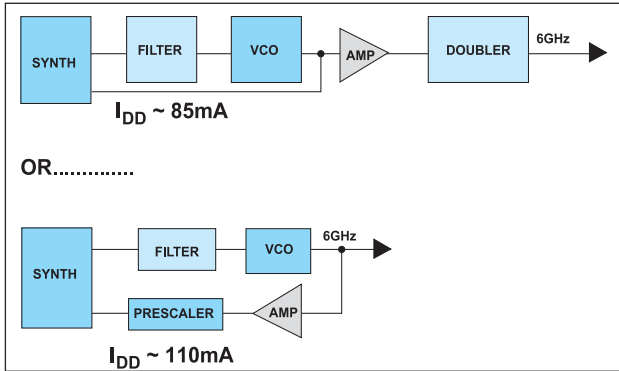


Сравнительные характеристики набора Original Othello и ИМС Othello One

Функциональные возможности	Original Othello	Othello One
Усиление с низким уровнем шумов	внешнее	внутреннее
Измерение мощности	внешнее (семейство AD831x)	внутреннее
Поддержка стандарта GPRS	имеется, класс 12	имеется, класс 12
Совместимость с EDGE приемниками	отсутствует	имеется
Совместимость с EDGE передатчиками	отсутствует	имеется (с внешним модулятором)
Число внутренних стабилизаторов	1	3

## Синтезатор с минимальным уровнем фазовых шумов

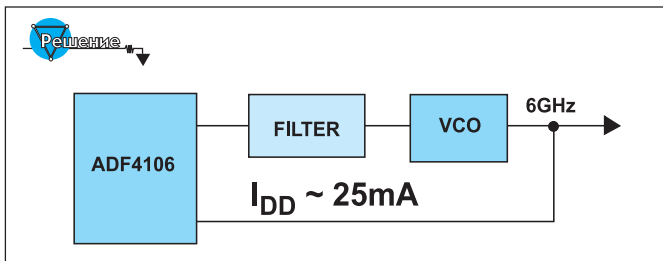
### Традиционная функциональная схема гетеродина



В связи с заполнением традиционных частотных диапазонов средства радиочастотной связи нового поколения будут работать в новом диапазоне частот от 5 до 6 ГГц. В этом диапазоне частот разработчики сталкиваются с трудностями построения гетеродинов. До настоящего времени коммерческие ГУН по доступной цене в диапазоне частот 6 ГГц отсутствовали. Такой генератор нельзя было реализовать с помощью недорогого синтезатора для диапазона частот 6 ГГц. Поэтому ГУН строились на основе дорогих прескалеров, удвоителей частоты и усилителей, отличающихся большим потреблением мощности. Однако, в настоящее время фирма Analog Devices разработала синтезатор ADF4106, работающий с ГУН для диапазона частот до 6 ГГц, на основе которого может быть реализован гетеродин без внешних прескалеров, удвоителей частоты и усилителей. ИМС ADF4106 собрана по BiCMOS технологии с разрешением

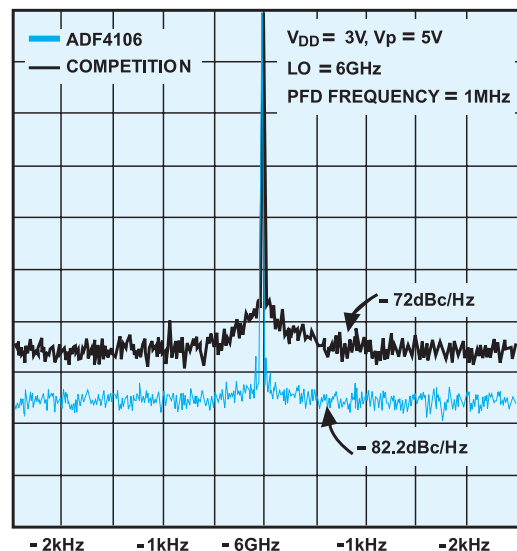
0.35 микрона и обеспечивает требуемый частотный диапазон при малом потреблении. Потребляемая мощность снижена на 70-90 % по сравнению с традиционными генераторами. Использование внешних прескалеров приводило к уменьшению разрешения генераторов по частоте. В ИМС ADF4106 эта проблема решена с помощью встроенного программируемого двухмодульного делителя частоты. Поскольку ADF4106 работает на частоте до 6 ГГц, на его основе можно создавать системы ФАПЧ со стандартной архитектурой и минимальным числом компонентов, что приводит к уменьшению размеров печатной платы. Семейство синтезаторов фирмы Analog Devices ADF4113 и AD4106 обеспечивает минимальный уровень фазовых шумов и является лучшим среди аналогичных компонентов, т. е. шумовые характеристики лучшего промышленного синтезатора ADF4113 реализованы и в AD4106. Таким образом, используя эти синтезаторы, разработчики в погоне за быстродействием не будут терять точность при построении систем связи. Синтезатор ADF4106 с максимальной частотой 6 ГГц имеет уровень фазовых шумов на 10 дБн/Гц ниже, чем ближайшие аналоги. Этот параметр не обеспечивается аналогичными изделиями других производителей для данного диапазона частот. Основой этого синтезатора явилась ИМС ADF4113, которая отличается самым низким уровнем фазовых шумов среди имеющихся на мировом рынке синтезаторов с фазовой автоподстройкой частоты.

### Новая функциональная схема гетеродина на базе ADF4106



- частотный диапазон 6 ГГц
- низкая потребляемая мощность
- традиционная архитектура на основе ФАПЧ
- меньшее число внешних компонентов при проектировании систем
- более гибкое программирование
- более низкая стоимость
- занимает меньшую площадь на печатной плате
- обеспечивает более высокое разрешение по частоте

### Сравнительные характеристики шумов ИМС ADF4106 (-82.2 дБн/Гц) и синтезаторов других производителей (-72 дБн/Гц)



## Новые достижения в области сотовой радиосвязи третьего поколения

**Р**азвитие цифровых систем сотовой связи второго поколения привело к созданию предпосылки для повышения возможностей трафика голосовых сообщений. В разных частях света пользователи мобильных средств связи хотят иметь те же возможности по скорости обмена данными, что и пользователи стационарных средств аналогового назначения. Пользователи Интернет хотят, чтобы возможности этой сети были в полной мере обеспечены мобильными средствами связи. Однако современное состояние беспроводной связи не позволяет обеспечить все эти возможности из-за невысокой скорости обмена данными.



Международные организации в области стандартизации согласовали пакет стандартов на средства связи третьего поколения (3G), а правительства развитых стран провели аукционы и другие мероприятия по распределению диапазона 2 ГГц между операторами сотовой связи.

Телекоммуникации третьего поколения обеспечивают скорость передачи 144 кбит/с для мобильных средств, полнодуплексной связи, 384 кбит/с для стационарных или мобильных средств, которыми пользуются пешеходы, и 2 Мбит/с для стационарных средств в городской черте. Такая высокая скорость достигается за счет увеличения числа каналов по сравнению с традиционными средствами второго поколения (2G) и, кроме того, за счет использования методов и технических средств прямого цифрового преобразования в широком диапазоне частот.

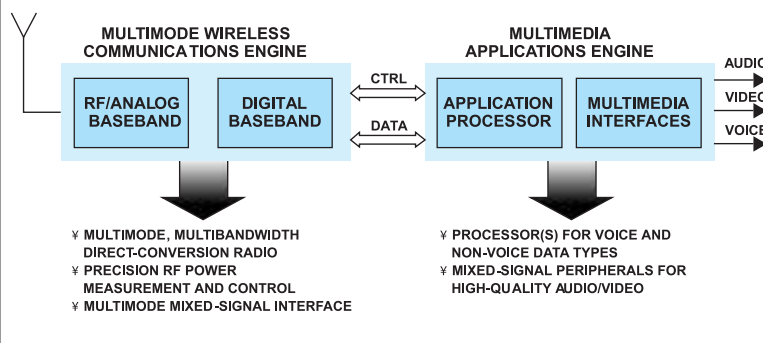
В настоящее время в области телекоммуникаций третьего поколения получены новые технические результаты. В первую очередь это относится к терминалам. Очевидно, что одним из важнейших факторов при проектировании средств связи третьего поколения является правильный выбор архитектуры. Чтобы сделать такой выбор, например, остановиться на архитектуре супергетеродинного приемника/передатчика или выбрать приемник/передатчик прямого преобразования, необходимо согласовать системные требования. В связи с тем, что телекоммуникации третьего поколения будут распространяться постепенно, необходимо, чтобы мобильные средства связи могли работать как в зонах связи второго, так и третьего поколения. Если используются мобильные средства на основе супергетеродинной архитектуры, в их составе должно быть как минимум два ПАВ-фильтра: один для телекоммуникаций третьего поколения (W-CDMA сигналы частотой 5 МГц согласно стандарту 3 GPP), другой — для телекоммуникаций второго поколения (сигналы частотой 200 кГц согласно стандарту GSM). Несмотря на то, что технология создания таких фильтров хорошо проработана,

использование в составе средств связи третьего поколения одновременно двух фильтров приводит к увеличению размеров и стоимости печатной платы, что сводит на нет преимущества этих средств по сравнению со средствами связи второго поколения.

Все это говорит в пользу систем на основе прямого преобразования радиосигналов, в которых каналы расположены в низкочастотной области и их выбор сводится к фильтрации с помощью аналоговых или цифровых фильтров.

Как только появилась возможность выполнять эти фильтры в виде ИМС, проблемы, вызванные использованием ПАВ-фильтров, переключателей и других внешних компонентов, перестали беспокоить разработчиков. В конце 2000 года на Международном симпозиуме по СВЧ технологиям \* специалисты фирм Analog Devices и Mitsubishi Electric Corporation представили доклад, посвященный приемнику прямого преобразования радиосигналов в стандарте W-CDMA. К целям передачи сигналов в стандарте W-CDMA предъявляются дополнительные требования. В каждой сотовой системе в стандарте CDMA, в которой используется прямое цифровое преобразование для поддержки большого числа пользователей, требуется обеспечить такие условия, чтобы поступающие в базовую станцию сигналы от разных пользователей имели одинаковую амплитуду. С помощью обратной связи базовая станция поддерживает требуемую мощность сигналов на выходе каждой мобильной станции. В подобных системах требуется точное, независимое от изменения температуры окружающего воздуха, измерение мощности радиосигнала на выходе каждого мобильного средства, чтобы обеспечить указанные выше условия. Семейство ИМС фирмы Analog Devices для измерения мощности ВЧ передатчиков отличается температурной стабильностью и линейностью при работе с сигналами сложной формы и полностью отвечает требованиям систем телекоммуникаций третьего поколения.

### Функциональная схема терминала третьего поколения



\* Goldfarb M., et al, "Analog Baseband IC for use in Direct-Conversion W-CDMA Receivers", 2000 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium Digest of Papers, p. 79, June 2000.



## Уникальный повышающий преобразователь с одной боковой полосой

Высокие технические характеристики, широкий динамический диапазон передатчиков необходимы для обеспечения минимального уровня шумов и упрощения схемотехники фильтров для широкополосных сигналов. ИМС AD9777 вместе с комплексным цифровым смесителем и новым высокочастотным аналоговым квадратурным модулятором позволяет создавать блоки на базе повышающих преобразователей с высокими характеристиками в радиочастотном диапазоне.

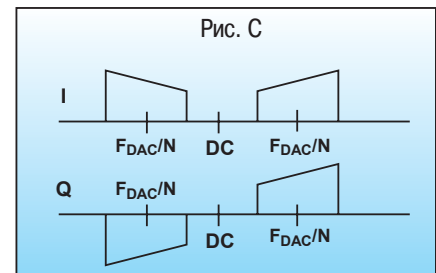
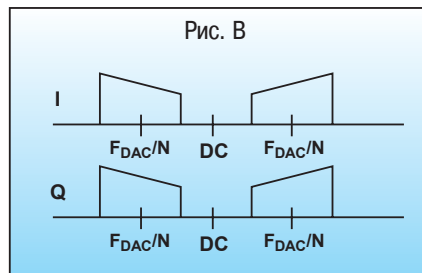
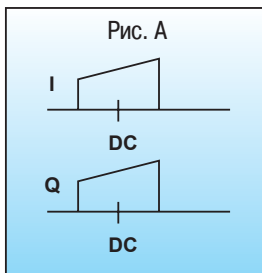
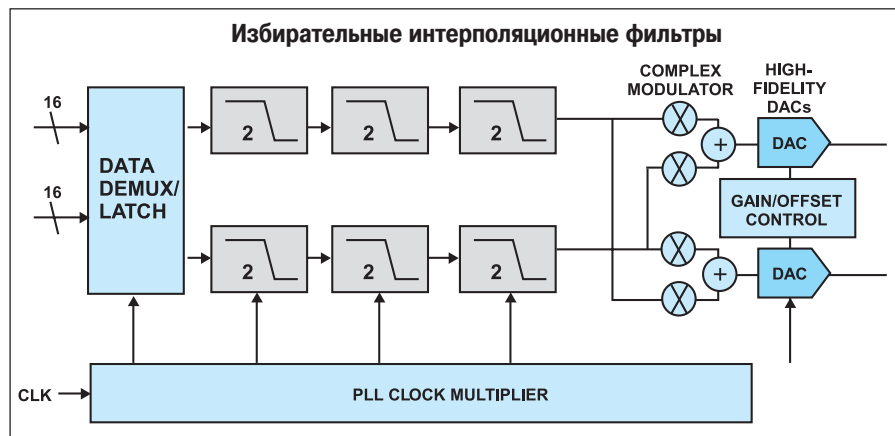
Семейство передающих ЦАП (TxDAC+) с обработкой сигналов AD977x позволяет реализовать передатчики с одной боковой полосой (с подавлением помех по зеркальному каналу).

AD9777 представляет собой 16-разрядный ЦАП, AD9775 – 14-разрядный и AD9773 – 12-разрядный преобразователь. Для подавления помех по зеркальному каналу используется внутренний комплексный модулятор и внешние квадратурные модуляторы типа AD8345/AD8346, которые относятся к семейству высокочастотных I/Q модуляторов.

### Как происходит подавление помех по зеркальному каналу?

Подавление помех по зеркальному каналу или боковой полосы способствует уменьшению выделения дополнительной мощности при выполнении операций выборки и смещения сигналов. Начальный сигнал состоит из низкочастотных I/Q компонентов. I/Q сигналы смещаются в передающем TxDAC преобразователе AD977x на частоте, кратной тактовой. Величина промежуточной частоты определяется как  $f_s/N$ . Без применения комплексного смещения сигналов спектр сигнала на выходе ЦАП имеет вид, представленный на рис. В. Используя комплексный смеситель

в составе ЦАП AD9777x, можно получить ортогональное отображение боковой полосы (действительное или мнимое) по заданному каналу (рис. С). Если после смещения сигналы поступают в аналоговый квадратурный модулятор, левая боковая полоса подавляется, а сигналы в основной полосе усиливаются по мощности на 3 дБ (рис. А). Излучение гетеродина тоже может представлять проблему, однако избавиться от влияния этого излучения можно с помощью одноступенчатого ПАВ-фильтра. В случае, если обеспечивается подавление боковой полосы на уровне 30-40 дБ, нет необходимости использовать многокаскадные ПАВ-фильтры для этих целей. Использование ИМС AD8345 позволяет обеспечить дополнительное ослабление боковой полосы не менее чем на 40 дБ.



## Прямой цифровой синтезатор с минимальным потреблением в корпусе 10-микроSOIC

**В** новом семействе прямых цифровых синтезаторов снижена потребляемая мощность до уровня, который еще несколько лет назад казался недостижимым. В ИМС AD9833 и AD9834 потребляемая мощность снижена до 20 мВт, при этом технические характеристики сохранились на уровне лучших микросхем фирмы Analog Devices. В каждой из новых ИМС имеется режим пониженного потребления, при котором потребляемая мощность не превышает 1 мВт. Эти ИМС могут работать с одним источником питания напряжением от 2.5 до 5.5 В. Синтезаторы AD9833 и AD9834 содержат управляемый кодом генератор, таблицу синусов, регистры фазы и частоты, а также 10-разрядный ЦАП и обеспечивают все необходимые функции синтеза сигналов. Выходной сигнал этих синтезаторов отличается высоким отношением сигнал/шум (минимальное значение 50 дБ) и большим динамическим диапазоном неискаженного сигнала (75 дБн в окне 50 кГц). Перечисленные характеристики в сочетании с высоким разрешением по частоте обеспечивают применение этих ИМС не только в телекоммуникациях, но и в других областях информационных технологий.

Благодаря 28-разрядному фазовому аккумулятору, разрешение синтезаторов в относительных единицах составляет  $1/250 \times 10^6$ , а в абсолютных – 0.1 Гц при тактовой частоте 25 МГц. Два регистра частоты и фазы в составе синтезаторов служат для хранения кодовых эквивалентов (слов) соответственно частоты и фазы. В синтезаторе AD9834 этими регистрами можно управлять через внешний вывод. Внутренний компаратор используется как формирователь прямоугольной последовательности из синусоидального сигнала в случае, когда синтезатор применяется в качестве генератора тактовых импульсов. Интерфейс обоих синтезаторов – трехпроводной. Загрузка данных осуществляется с помощью двух 16-разрядных слов.

Основные характеристики синтезаторов

Наименование параметра	AD9833	AD9834
Тактовая частота, МГц	25	50
Разрядность ЦАП	10	10
Минимальный диапазон неискаженного сигнала, дБ	75	75
Мощность потребления, мВт	20	25
Тип корпуса	10-микроSOIC	20-TSSOP

### Информационные бюллетени фирмы Analog Devices

- АЦП • ЦАП • Усилители • Схемы управления электропитанием • Средства телекоммуникаций •
- Быстродействующие линейные ИМС •

#### Центральный офис

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

#### Офис в Германии

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

#### Офис в Австрии

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

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

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

## Внимание! Конкурс!

Редакция журнала «Электронные компоненты и системы» объявляет конкурс на лучшую разработку года в области вычислительной и измерительной техники, медицинской электроники, средств связи и систем управления, средств учета электроэнергии, расхода воды и тепла.

**Лучшие разработки будут отмечены ценными подарками и дипломами.**

Материалы на конкурс оформляются в виде статей объемом до двух страниц, включая иллюстрации, и направляются в редакцию в электронном виде (на дискете или по e-mail) для публикации в журнале ЭКиС. Операционная среда — Win95/98/2000. При подведении итогов конкурса будет учтено мнение читателей.

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ КОНТРОЛЛЕР «КОНСТАР 201»

Акционерное общество "Констар" (г. Харьков) предлагает технические средства автоматизации, программно-технические комплексы и АСУ ТП "под ключ" для различных областей промышленности, транспорта, сельского хозяйства и непромышленной сферы. Центральное место в этих системах занимают программируемые контроллеры разработки АО "Констар". Особенности программируемого контроллера малого класса "КОНСТАР 201" (K201) рассмотрены в настоящей статье.

**Г. Алдабаев**

Универсальный программируемый контроллер (ПК) малого класса K201 (рис. 1) предназначен для управления технологическими процессами в металлургии, угольной, нефтехимической промышленности, транспорте, станко- и автомобилестроении. ПК K201 может быть использован при транспортировке и переработке нефти и газа, на железнодорожном транспорте, при учете тепла и электроэнергии, в легкой и пищевой промышленности. К основным достоинствам ПК K201 следует отнести высокое качество и надежность, многофункциональность и гибкость, малое энергопотребление и компактность, простоту компоновки, удобство монтажа и обслуживания, широкие коммуникационные возможности и невысокую стоимость.

ПК K201 имеет метрологическую аттестацию и сертификат соответствия ТУ, отвечает требованиям ГОСТ. Сертификат соответствия — серия КА № 027091. Гарантийный срок службы ПК K201 составляет 3 года. ПК K201 имеет блочно-модульную структуру и содержит широкий набор модулей ввода-вывода и периферийного оборудования. Основные характеристики ПК K201 приведены в таблице. В модульный набор ПК K201 входят модули ввода-вывода непрерывных сигналов, дискретных сигналов, а также специальные модули для измерения вибраций, контроля трехфазной цепи, модули счетчиков-таймеров, связи, расширения, модули электропитания и др. Модули

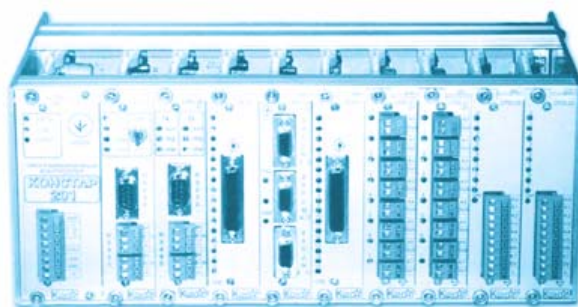


Рис. 1. Внешний вид контроллера K201

ввода-вывода непрерывных сигналов предназначены для измерения сигналов среднего и низкого уровня, в том числе от термопар и термометров сопротивлений. Разрешение АЦП/ЦАП — 12 двоичных разрядов. Количество входных каналов — до 12, выходных — до 8.

### Основные технические характеристики ПК K201

Наименование параметра	Модуль микропроцессорный	
	CP 59.02	CP 59.03
Кол-во входов-выходов	до 256	до 256
Объем ОЗУ (таблица данных), Кбайт	32	24
Объем ОЗУ/ППЗУ (флэш-память программ), Кбайт	32, 64, 128	32
Время выполнения 1 К инструкций, мс	1	4
Язык программирования	PKC, мнемокод или ассемблер	
Тип интерфейса	RS-232, RS-485	
Напряжения питания, В	=24 или ~220/110	
Потребляемая мощность	не более 15 Вт	
Количество модулей ввода-вывода в блоке	4. 8. 11. 14 или 16	
Степень защиты	IP20, IP54 или IP65	
Диапазон рабочих температур, °С	-40...60	

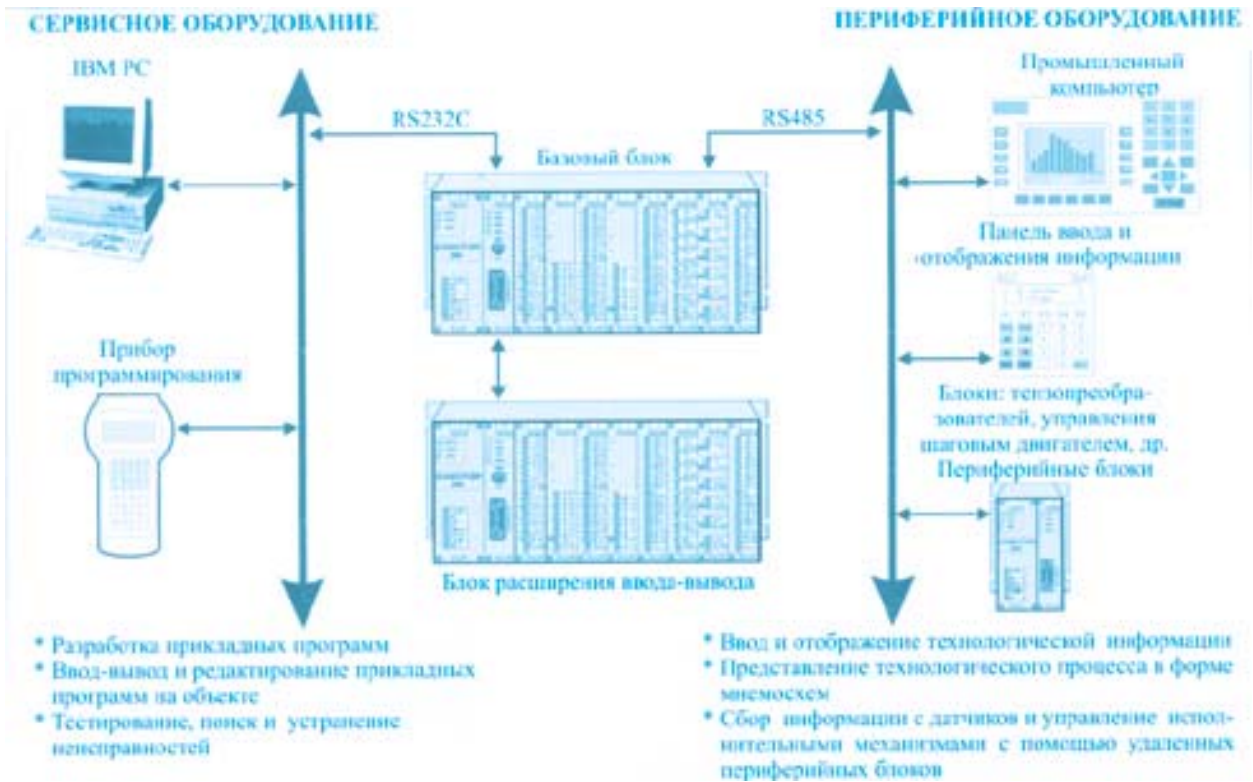


Рис. 2. Структура системы управления на базе контроллера K201

Время преобразования входных сигналов — единицы миллисекунд. Входные измерительные каналы гальванически развязаны.

В состав периферийного оборудования ПК K201 входят блоки искро- и молниезащиты, размножители аналоговых сигналов, преобразователи интерфейсов, блоки управления шаговыми двигателями, источники питания и др.

Типовая структура системы управления на базе ПК K201 приведена на рис. 2. Вместе с контроллером поставляется программное обеспечение для разработки прикладных программ на языках релейно-контактных символов, мнемкода и ассемблера. Все языки поддерживаются САПР в среде IBM PC.

На базе ПК K201 могут быть построены распределенные системы управления с возможностью организации до четырех независимых магистральных коммуникационных каналов RS-485 со скоростью обмена данными до 115.2 кбит/с. В каждом таком канале может быть использовано до 32 ПК. Протоколы коммуникационных каналов символьные, а также повышенной сложности с одним "ведущим" различной конфигурации, стандартные типа MODBUS и др.

Подробную информацию о программируемых контроллерах АО "Констар" можно получить по e-mail: [constar@visla.kharkov.ua](mailto:constar@visla.kharkov.ua) или по тел.: (0572) 142-085, 472-055.

## АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ НМ1507-3

Компания HAMEG выпускает комбинированный аналого-цифровой осциллограф, который может работать в аналоговом или цифровом режиме. Применение микропроцессора для управления осциллографом и выполнения вычислительных операций позволило реализовать такие функции, как автотестирование и автокалибровка, считывание параметров измеряемого сигнала в точке, отмеченной курсором, запись в память и считывание реализаций исследуемого процесса, встроенный интерфейс для связи с ПК.

**В. Макаренко**

Осциллографы компании HAMEG отличаются хорошими потребительскими качествами и сравнительно невысокой стоимостью. Наиболее широкими функциональными возможностями обладает осциллограф модели НМ1507-3, внешний вид которого показан на рис. 1. Прибор может работать



как обычный двухканальный аналоговый осциллограф и как цифровой.

Амплитудно-частотная характеристика осциллографа в аналоговом режиме линейна в диапазоне частот до 150 МГц [1, 2]. Медленный спад частотной характеристики усилителей вертикального отклонения позволяет наблюдать форму сигнала вплоть до частоты 400 МГц. Высокая чувствительность внутренней синхронизации позволяет получить стабильное изображение при отклонении луча на 5 мм относительно горизонтальной оси в полосе частот до 250 МГц.

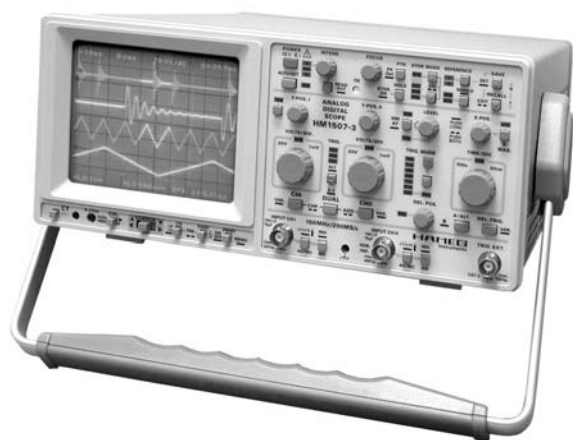


Рис. 1. Внешний вид осциллографа HM1507-3

#### Основные характеристики осциллографа HM1507-3

- автоматическая установка параметров
- запись и чтение реализаций сигналов из памяти
- отображение характеристик сигналов в точке, помеченной курсором
- интерфейс связи RS-232
- полоса пропускания 150 МГц
- 2 канала, 1 мВ/дел...20 В/дел
- наличие задержанной развертки
- длительность развертки в аналоговом режиме 0.5 с/дел...5 нс/дел
- длительность задержанной развертки в аналоговом режиме 20 мс/дел...5 нс/дел
- длительность развертки в цифровом режиме 100 с/дел...10 нс/дел
- длительность задержанной развертки в цифровом режиме 20 мс/дел...10 нс/дел
- независимая синхронизация для каждой развертки
- диапазон частот синхронизации 250 МГц
- встроенный калибратор

Прибор имеет дополнительную развертку и вторую схему синхронизации. Это дает возможность детально исследовать выделенный фрагмент сигнала в увеличенном масштабе. Возможна растяжка по оси времени до 1000 раз.

Для калибровки чувствительности усилителей вертикального отклонения и импульсных переходных характеристик делителей предусмотрен внутренний генератор прямоугольных импульсов с крутыми фронтами и двумя фиксированными частотами — 1 кГц и 1 МГц, выход которого выведен на переднюю панель прибора.

Отображение результатов измерения осуществляется с помощью ЭЛТ, имеющей разрешающую способность не менее 2000 точек по горизонтали. Использование линейной интерполяции при выводе изображения на экран ЭЛТ позволяет избежать изломов и провалов в изображении.

Обработка изображения и вычисление характеристик измеряемых сигналов выполняется с помощью быстродействующего 32-разрядного RISC процессора.

В цифровом режиме аналоговый сигнал преобразуется в восьмиразрядный код параллельным АЦП. Максимальная частота дискретизации составляет 200 МГц. Разрешающая способность осциллографа 200 отсчетов на деление по горизонтальной оси, 25 отсчетов на деление по вертикальной оси. Встроенная память EEPROM емкостью два килобайта на канал позволяет сохранять несколько реализаций сигнала для последующей обработки или сравнения. В этом режиме осциллограф позволяет: выводить на экран динамическое изображение исследуемого сигнала, обновляемое на экране с частотой до 180 Гц, или одну его реализацию, записанную в память; медленно "прокручивать" на экране изображение; производить усреднение от 2 до 512 реализаций исследуемых процессов; выделять огибающую сложных сигналов; обнаруживать кратковременные выбросы в исследуемых сигналах длительностью не менее 5 нс.

Для уменьшения числа органов управления на передней панели многие кнопки управления имеют вторую функцию. При этом обеспечивается достаточно простое управление осциллографом. Изменение параметра осуществляется либо вращением ручки управления, либо курсорным методом путем нажатия кнопок "больше"/"меньше". Значение установленного параметра (например, чувствительности входа) отображается светодиодным индикатором, расположенным рядом с органом управления. Например, чувствительность (VOLTS/DIV) отображается в окошке VAR цифровым индикатором, а вид синхронизации (TRIG. MODE) — подсветкой окошек AC, DC...TVF. Выбор чувствительности осуществляется вращением соответствующей ручки. Вид синхронизации выбирается нажатием кнопок  $\Delta$  и  $\nabla$ .

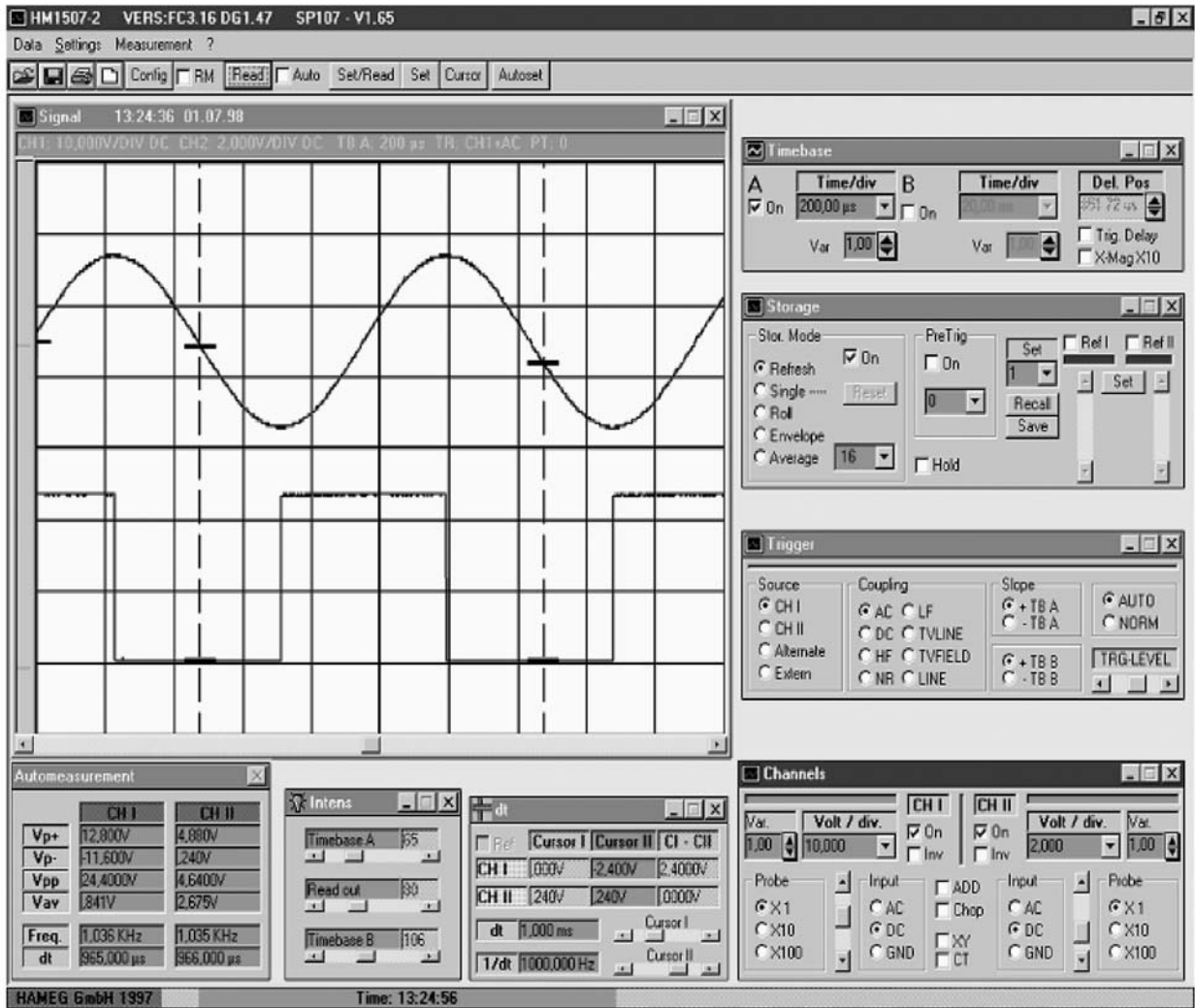


Рис. 2. Изображение, выводимое на экран персонального компьютера

Основные параметры сигнала в точке, отмеченной курсором, отображаются на экране ЭЛТ. Для сигналов простой формы предусмотрена автоматическая установка параметров развертки, чувствительности входов и положения на экране. Для этого достаточно нажать кнопку "Autoset". При необходимости все установки корректируются вручную так, как это необходимо пользователю. Всеми режимами работы осциллографа можно управлять с помощью персонального компьютера через интерфейс HZ70. Модуль HZ70 представляет собой гальванически развязанный оптоэлектронный интерфейс типа RS-232. Применение оптической развязки позволяет устранить радиопомехи и помехи по общему проводу. Длина соединительной линии между ПК и осциллографом с таким модулем — до 30 м.

Программное обеспечение входит в комплект поставки приборов. Утилиты для работы с осциллографами имеют удобный графический интерфейс. Поль-

зователю предоставляется возможность сконфигурировать программное обеспечение нужным образом и сохранить эти установки. На мониторе ПК можно наблюдать форму исследуемого сигнала и с помощью манипулятора "мышь" осуществлять изменение режимов работы осциллографа. Пример изображения, выводимого на экран ПК, показан на рис. 2. Изображение, введенное в ПК, может быть сохранено или подвергнуто нужной математической обработке как с помощью поставляемого программного обеспечения, так и с использованием других пакетов. Предусмотрена возможность ограничения доступа к программному обеспечению путем установки пароля.

Более подробно с характеристиками осциллографов HAMEG Instruments можно ознакомиться на сайте компании [2].

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. HAMEG Instruments Catalog, 2001/2002.
2. <http://www.hameg.com>

## АС-ИНТЕРФЕЙС В СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ \*

Устройства обеспечения безопасности на производстве в настоящее время могут быть подключены к АС-интерфейсу и функционировать как стандартные.

**А. Мельниченко**

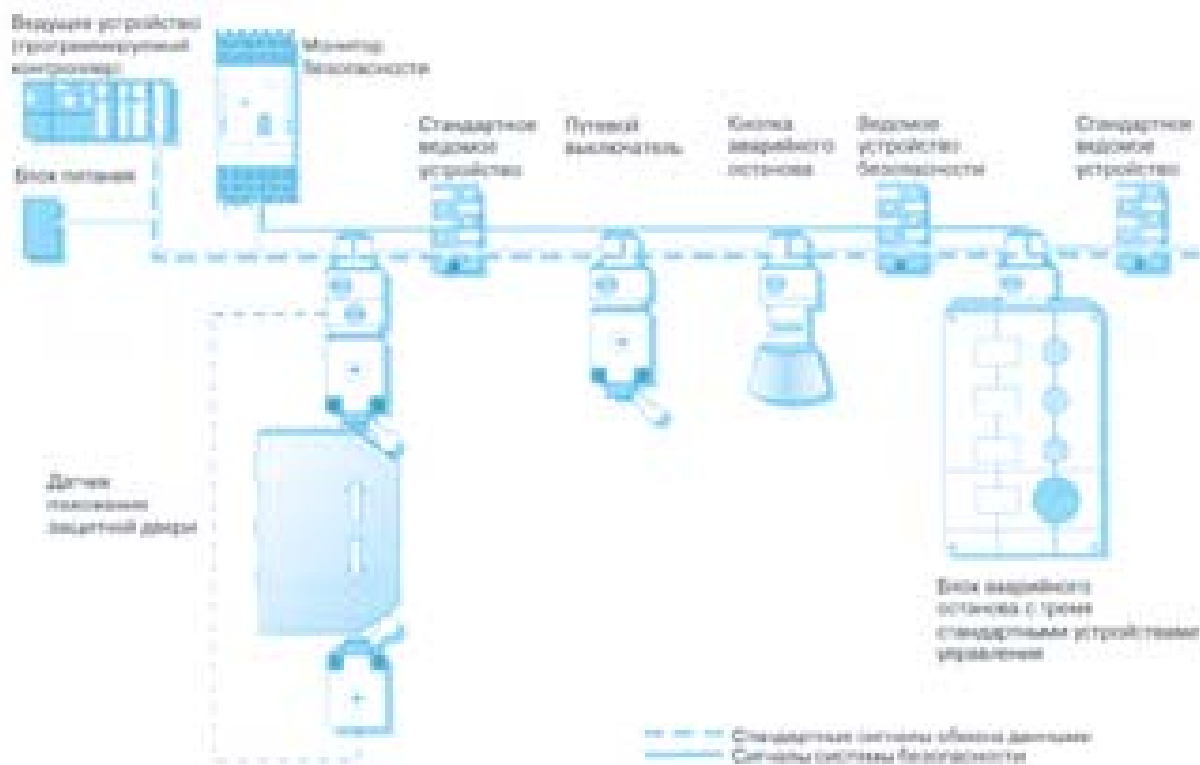
АС-интерфейс нашёл применение в системах автоматизации оборудования как стандартизованная шина обмена данными с малым, чётко регламентированным временем реакции. Он содержит защитные средства обнаружения и коррекции ошибок и поэтому отличается высокой надёжностью передачи данных.

Вначале АС-интерфейс использовался для обмена данными с датчиками и исполнительными устройствами, имеющими двоичный выход. Датчики систем безопасности (концевые выключатели, кнопки аварийной

остановки и др.) имеют, как правило, два состояния: включено или выключено. Более сложные устройства безопасности, такие как световые барьеры, также имеют два состояния, соответствующие наличию или отсутствию объектов в пределах контролируемой зоны.

В настоящее время АС-интерфейс широко используется для создания систем производственной безопасности, получивших название "Safety at Work". В общем объёме сигналов, передаваемых по линиям связи автоматизированного предприятия, доля сигналов безопасности составляет около 20 %. Применение АС-интерфейса позволяет отказаться от дополнительной линии связи для передачи этих сигналов, что может оказаться одним из существенных факторов экономии времени и средств при внедрении систем автоматизации.

Несмотря на очевидные преимущества использования такой системы шин, пользователь, желающий



### Подключение устройств с АС-интерфейсом к линии связи

Ведущее устройство сети — программируемый контроллер — управляет подключенными к линии ведомыми устройствами, число которых может достигать 31. Рядом с контроллером показан монитор безопасности. Сплошной линией показаны сигналы безопасности, штриховой — стандартные сигналы. В действительности оба вида сигналов используют одну и ту же шину. Монитор безопасности "прослушивает" только сигналы безопасности и выключает систему при обнаружении сигнала ошибки — серии из четырёх последовательных нулей.

\* Uwe Schade. Safety at Work // Журнал "Control Engineering Europe", октябрь 2001 г.

установить её вместо существующей, может столкнуться с одной из перечисленных ниже проблем.

1. Если пользователь уже установил одну из периферийных шин, он скоро узнает, что для системы безопасности нельзя, к сожалению, использовать ту же линию связи, что и для периферийной шины. Для каждого из сигналов безопасности, поступающих, к примеру, от кнопки аварийного останова или датчика состояния защитного ограждения, необходимо иметь отдельную линию. При этом количество линий связи и соединений резко возрастает. Поэтому кроме установки устройств безопасности (что связано со значительными затратами) для передачи сигналов этих устройств необходимо установить одну из запатентованных шин безопасности, что также приведёт к дополнительным расходам.

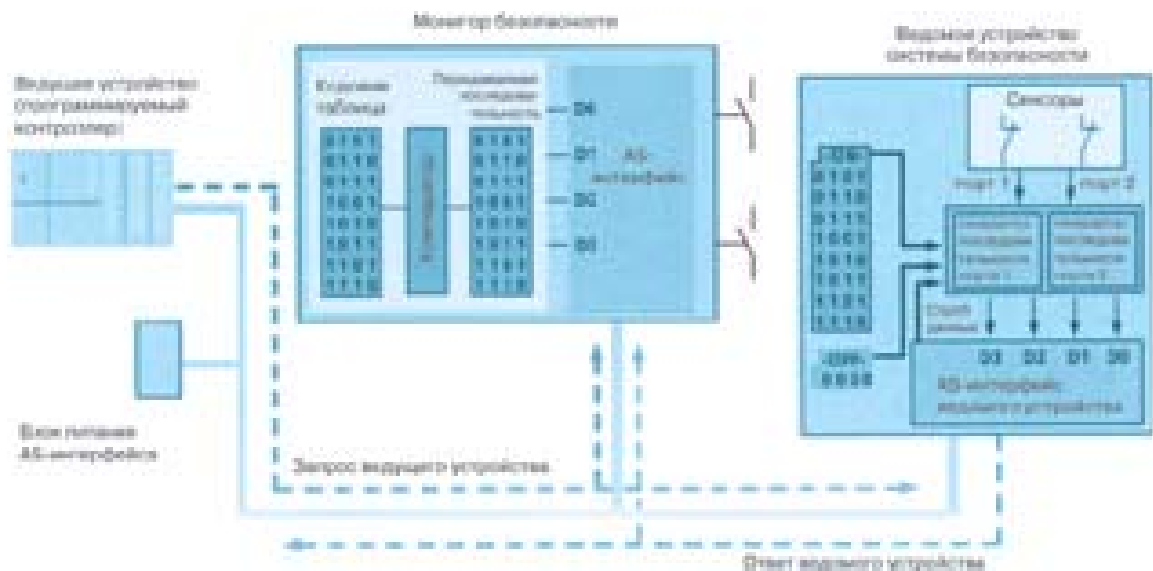
2. Если пользователь уже имеет запатентованную шину безопасности, то все устройства — как стан-

дартные, так и обеспечивающие безопасность — должны быть подключены к ней с использованием запатентованных — и опять-таки дорогих — модулей системы безопасности. Это может означать необходимость значительных инвестиций не только в устройства безопасности, но также и во все стандартные устройства.

### Реализация системы безопасности

Реализованная с помощью AS-интерфейса концепция безопасности на производстве, в которой модули безопасности объединены со стандартными модулями в единую сеть с использованием стандартного интерфейса, обеспечивает возможность существенного усовершенствования и экономии с учётом вышеизложенных проблем.

Эта концепция основывается на встраивании функций безопасности в сеть с использованием AS-интерфейса без изменения обычных компонентов или про-



### Функционирование системы безопасности

Каждое устройство в своём ПЗУ хранит таблицу индивидуальных кодов (на рисунке — прямоугольник с заголовком "ON"), состоящую из восьми строк, по 4 бита каждая, причём в строке имеется как минимум один "единичный" бит. Количество возможных комбинаций кодовых последовательностей, которые могут быть записаны в устройства безопасности, составляет два с половиной миллиона. Поэтому случаи, когда к одной шине оказываются подключенными два устройства с одинаковым кодом, практически исключаются.

При первоначальном запуске системы пользователь нажимает кнопку "обучение" на мониторе безопасности и последний производит опрос всех устройств системы, запрашивая их коды и записывая их в свою флэш-память. Операция обучения должна повторяться каждый раз при изменении состава подключенных к AS-шине устройств. После очередного выключения питания и последующего его включения операцию обучения повторять не следует.

При нормальной работе ведущее устройство AS-шины — обычно это программируемый контроллер — опрашивает состояние каждого из подключенных к шине устройств. При отсутствии аварийной ситуации в ответ на запрос ведомые устройства посылают свою кодовую таблицу в ведущее устройство, где она сравнивается с таблицей, записанной во флэш-памяти.

Если, например, нажата кнопка аварийного останова, ведомое устройство безопасности посылает в шину сигнал отключения из четырех последовательных нулей (на рисунке — прямоугольник с заголовком "OFF"). Когда этот сигнал достигает монитора, с выхода последнего поступает сигнал останова оборудования. Для идентификации состояния кнопки аварийной остановки (или любого другого устройства) ведомое устройство должно принять два идентичных сигнала. Если поступил лишь один сигнал, то он воспринимается как признак неисправности. В этом случае ведомое устройство посылает в линию четыре "нуля" — сигнал останова системы.



токолов. Сигналы безопасности просто добавляются к стандартным сигналам таким образом, что конфликт между ними не возникает.

Для реализации этой концепции дополнительно требуется лишь несколько небольших согласующих компонентов, монитор для контроля сигналов безопасности, а также, возможно, некоторые устройства безопасности, такие как кнопки аварийного останова или световые барьеры.

Ведущее устройство сети (как правило, программируемый контроллер) постоянно опрашивает все ведомые устройства как стандартные, так и устройства безопасности. Каждое из опрашиваемых устройств посылает в контроллер сигналы, характеризующие его состояние. Одновременно эти сигналы поступают на монитор, воспринимающий сигналы системы безопасности. Монитор является пассивным устройством и не участвует в процессе обмена данными.

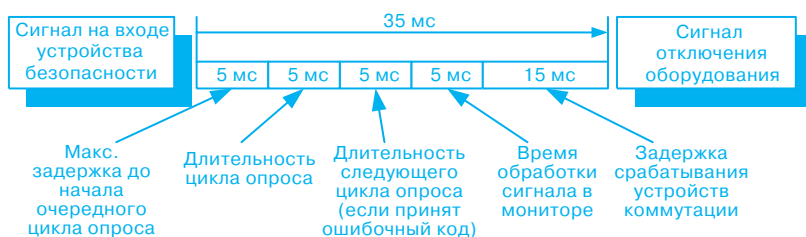
#### Монитор контроля безопасности

Монитор контроля безопасности предназначен исключительно для одной цели. Он воспринимает сигналы безопасности, реагируя на появление серии из четырёх последовательных логических нулей. Такая серия свидетельствует о возникновении одной из следующих аварийных ситуаций: отключении системы безопасности, нажатии кнопки аварийной остановки, наличии неисправности в шине или в одном из подключённых к ней устройств. Монитор не определяет, что вызвало появление четырёх нулей. Как только они обнаружены, с выхода монитора поступает сигнал отключения оборудования. К одной шине может быть подключено несколько мониторов, запрограммированных на отключение различных частей машины.

Если пользователь желает получить информацию о причинах отключения системы, он может это сделать с помощью монитора. Для этого следует послать запрос ведущему устройству AS-интерфейса, способному оценивать поступающие сигналы безопасности так же, как и сигналы стандартных устройств. Возможность оценки сигналов, поступающих на сетевой контроллер, является важным преимуществом в диагностике и визуализации причины аварийной остановки, особенно, если на предприятии имеется несколько таких цепей.

Все устройства безопасности могут быть подключены к AS-интерфейсу посредством модулей со стандартными соединителями. Возможность непосредственного подключения к AS-интерфейсу имеют следующие устройства фирмы Siemens:

- кнопки аварийного останова, монтируемые на переднюю панель, а также кнопки в отдельном корпусе



#### Время реакции системы и его составляющие

Система безопасности не может считаться надёжной, если не гарантируется время её реакции, т. е. интервал времени от момента нажатия на кнопку аварийного останова до остановки работы машины. Для AS-интерфейса гарантированное время реакции в наихудшем случае составляет 35 мс. Это время складывается из следующих составляющих: 5 мс затрачивается на опрос системы ведущим устройством, 5 мс — на ответ ведомых устройств, 5 мс — на повторный ответ в случае сбоя при первом ответе, 5 мс — на обработку данных в мониторе и 15 мс — на отключение системы. По данным инженеров, работающих с системой, время её реакции в большинстве случаев составляет 20 — 25 мс.

или в составе других устройств

- световые барьеры и концевые выключатели.

Дальнейшее упрощение достигается применением устройств безопасности со встроенной электронной схемой. При этом ведомое устройство и устройство безопасности образуют единый компактный модуль. В этом случае линия связи может быть короче на несколько метров. Соединение устройств с кабелем AS-интерфейса осуществляется с помощью хорошо отработанной технологии прорезания изоляции.

#### Преимущества применения AS-интерфейса в системах безопасности

Уже на этапе разработки конфигурации системы в результате применения AS-интерфейса с его простой проводкой и технологией соединения достигается существенная экономия средств и сокращение сроков. Для связи всех устройств — как стандартных, так и относящихся к безопасности — необходим всего один кабель.

Ввод в действие и модификация оборудования или предприятия связаны, как правило, с довольно большими расходами. Поэтому гибкость и возможность диагностики систем шин на основе AS-интерфейса являются для пользователя существенным преимуществом. Компаниям с большим станочным парком система безопасности, использующая AS-интерфейс, позволяет быстро и просто производить модернизацию компонентов системы безопасности.

AS-интерфейс, обеспечивающий функционирование системы безопасности, сертифицирован Технической инспекцией Германии по 4-й категории Европейских норм EN 954-1. В разработке концепции системы безопасности и ее внедрении участвовал ряд независимых исследовательских институтов. Таким образом, есть все основания утверждать, что система безопасности на основе AS-интерфейса обеспечивает пользователю максимальную степень безопасности на производстве.



полнении TAB проводников из меди или алюминия, имеющих минимальное удельное объемное сопротивление [2], они имеют меньшее значение переходных сопротивлений, паразитных индуктивностей и емкостей, чем большинство корпусных микроприборов.

Для БИС и СБИС в последние годы широкое распространение получили корпуса BGA (Ball Grid Array), поскольку они относительно недороги и, несмотря на большое количество выводов, занимают мало места на плате. Согласно технологии сборки BGA бескорпусные кристаллы монтируют на поверхность печатной микроплаты и герметизируют полимерным компаундом (рис. 2). Микросхемы в корпусе BGA различного конструктивного исполнения паяют на поверхность плат с помощью выводов, выполненных в виде массива шариков припоя, расположенных на нижней поверхности корпуса.

Дальнейшее развитие технологии изготовления корпусов BGA привело к созданию показанных на рис. 3 корпусов CSP (Chip Scale Package), содержащих два (а) и более (б) кристаллов. Причем, конструктивно CSP

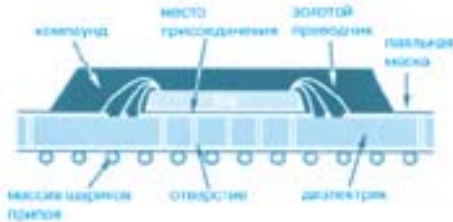


Рис. 2. Микросхема в корпусе BGA

корпус может быть выполнен с жесткой печатной платой (rigid-interposer type), гибкой печатной платой (flexible-interpaser type) или с заказной выводной рамкой (custom lead frame type) [3].

Исключение печатной микроплаты и размещение шариковых выводов непосредственно на контактных площадках в верхнем слое металлизации кристалла позволило создать наиболее перспективную конструк-

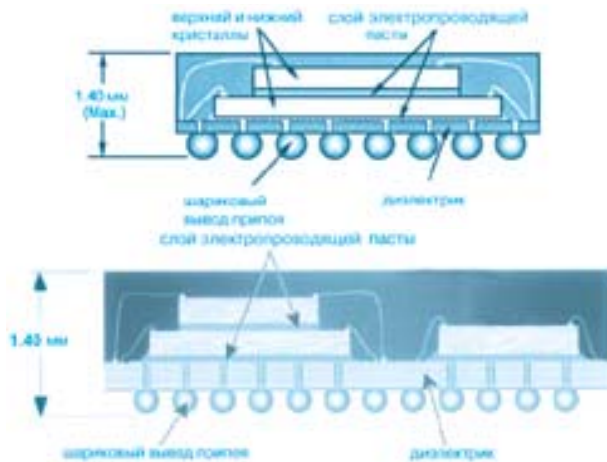


Рис. 3. Многокристальный модуль в корпусе CSP с двумя (а) и тремя (б) кристаллами

цию CSP корпуса, в которой после формирования шариковых выводов кристалл микросхемы заливают тонким слоем пластмассы и монтируют на печатную плату так же, как корпус BGA (рис. 4). Толщина современных CSP корпусов может достигать 0.3 мм.

В случае необходимости на верхней части корпуса микросхемы устанавливают теплоотвод. Необходимо подчеркнуть, что использование CSP корпусов позволяет почти на порядок уменьшить размеры разрабаты-

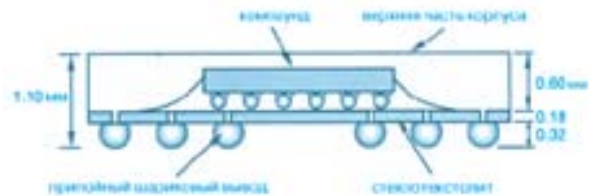


Рис. 4. Микросхема в корпусе CSP с кристаллом flip-chip

ваемых изделий. Особо следует отметить перспективную конструкцию корпуса микросхем, в которой кристалл методом flip-chip устанавливается в корпусе, габариты которого сравнимы с размерами кристалла. В микросхемах с малым количеством выводов габариты корпуса превышают размеры кристалла всего на 1 мм, а в микросхемах с большим количеством выводов они определяются размерами матрицы выводов для пайки на системной плате. В корпусах FCIP и CSP индуктивность выводов может быть снижена до 0.1 нГн, что позволяет использовать его на частотах выше 2.5 ГГц [3].

По эффективности использования площади платы БИС и СБИС в рассмотренных корпусах можно оценить по представленной на рис. 5 диаграмме, из которой видно, что по сравнению с микросхемами в корпусах QFP, БИС и СБИС в исполнении TAB, BGA, CSP и FCIP занимают на плате намного меньше места при гораздо большем числе выводов [4].

Преимущества БИС и СБИС в рассмотренных корпусах очевидны, однако их появление поставило ряд задач по разработке технологии монтажа и демонтажа этих корпусов на плате и созданию специализированного оборудования. Монтаж и пайку на плате БИС и СБИС в BGA и CSP корпусах в опытном и мелкосе-

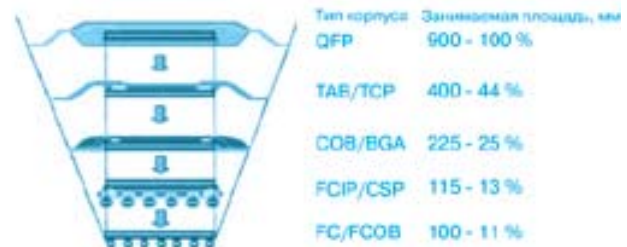


Рис. 5. Эффективность использования площади печатной платы при монтаже микросхем в различных корпусах

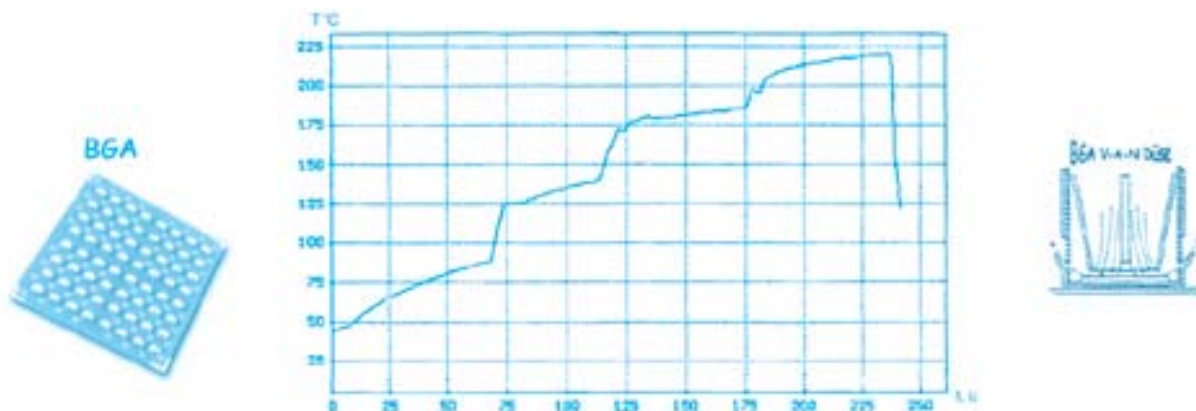


Рис. 6. Температурно-временная характеристика процесса пайки микросхем в корпусе BGA

рийном производстве производят с использованием специализированного оборудования — конвекционных установок TF 700 и TF 2000 фирмы PACE (США), поставляемых VD MAIS [5]. Пайка компонентов в этих установках выполняется путем оплавления припоя потоком нагретого воздуха, подаваемого из термофена через специальные насадки. Высокую точность поддержания температуры нагретого воздуха обеспечивает замкнутая система регулирования. Благодаря внутренним перегородкам сопла насадки, воздух распределяется таким образом, что обеспечивается равномерный нагрев корпуса микросхемы при отработке термопрофиля, показанного на рис. 6. Это соответствует требованиям фирм-изготовителей БИС и СБИС, т. к. правильный выбор температурно-временного режима пайки крайне необходим. Если же во время пайки ЭК на плате температура повышается со скоростью больше рекомендованной (скорость нагрева паяемых поверхностей выше 1-5 °С в секунду), то растворитель, входящий в состав используемого флюса, находящегося в зоне паяемого соединения, испаряется преждевременно, что приводит к потере активности флюса и разложению или выгоранию составляющих его элементов. При этом плавление припоя происходит неравномерно, а процесс пайки становится неуправляемым. Если цикл нагрева завершен преждевременно, то окислы в паяных соединениях могут быть не полностью удалены, что приводит к снижению качества и надежности соединений. Конвекционная система TF 700 (рис. 7) обеспечивает:

- программирование и отработку многозонного температурного профиля
- управление скоростью нагрева и охлаждения за счет изменения интенсивности воздушного потока
- автоматический вакуумный захват БИС и СБИС.

Технические характеристики TF 700:

- максимальный размер печатных плат, мм 510×460
- температура воздуха, °С 93-427
- расход воздуха, л/мин 25
- максимальный размер компонента, мм 51

- габариты (В×Ш×Г), мм 425×432×533.
- Более совершенная система TF 2000 (рис. 8) обеспечивает монтаж и демонтаж компонентов в корпусах BGA, CSP, FCIP с максимальными размерами стороны корпуса до 50 мм. С целью минимизации температур-

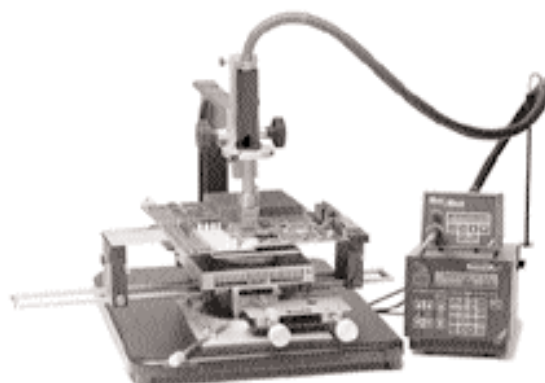


Рис. 7. Конвекционная установка TF 700

ных напряжений при пайке система снабжена инфракрасным устройством с замкнутой системой регулирования температуры для предварительного нагрева плат.

Установка компонентов на плату осуществляется с помощью автоматизированного вакуумного захвата. Система TF 2000 комплектуется персональным компьютером или видеомонитором. Управление работой TF 2000 производится со встроенного пульта управления или компьютера. Операция пайки компонента выполняется с помощью программы.

Встроенная видеоконтрольная система обеспечивает визуализацию с высоким разрешением на видеомониторе или дисплее компьютера взаимное положение БИС, СБИС и платы и обеспечивает точное совмещение их выводов с контактными площадками платы. Видеоконтрольная система не требует калибровки, что уменьшает непроизводительные потери времени и



снижает вероятность возникновения брака.

Основные параметры системы TF 2000:

- нагрев платы со стороны монтажа компонента производится воздухом в диапазоне температур от 100 до 500 °С
- предварительный нагрев платы осуществляется инфракрасным излучением, размер зоны нагрева 220×155 мм
- максимальные размеры платы 430×360 мм (по заказу поставляются держатели плат с размерами 470×340 мм)
- питание 220 В, 50 Гц, потребляемая мощность 1600 ВА
- габариты 516×491×517 мм
- масса 66 кг
- процесс пайки производится под управлением программы, которая создается на ПК или с помощью встроенных ЖК дисплея и клавиатуры. Устройство автономного управления хранит в памяти до 40 температурных профилей, в персональном компьютере может храниться любое количество профилей.
- контроль обработки заданного профиля выполняется с помощью датчиков температуры на основе термопар
- пользователь может создать требуемые температурные профили с помощью двух находящихся в постоянной памяти эталонных профилей.

Подсистема предварительного нагрева системы TF 2000:

- обеспечивает равномерное распределение температуры в зоне нагрева
- снабжена полностью регулируемым прецизионным подпружиненным держателем платы
- имеет регулируемые концевые упоры, которые обеспечивают повторяемость установки плат
- обеспечивает выравнивание покоробленных плат видеоконтрольной системы
- цветная телевизионная камера имеет 125-кратное увеличение, автоматическую фокусировку и двухскоростной трансфокатор
- выдвижной кожух защищает оптическую систему от загрязнения
- система подсветки обеспечивает независимую регулировку уровней освещенности компонента и платы.

В условиях серийного и крупносерийного производства монтажа и пайку БИС и СБИС в корпусах BGA и CSP производят с использованием автоматизированного оборудования, рассмотренного в [5].

Известно, что при монтаже электронных компонентов на поверхность плат возможны отдельные отклонения, например, недопустимые смещения выводов относительно контактных площадок, несоответствие номинала, установка компонента не по ключу или полный выход микроприбора из строя, требующие его

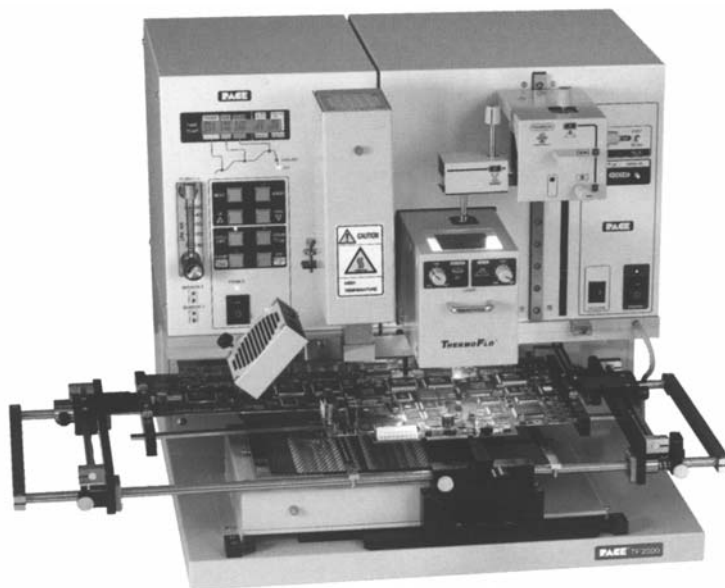


Рис. 8. Конвекционная установка TF 2000

демонтажа с поверхности платы, перепайки или пайки нового компонента [6, 7].

Для демонтажа пассивных компонентов, БИС и СБИС в корпусах PLCC, QFP, SOIC, SO и восстановления контактных площадок печатной платы успешно используются паяльные станции фирмы PACE (США), например, MBT 250 с набором инструментов и накопечников, поставляемые НПФ VD MAIS [5]. Демонтаж БИС и СБИС в корпусах BGA и CSP может осуществляться на рассмотренных установках TF 700 и TF 2000. Для выполнения операции демонтажа необходимо установить насадку, соответствующую компоненту, подвести к нему инструмент, оставляя зазор между ним и платой не более миллиметра, опустить шток вакуумной присоски до соприкосновения с компонентом и включить цикл обработки соответствующего термопрофиля.

Проведение демонтажа компонентов, как и монтажа, требует контроля ряда технологических параметров, связанных с функциональным назначением и сроком службы демонтируемого микроприбора, его параметрами, применяемым припоем, материалом печатной платы, компоновкой печатного узла. Основные из них:

- диапазон температур воздействия на компонент (нагрев при демонтаже не должен разрушать металлизированные токоведущие дорожки на плате, демонтируемый и ближайшие компоненты)
- максимальная теплопередача от паяльного инструмента
- локальность нагрева
- возможность регенерации контактных площадок и их покрытий
- возможность очистки контактных площадок для выполнения поверхностного монтажа

- производительность
- универсальность способа пайки и инструмента (при использовании для повторного монтажа), возможность быстрой замены инструмента при переходе на другой типоразмер микросхемы.

После демонтажа БИС и СБИС в корпусах BGA и CSP необходимо подготовить микросхему и контактные площадки на плате к повторному монтажу. Для этого проводят полное удаление остатков припоя с контактных площадок на плате и с нижней поверхности корпуса микросхемы, а также восстановление на ней с помощью набора WPRB-1000 фирмы PACE массива шариковых выводов. В состав указанного набора входят трафареты из нержавеющей стали толщиной 0.15-0.25 мм для нанесения паяльной пасты на места размещения массива шариковых выводов припоя.

Нанесенную паяльную пасту оплавляют, получая шарики припоя на той же установке, на которой проводилась пайка микросхемы на плату. Затем снимают трафарет и удаляют остатки флюса. Вместо паяльной пасты возможно использование готовых шариков припоя, наносимых через трафарет и приплавляемых к нижней стороне корпуса микросхемы. Повторную пайку БИС и СБИС выполняют на установках TF 700 и TF 2000. Ориентация микросхем в корпусах BGA и CSP при размещении их на плате перед пайкой на установке TF 2000 осуществляется с помощью видеомонитора, а на установке TF 700 проводится по реперному знаку, нанесенному на плату, или с использованием центрирующей металлической рамки (с размещенной в ней микросхемой), которая устанавливается надлежащим образом относительно группы контактных площадок. После выполнения совмещения компонент с помощью вакуумной присоски отводится вверх, а рамка удаляется. Отпозиционированная микросхема опускается на плату и для поддержания над ней нужной температуры нагревается горячим воздухом, подаваемым в сопло под минимальным давлением.

Практика показала, что демонтаж БИС и СБИС в различных корпусах целесообразен в случае, если за-

траты на операцию замены одного компонента на другой в печатном узле сравнительно малы по отношению к стоимости всего узла. Поэтому демонтаж, проводимый в комплексе с реставрацией контактных площадок, восстановлением массива шариковых выводов корпусов BGA и CSP, и повторный монтаж БИС и СБИС являются важной технологической операцией, от которой зависит работоспособность изделия как на стадии наладки и контроля, так и в процессе эксплуатации.

Для сборки и ремонта аппаратуры, в составе которой имеются БИС и СБИС в корпусах BGA и CSP НПФ VD MAIS предоставляет технологическое оборудование, оснастку и материалы, а также проводит обучение технологов и операторов монтажу электронных компонентов на поверхность печатных плат.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Грачев А.А., Ляшок А.П., Захаров Р.Г., Зуев И.В. Герметизация корпусов интегральных схем сваркой и пайкой. Обзоры по электронной технике, вып. 8 (488). — М.: ЦНИИ "Электроника", 1987.
2. Грачев А.А., Галушка А.И., Шайденко Н.П. // Монтаж микрокорпусов интегральных схем на плату. Обзоры по электронной технике, вып. 4 (1005). — М.: ЦНИИ "Электроника", 1984.
3. Романов В. Корпуса интегральных микросхем с размером кристалла, основные преимущества и перспективы развития // ЭКиС. — 1998, № 4.
4. EPP Europe November/December. 2001.
5. Грачев А.А., Малиновский Н.Б. Поверхностный монтаж электронных компонентов // ЭКиС. — 2002, № 1.
6. Грачев А.А., Рывкин Е.М., Полищук В.В. Особенности демонтажа БИС с поверхности плат // Электронная промышленность. — 1991, № 5.
7. Грачев А.А., Юртаев Ю.Г., Бабич В.В., Галушка А.И. Установка для монтажа пайкой струей нагретого газа БИС в микрокорпусах на керамическую плату // Электронная техника. — 1984, сер. 7, вып. 6 (127).

### УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА!

В НПФ **VD MAIS** работают курсы обучения технологии поверхностного монтажа.

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

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

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

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

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

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕЧАТНЫХ ПРОВОДНИКОВ

В настоящей статье рассмотрены основные характеристики печатных проводников и их влияние на топологию печатных плат. Приведены справочные данные для расчёта электрического сопротивления, допустимой токовой нагрузки и электрической прочности изоляции.

**В. Зинченко, А. Мельниченко**

При разработке топологии печатных плат для электронной аппаратуры возникает необходимость оптимального выбора геометрических размеров элементов проводящего рисунка, исходя из параметров электрических сигналов, конструктивных требований на изделие и технологических возможностей производства.

Основные параметры печатных проводников и зазоров между ними оговорены в ГОСТ 23.751-86 и зависят от принятого класса точности печатных плат (табл. 1). Для низковольтной и слаботочной аппаратуры, в которой токи и напряжения на печатной плате не превышают значений, указанных в таблице, никаких дополнительных требований к параметрам печатных проводников можно не предъявлять.

**Таблица 1. Ширина печатных проводников и зазоров между ними**

Класс точности	Номинальная ширина проводника и минимальный зазор, мм	Максимально допустимые: *	
		напряжение, В	ток, А
1	0.75	400	1.9
2	0.45	300	1.2
3	0.25	100	0.5
4	0.15	40	0.35
5	0.1	25	0.25

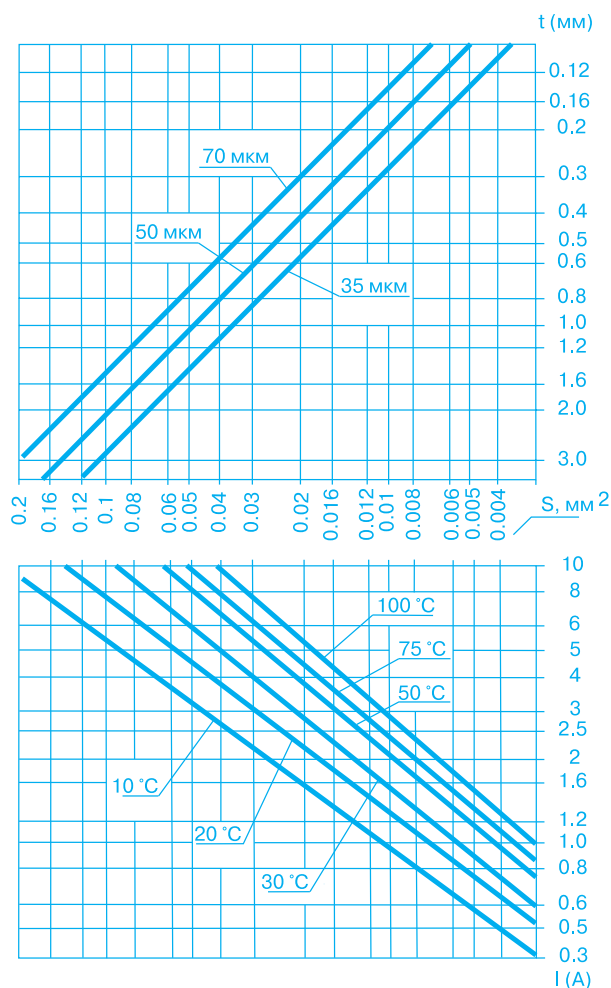
\* значения, рассчитанные для минимальной (с учётом допуска) ширины проводника толщиной 35 мкм, допустимой токовой нагрузки 100 А/мм<sup>2</sup> и нормальных условий окружающей среды

Следует заметить, что возможности современных технологий и материалов опережают требования нормативных документов. В настоящее время имеется возможность получать минимальную ширину печатных проводников и зазоров между ними порядка 0.05 мм.

За рубежом принята другая классификация печатных плат по уровню точности. В ней регламентированы не только конструктивные параметры, но и шаг трассировки, который связывает уровень производства с параметрами печатных плат и степенью интеграции элементной базы.

Однако, нередки случаи, когда наряду со слаботочными цепями, для которых сечение проводников в пределах 0.001 — 0.005 мм является вполне допустимым, на плате имеются цепи с большой токовой нагрузкой. Ширина печатных проводников для таких цепей должна выбираться из условий исключения перегрева. Кроме того, между некоторыми смежными проводниками может возникать повышенная разность потенциалов, что следует учитывать при выборе ширины зазоров между ними. В таких случаях следует руководствоваться приведенными ниже рекомендациями.

**Допустимая токовая нагрузка** (постоянная) на элементы проводящего рисунка из медной фольги согласно стандартам составляет от 100 до 250 А/мм<sup>2</sup> (нижний предел выбирают, как правило, для внутренних, а верхний — для наружных слоёв многослойных плат).



**Рис. 1. Номограмма для определения температуры перегрева печатных проводников в зависимости от их размеров и протекающего по ним тока**

Ширину печатных проводников для конкретных цепей либо рассчитывают, либо определяют по номограмме рис. 1. На ней представлена температура перегрева одиночных печатных проводников постоянной ширины, расположенных на наружных слоях платы на расстоянии, равном ширине проводника, в условиях естественной конвекции, в зависимости от величины протекающего по ним тока. При расстоянии между проводниками, в несколько раз превышающем их ширину, допустимый ток может быть увеличен на 15 %. Для печатных плат, выполненных по полуаддитивной технологии, допустимый ток должен быть уменьшен на 25 %, а для плат, выполненных по аддитивной технологии, — на 50 %.

Для оценки нагрузочной способности следует запомнить, что перегрев проводника толщиной 35 мкм и шириной 1 мм при токе 3 А составляет около 20 °С.

**Кратковременная токовая нагрузка** может влиять на адгезию между проводниками и материалом основания, а также вызывать значительные механические напряжения. Оценка допустимых кратковременных токов может быть проведена по графикам рис. 2. На них приведены значения допустимых токов в зависимости от времени протекания тока для проводников толщиной 35 (а) и 50 (б) мкм и шириной 0.6, 0.8 и 1.2 мм (кривые 1, 2 и 3 соответственно).

Электрическое сопротивление печатных проводников может быть рассчитано по формуле:

$$R_c = \frac{\rho}{h} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{L_i}{t_i}$$

где:  $\rho$  — удельное сопротивление материала проводящего слоя (см. табл. 2),  $h$  — толщина проводника,  $k$  — число участков проводника с различной шириной,  $L_i$  и  $t_i$  — длина и ширина  $i$ -го участка проводника.

На рис. 3 приведен график зависимости сопротив-

ления проводника длиной 10 мм от его ширины, толщины и температуры.

Толщина медной фольги выпускаемого в настоящее время стеклотекстолита обычно равна одному из следующих значений: 18, 35, 70, 105 и 210 мкм.

При наличии покрытий с относительно высоким удельным сопротивлением, толщина которых не превышает 12 мкм, расчёт проводят без учёта сопротивления покрытия. При толщине покрытия более 12 мкм общее сопротивление проводника рассчитывается как параллельное соединение сопротивлений основного материала и покрытия.

Сопротивление сквозных металлизированных отверстий практически не влияет на сопротивление всей цепи. При необходимости сопротивление осаждённой меди в переходном отверстии для платы толщиной 1.6 мм можно оценить по графику, приведённому на рис 4.

Сопротивление соединений между двумя металлизированными отверстиями состоит из:

- сопротивления проводника между отверстиями
- сопротивлений соединений между проводником и осаждённой медью в сквозных металлизированных отверстиях
- сопротивлений осаждённой меди в каждом отверстии.

Кроме сопротивления проводника расчёт остальных частей крайне затруднителен, поэтому при необходимости сопротивление между отверстиями определяется методом измерения (Публикация МЭК, 326-2).

Сопротивление изоляции между двумя печатными проводниками, находящимися на наружном слое платы, зависит от следующих факторов:

- конфигурации проводящего рисунка
- материала основания

- технологических процессов
- условий окружающей среды
- загрязнения поверхности.

При строгом соблюдении технологических процессов и отсутствии загрязнений поверхности минималь-

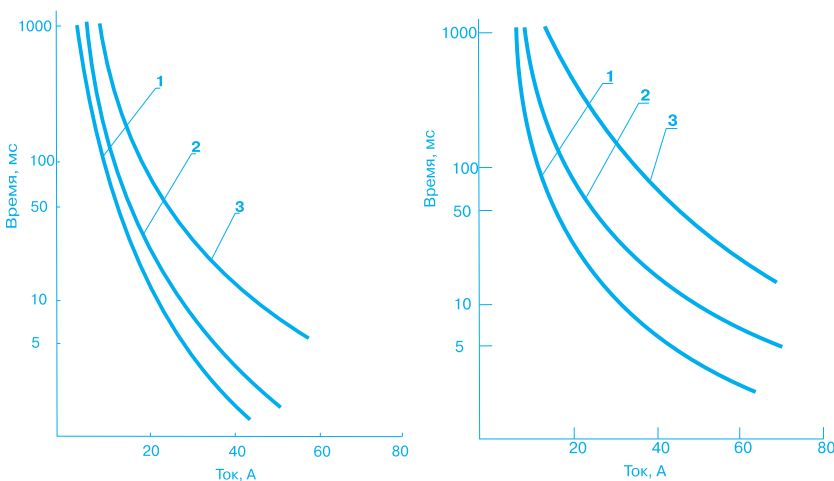


Рис. 2. Зависимость максимально допустимой длительности импульса от величины тока для проводника толщиной 35 (а) и 50 (б) мкм

Таблица 2. Удельное сопротивление металлов

Металл	$\rho$ , $10^{-8}$ Ом·м
Медная фольга	1.72
Гальваническая медь	1.90
Химическая медь	2.80
Золото	2.22
Палладий	10.80
Никель	7.80
Серебро	1.59



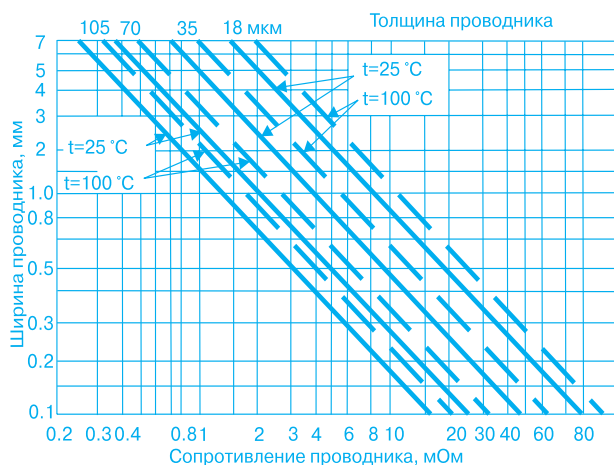


Рис. 3. Зависимость сопротивления проводника длиной 10 мм от его ширины, толщины и температуры

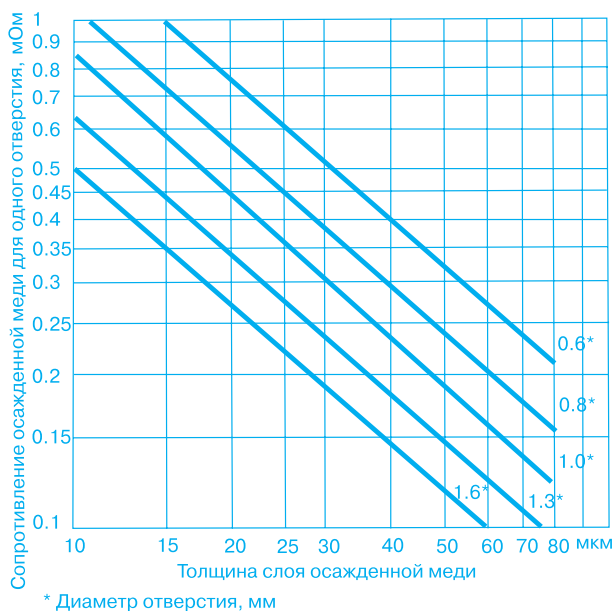


Рис. 4. Зависимость сопротивления осажденной в отверстиях меди для платы толщиной 1.6 мм от диаметра отверстия и толщины меди

ное сопротивление изоляции  $R_{из}$  (МОм) между двумя проводниками с равномерным расстоянием между ними  $S$  (мм) на длине  $l$  (мм) может быть вычислено по формуле:

$$R_{из} = 160 \cdot R_{мат} \cdot (S/l),$$

где  $R_{мат}$  — поверхностное сопротивление материала при данной температуре, оговоренное в публикации МЭК 249.

Таблица 3. Максимально допустимое напряжение между печатными проводниками

Расстояние между проводниками, мм, не менее		0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	1.2	2
Допустимое напряжение, В	нормальные условия	25	50	150	300	400	600	830
	влажность 93 %, $t^{\circ} = 40^{\circ}C$	15	30	100	200	300	360	430
	атм. давление 660 Па (5 мм рт. ст.)	10	30	50	80	100	130	160

На практике было установлено, что даже в нормальных условиях вследствие загрязнений, пыли, воздействия различных веществ при пайке и других факторов сопротивление изоляции печатной платы с установленными на ней элементами в 100 — 1000 раз меньше расчетного.

Сопротивление изоляции на внутренних слоях вследствие влияния объемного сопротивления рассчитать затруднительно. При необходимости его определяют измерением.

**Минимальные зазоры** между печатными проводниками в низковольтной аппаратуре определяются как технологией изготовления печатных плат, так и допустимым напряжением между соседними проводниками. Значения максимально допустимого напряжения в зависимости от условий эксплуатации для плат из фольгированного стеклотекстолита приведены в табл. 3. График зависимости величины напряжения от расстояния между проводниками приведен также в [3].

**Допустимое напряжение** между соседними слоями определяется электрической прочностью изолирующего слоя, которая обычно приводится в справочных данных на изолирующий материал. Пробивное напряжение для фольгированного стеклотекстолита в нормальных условиях составляет ориентировочно 10 кВ/мм.

Защитные покрытия способствуют сохранению качества печатных плат в условиях воздействия пыли и влаги. Однако, никаких общих правил здесь не существует, так как всё зависит от конкретных условий окружающей среды, толщины и материала покрытия.

Для платы из стеклотекстолита сопротивление изоляции между любыми элементами проводящего рисунка, кроме цепей питания, согласно [2] должно быть не менее:

- в нормальных условиях 10 000 МОм
- после выдержки при влажности  $93 \pm 3\%$  и  $t^{\circ} = 25^{\circ}C$  в течение 1 часа 700 МОм
- то же после выдержки при  $t^{\circ} = 40^{\circ}C$  в течение 2 суток 30 МОм
- то же после выдержки при  $t^{\circ} = 40^{\circ}C$  в течение 10 суток 5 МОм.

При разработке топологии печатных плат для получения максимальной трассировочной способности следует выбрать **оптимальный шаг трассировки**. Как правило, он должен быть кратным шагу металлизированных отверстий большинства элементов. При применении элементов с различным шагом выводов сле-

Таблица 4. Рекомендуемая ширина проводников, зазор и шаг трассировки

Класс точности		1	2	3	4	5
Ширина проводника, мм	без покрытия	0.75±0.15	0.45±0.1	0.25±0.05	0.15±0.03	0.1±0.03
	с покрытием	0.75 <sup>+0.25</sup> <sub>-0.2</sub>	0.45 <sup>+0.15</sup> <sub>-0.1</sub>	0.25±0.1	0.15±0.05	0.1±0.03
Минимальный зазор, мм		0.75	0.45	0.25	0.15	0.1
Расчётный шаг трассировки, мм		1.65	1.0	0.55	0.35	0.23
Рекомендуемый шаг трассировки, мм		2.5	1.25	0.625	0.5	0.3125
		2.54	1.27	0.635		0.3175

Таблица 5. Диаметры отверстий и контактных площадок

Класс точности платы		3		4		5	
Шаг трассировки, мм		0.625		0.5		0.3125	
Ширина проводника, мм		0.25		0.15		0.1	
Расчётный размер контактной площадки, мм		0.875 или 1.5		0.65; 1.15 или 1.65		1.038; 1.35 или 1.66	
Шаг отверстий, мм		2	2.5	2	2.5	2	2.5
Диаметр отверстия, мм	расчётный	0.52	0.77	0.67	0.92	0.775	1.025
	округлённый	0.5	0.8	0.7	1	0.8	1
Диаметр площадки для отверстия, мм	минимальный	1.1	1.4	1.1	1.4	1.1	1.3
	оптимальный	1.5		1.15	1.65	1.1	1.35

дует ориентироваться на элементы в наиболее насыщенной части платы.

Рекомендации по выбору шага трассировки для плат различного класса точности приведены в табл. 4.

На практике при проектировании печатных плат 3...4 классов точности наибольшее распространение получил шаг трассировки 0.25 мм.

**Контактные площадки** печатных плат бывают следующих видов:

- площадки монтажных и переходных отверстий
- площадки для установки компонентов поверхностного монтажа
- площадки для ламельных разъемов.

Контактные площадки неметаллизированных отверстий должны обеспечить высокую прочность сцепления с платой, что достигается увеличением размеров площадок. Рекомендуемые значения площади этих площадок (без учёта отверстия):

- для плат 1 и 2 классов точности 2.5 мм<sup>2</sup>
- для плат 3 класса точности не менее 1.6 мм<sup>2</sup>.

В металлизированных отверстиях механическая нагрузка распределяется по всей поверхности металлизации более равномерно, поэтому размер контактных площадок может быть меньше. Рассчитать их минимальный диаметр  $D$  можно по формуле:

$$D = d + \Delta d + 2b + 2\Delta d_{TP} + \Delta t_{BO} + \Delta sk,$$

где:  $d$  — номинальный диаметр металлизированного отверстия,  $\Delta d$  — верхнее предельное отклонение диаметра отверстия,  $b$  — размер гарантированного

пояска вокруг отверстия (по ГОСТ 23.751-86),  $\Delta d_{TP} = 0.03$  мм — глубина подтравливания диэлектрика (только для многослойных плат),  $\Delta t_{BO}$  — верхнее предельное отклонение диаметра контактной площадки,  $\Delta sk$  — среднеквадратичный допуск на положение оси отверстия, центра и нижнего предельного отклонения диаметра площадки.

Оптимальный ряд отверстий и контактных площадок представлен в табл. 5.

Что касается площадок для ламельных разъемов и установки компонентов поверхностного монтажа, то на них распространяются все требования и ограничения, относящиеся ко всем остальным проводникам и зазорам. Размеры этих площадок определяются нормативно-технической документацией на эти компоненты и технологией поверхностного монтажа.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Платы печатные. Требования к конструированию. Инструкция РД 50-708-91.
2. Платы печатные. Общие технические условия. ГОСТ 23752-79.
3. Публикация МЭК 326-3. Платы печатные. Часть 3. Конструирование и применение печатных плат.
4. Уваров А. P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат. Учебный курс — СПб; Питер, 2001.

I СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# МАШИНОСТРОЕНИЕ МЕТАЛЛУРГИЯ 2002

16-18 МАЯ  
г. КРИВОЙ РОГ

ОРГКОМИТЕТ:  
УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ  
КРИВОРОЖСКОГО ИСПОЛКОМА..... (0564) 74-69-43  
РПА "КРИБАССТОРГБИЗНЕС"..... (0564) 74-68-46, 92-05-77  
E-MAIL: KTB@UKRTEL.DP.UA EDDO@RAMBLER.RU

IV МІЖНАРОДНА  
ВИСТАВКА

## «Сучасний зв'язок»

Системи і засоби зв'язку  
Телефонний,  
комп'ютерний зв'язок  
ISDN  
Телефонна апаратура

СУЧАСНИЙ ЗВ'ЯЗОК  
**MC**  
MODERN COMMUNICATION

VII МІЖНАРОДНА  
ВИСТАВКА-ЯРМАРОК

## «Комп'ютер і офіс»

Комп'ютерна, копіювальна  
та офісна техніка  
Програмне забезпечення  
Інформаційні послуги  
Інтернет  
Офісні меблі та інтер'єр  
Канцтовари  
Системи охорони

9.12  
КВІТНЯ



**Галицькі Експозиції® 2002**  
GALICIAN EXPOSITIONS

**Україна-Львів**  
Палац спорту «Спартак» (вул.Мельника, 18)  
<http://www.galexpo.lviv.ua>



Дирекція виставок:  
**Гал-ЕКСПО®**  
АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО

тел.: (0322) 971369, 970628, 970627  
факс: (0322) 971756  
e-mail: exhib@galexpo.lviv.ua

Інформаційні  
партнери: **СНІР**  
КОМП'ЮТЕРНИЙ ЖУРНАЛ

**Мир зв'язи**

**Office**

**MOBILE RADIO**  
ОФІС В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ



## ВЕСЕННИЙ ВЕРНИСАЖ

Весна заявила о своем приходе на Украину не только ранним таянием снега, но и бурным всплеском выставочной деятельности, весьма активным после зимнего затишья. Подтверждением этому является яркая палитра выставок, в которых весной этого года принимала участие фирма VD MAIS.

Так ежегодная, уже девятая по счету, Международная выставка информационных технологий **EnterEx2002**, проходившая с 19 по 23 февраля в Экспоцентре Украины, превратилась в неделю цифровых технологий, вобравшую в себя кроме выставки EnterEx2002 новую специализированную выставку корпоративных телекоммуникационных сетей **expoTEL2002**, пять конференций в области высоких технологий в системах телекоммуникаций, а также проходившие ежедневно в нескольких залах семинары. Организатором проведения всех этих мероприятий стала компания «Евроиндекс», высокий профессионализм которой проявился на всех этапах подготовки и проведения выставок. Результатом стал большой интерес посетителей к экспозиции выставок, собравших 121 участника, в том числе 7 иностранных. Для создания деловой обстановки для участников и посетителей экспозиция была разделена на корпоративную, предназначенную для специалистов, и массовую, адресованную более широкой аудитории. Из 27 тысяч посетителей выставок с корпоративной экспозицией ознакомились 14,7 тысячи.

Успешной работе представителей VD MAIS, стенд которой был размещен в корпоративном павильоне, способствовала специализированная экспозиция, раскрывавшая спектр услуг по поставкам запасных частей для офисной техники фирмы Hewlett-Packard, оборудования и материалов для сервисных центров, а также контрольно-измерительных приборов. Стенд VD MAIS привлек большое внимание не только посетителей, но и участников выставки, заинтересованных в этих и других видах услуг фирмы VD MAIS.

Следующей стала организованная фирмой «Kharkiv InfoExpo» межрегиональная выставка **«Энергосбережение. Электрооборудование. Энергетика-2002»**, проходившая с 20 по 23 февраля в Харькове, центре региона, для которого электроэнергетика — одна из самых важных составляющих экономики. Половину из 80 участников выставки составили предприятия Харькова, включая такие известные в Украине, как ХГПЗ им. Шевченко, «Коммунар», «Констар», среди 13 киевских участников выставки — известные в Украине дистрибьюторские фирмы VD MAIS, СВ Альтера, СЭА, Симметрон-Украина. На стенде VD MAIS, экспозиция которого и на этой выставке отвечала ее специфике, были широко представлены электронные ком-



На выставке EnterEx

поненты для энергосберегающей техники, микросхемы для счетчиков электроэнергии, устройства автоматизации и управления производственными процессами, контрольно-измерительные приборы, оборудование и материалы SMT и мн. другое.

Интерес посетителей и предприятий-участников выставки, проявленный к экспозиции VD MAIS, подтверждает растущую потребность в современной элементной базе, производственном и измерительном оборудовании для повышения эффективности электроэнергетики Украины. Это особенно применимо к такому промышленному центру страны, как Харьков, в котором не случайно открыто и плодотворно работает региональное представительство VD MAIS.

Третьей выставкой, в которой принимала участие VD MAIS, была международная выставка-симпозиум **«Мир высоких технологий — Hi-Tech 2002»**, проходившая с 28 февраля по 3 марта в Одессе. Организованный выставочным центром «Одесский дом» форум привлек около 80 экспонентов и почти 24 тысячи посетителей. Участие VD MAIS в этой выставке также не было случайным, т. к. характерной тенденцией последних лет является повышенный интерес к Южному региону, имеющему высокий научный, технический и промышленный потенциал. И выставка широкой экспозицией и интересом к ней посетителей в полной мере подтвердила активизацию этого потенциала. И хотя выставка в основном была посвящена достижениям в области высоких технологий, стенд VD MAIS вызвал закономерный интерес, т. к. на нем были представлены все сегменты, необходимые для организации замкнутого цикла любого производства с использованием этих технологий.

Остается надеяться, что следующие выставки 2002 года станут демонстрацией новых достижений украинских специалистов в разработке и внедрении новых технологий, устройств и систем, отвечающих мировым стандартам.