

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ**

2004 октябрь
№ 10 (86)

МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Учредитель и издатель:
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
ФИРМА VD MAIS

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

Директор фирмы VD MAIS:
В.А. Давиденко

Главный редактор:
В.А. Романов

Редакционная коллегия:
В.А. Давиденко
В.В. Макаренко
В.Р. Охрименко
Д-р Илья Брондз,
Университет г. Осло, Норвегия

Технический редактор:
Г.Д. Местечкина

Набор:
С.А. Чернявская

Верстка:
М.А. Беспалый

Дизайн:
А.А. Чабан
С.А. Молокович

Адрес редакции:
Украина, Киев,
ул. Жилианская, 29
Тел.: (044) 227-2262, 227-1356
Факс: (044) 227-3668
E-mail: ekis@vdmairs.kiev.ua
Интернет: www.vdmairs.kiev.ua
Адрес для переписки:
Украина, 01033 Киев, а/я 942

Цветоделение и печать
ДП "Такі справи"
т./ф.: 456-9020
Подписано к печати 26.10.2004
Формат 60×84/8
Тираж 1000 экз.
Зак. № 410-154-1646

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

СЕНСОРЫ И ДАТЧИКИ

В. Охрименко
CMOS-датчики изображения (часть 1).....3

УСИЛИТЕЛИ

**Измерительные усилители с автоматической
коррекцией нуля для мостовых источников сигналов.....9**

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Г. Местечкина
**Комплексные решения самых сложных
задач электропитания 12**
В. Романов
**Сдвоенные стабилизаторы фирмы ROHM
в микроэлектронном исполнении 15**

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Быстродействующие преобразователи 17

СРЕДСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Jonathan Pearson
**Перестраиваемый кабельный эквалайзер на основе
широкополосного дифференциального приемника
и аналоговых ключей29**
А. Мельниченко
Детектор радиосигналов в полосе частот до 8 ГГц31
А. Мельниченко
**Платформа для мультисервисного доступа
через Интернет32**
В. Романов
Коммуникационные процессоры фирмы IDT.....34

В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Eva Murphy, Colm Slattery
**Преимущества и особенности применения
прямых цифровых синтезаторов36**

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

В. Макаренко
**Радиочастотный генератор HM8134-2
компании Hameg Instruments 41**

КОНКУРС "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"

О. Иванин, А. Дегтярев, В. Бачинский, В. Балабась
**Лазерный профилометр-анализатор
тонколистовых материалов44**

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

А. Мельниченко
**Установка для изготовления трафаретов
для поверхностного монтажа46**

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А. Мельниченко
**Характеристики пористых уплотнителей
фирмы SegaCop.....47**

ШКАФЫ И КОРПУСА

А. Мельниченко
**Шкаф фирмы SCHROFF для установки оборудования
вне помещений49**

ВЫСТАВКИ И СЕМИНАРЫ

Электроника 2004.....52
Intel 8052 уступает место процессору ARM752

SENSORS AND GAUGES**CMOS Image Sensors (part 1).....3****AMPLIFIERS****Bridge-Type Sensor Measurements Autozeroed Instrumentation Amplifiers9****POWER SUPPLIES****Gaia Converter Modular Power Architecture.....12**
ROHM Dual Low Drop out Regulators15**THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN****High-Speed Converters.....17****TELECOMMUNICATIONS****Adjustable Cable Equalizer Combines Wideband Differential Receiver with Analog Switches29**
8 GHz Radio Signal Detector31
Multiple Access Platform via Internet32
IDT Interprise Integrated Communications Processors34**ASK THE APPLICATION ENGINEERS****All About Direct Synthesis36****CONTROL AND AUTOMATION****RF-Synthesizer HM8134-241****BEST DESIGN ANNUAL CONTEST****Laser Profilometer Analyses Thin Sheet Materials44****SURFACE MOUNT TECHNOLOGY****LPKF the New High-Speed Micro Cut II Stencil Laser46****NEW TECHNOLOGIES****CeraCon Single-Component Polyurethane Foams Performances47****CABINETS AND CASES****Outdoor Electronic Packaging49****EXHIBITIONS AND SEMINARS****ChipExpo 200452**
APM7 Replaces Intel 805252**ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS**October 2004
No. 10 (86)Monthly
Scientific and Technical
Journal**Founder and Publisher:**
Scientific-Production Firm
VD MAIS**Director**
V.A. Davidenko**Head Editor**
V.A. Romanov**Editorial Board**
V.A. Davidenko
V.V. Makarenko
V.R. Ohrimenko
Dr. Iliia Brondz,
University of Oslo, Norway**Typographer**
G.D. Mestechkina**Type and setting**
S.A. Chernyavskaya**Layout**
M.A. Bespaly**Design**
A.A. Chaban
S.A. Molokovich**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:**
ekis@vdmairs.kiev.ua**Web address:**
www.vdmairs.kiev.ua

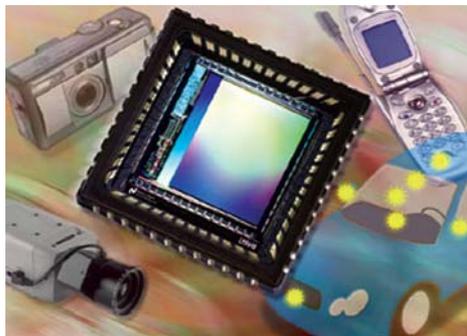
Printed in Ukraine

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

CMOS-ДАТЧИКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ (часть 1)

Доминирующее место на современном рынке датчиков изображения занимают CCD- и CMOS-матрицы, которые в настоящее время широко применяются в бытовых и профессиональных цифровых фото- и видеокамерах, Web-камерах для персональных компьютеров, мобильных телефонах, охранных системах, устройствах машинного зрения, системах видеонаблюдения и т.п. В статье приведены сведения о параметрах и возможностях современных CMOS-датчиков изображения, выпускаемых ведущими мировыми производителями.

В. Охрименко



Интерес к CMOS-датчикам изображения (CMOS-image sensors) непрерывно растет, и по данным некоторых экспертов на долю этих устройств в 2004 году придется примерно 50 % выпускаемых матричных фотоприемников или более 35 % общего объема их продаж в стоимостном выражении. Чтобы удержаться на быстроразвивающемся рынке полупроводниковых датчиков изображения, производители CMOS-сенсоров прилагают большие усилия для улучшения параметров, снижения стоимости, а также усовершенствования технологии их изготовления. Это позволяет интегрировать на кристалле дополнительные встроенные модули, к примеру, блок управления и обработки сигнала светочувствительных ячеек датчика [1-11].

О первых полупроводниковых фоточувствительных датчиках (сенсорах) изображения заговорили в 60-е годы прошлого столетия, когда исследователи обратили внимание на то, что полупроводниковые структуры обладают чувствительностью к свету. Первые CCD-датчики (Charge Coupled Device – приборы с зарядовой связью) изображения для широкого применения появились в 1973 году, а первые CMOS-сенсоры (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor – комплементарная структура металл-окисел-полупроводник) – в начале 90-х годов прошлого века. Полупроводниковые датчики изображения являются основным элементом цифровых фотоаппаратов, сканеров и многих других приборов, которые широко используются в настоящее время в научном, медицинском и промышленном оборудовании. Принцип работы этих датчиков основан на явлении фотоэффекта, которое заключается в испускании веществом электронов под действием света [1]. Однако имеются существенные отличия в технологии изготовления сенсорных матриц и принципе работы CCD- и CMOS-датчиков.

Рассматриваемые датчики (приемники) изображения предназначены для преобразования видимого изображения в электрические сигналы. До недавнего времени на рынке доминировали сенсоры типа CCD.

Для изготовления CCD-датчиков изображения требуется дорогостоящее оборудование, а также использование сложных технологий. Вместе с тем, изготовление датчиков изображения по CMOS-технологии позволяет использовать стандартное промышленное оборудование, которое применяется при производстве традиционных интегральных микросхем (микропроцессоров, микроконтроллеров, памяти и т.п.). На кристалле CMOS-датчика изображения можно интегрировать и вспомогательные модули управления, что также способствует снижению стоимости изделия. Поскольку современная CMOS-технология обеспечивает высокий уровень интеграции, имеется реальная возможность производить однокристалльные датчики изображения для создания видеомодуля на кристалле микросхемы. Такое решение приводит к значительному снижению стоимости функционально законченной системы, поскольку исключается необходимость применения дополнительных внешних микросхем. В начале 90-х годов прошлого столетия характеристики CMOS-сенсоров, а также технология их производства были значительно улучшены, что связано с освоением технологии CMOS APS (Active Pixel Sensor – активного пиксельного сенсора). Поэтому в последние годы CMOS-датчики изображения стали реальной альтернативой сенсорам типа CCD.

В настоящее время матричные CMOS-датчики изображения и видеомодули на их базе выпускаются многими известными фирмами: Agilent Technologies, Arima, Conexant Systems, C.I.Sensor Co., Ltd., Foveon, Kodak, IC Media, National Semiconductor, Mitsubishi, Micron, Motorola, OmniVision Technologies, Pictos, Samsung, Sharp, Sony, STMicroelectronics, Toshiba, TransChip и многими другими.

Основное преимущество CMOS-датчиков изображения – низкий уровень энергопотребления и небольшая по сравнению с CCD-матрицами стоимость, что дает возможность создавать на их базе разные портативные устройства, предназначенные для применения как в бытовой технике, так и в промышленном оборудовании. Основные области применения

CMOS-датчиков изображения:

- цифровые фотоаппараты и видеокамеры
- мобильные телефоны со встроенной видеокамерой
- интерактивные детские игрушки
- оптические устройства ввода информации (к примеру, оптические манипуляторы типа "мышь", сканеры и т.п.)
- средства автоматизации производственных процессов
- датчики движения
- средства технического (или машинного) зрения
- охранные системы и системы видеонаблюдения
- робототехника
- автомобильная электроника
- медицинские приборы
- биометрические системы
- микроскопы
- военная техника
- астрономические приборы.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

На рис. 1 показана упрощенная конструкция типового цветного CMOS-датчика. На кремниевой подложке расположены светочувствительные элементы (фотоэлементы), цветные светофильтры и миниатюрные линзы (микролинзы). Поток света, проходя через микролинзы, разделяется с помощью цветных светофильтров на красную (R), зеленую (G) и синюю (B) составляющие, попадающие затем на светочувствительные элементы, в качестве которых используются полупроводниковые кремниевые структуры р- и n-типа. Светочувствительные элементы обладают свойством фотоэффекта. Фотоны, попадая на фотоэлемент, выбивают электроны, находящиеся на валентных орбитах атомов кремния.

Известно, что энергия фотона (E) определяется выражением: $E=hc/\lambda$, где h – постоянная Планка, c – скорость света, λ – длина волны падающего света [1]. Если фотон обладает достаточной энергией, то электрон атома кремния при взаимодействии с таким фотоном может перейти из валентной зоны в зону проводимости и стать подвижным. Из приведенного соотношения следует, что существует длина волны света, при которой возможно появление подвижных электронов. Световые волны с длинами волн, относящимися к види-

мой части спектра (400...750 нм) или близкие к инфракрасной (до 1100 нм) обладают энергией более 1.1 эВ, которой достаточно, чтобы разрушить ковалентные связи в атомах кремния (в кремнии ширина запрещенной зоны составляет 1.1 эВ). Именно поэтому в качестве основного материала выбран кремний. Если фотоны не обладают достаточной энергией (свет с длинами волн более 1100 нм), то свободные электроны не образуются. Лучи света с длиной волны менее 400 нм могут поглощаться в структуре сенсора. Как правило, полупроводниковый материал легируют специальными добавками (при использовании бора образуется полупроводник р-типа, фосфора – n-типа), что приводит к образованию промежуточных энергетических уровней. Вследствие этого фотоны с длиной волны больше минимальной также могут вызывать появление в кремниевой структуре электронов проводимости. Внутренняя структура CMOS-сенсоров изображения может быть различной. В качестве фоточувствительного элемента могут служить полупроводниковые структуры, эквивалентные фотодиодам (как известно простейший фотодиод представляет собой контакт полупроводников n- и р-типа) или фототранзисторам. Однако, независимо от типа фоточувствительного элемента в процессе облучения фотонами в полупроводнике всегда образуются дырки и свободные электроны.

Наличие микролинз, расположенных над фотоэлементами, обусловлено стремлением увеличить светочувствительность элементов за счет фокусировки большего числа фотонов на фотоэлементе.

С помощью светочувствительных элементов можно регистрировать лишь количество фотонов, попадающих на поверхность элемента в единицу времени (интенсивность светового потока). Фотоэлементы, по сути, являются в некотором смысле "дальтоники". Если расположить над поверхностью светочувствительных элементов цветной светофильтр, можно регистрировать количество фотонов только определенной длины волны. В подавляющем большинстве выпускаемых CMOS-датчиков изображения используется матрица цветных светофильтров (Color Filter Array – CFA), построенная на основе цветовой модели "Bayer" (рис. 2). Эта модель впервые была предложена ин-

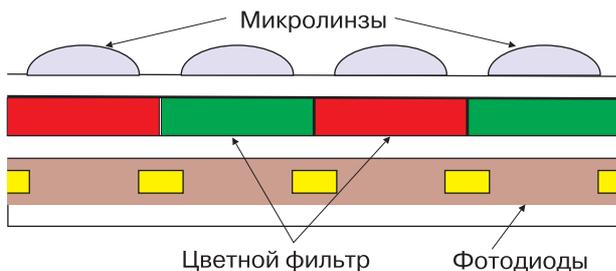


Рис. 1. Устройство CMOS-датчика изображения

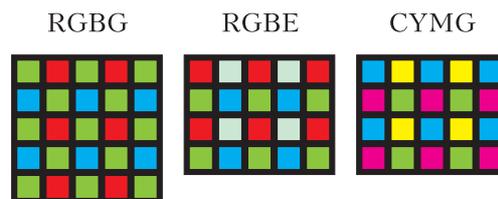


Рис. 2. Варианты топологии цветных светофильтров

женером фирмы Kodak Брюсом Байером (Bruce Bayer). В этой модели учтено, что светочувствительные элементы сетчатки глаза человека наиболее чувствительны к "зеленой" составляющей видимого спектра. Поэтому искусственный датчик с RGBG-топологией (Red, Green, Blue, Green) цветного светофильтра обладает наибольшей информативностью. В настоящее время разными фирмами выпускаются CMOS-датчики изображения, в которых используются и другие топологии цветных светофильтров (см. рис. 2), к примеру, RGBE (Red, Green, Blue, Emerald) или CYMG (Cyan, Yellow, Magenta, Green). Зоны датчика, расположенные перед фотоэлементом и предназначенные для регистрации количества фотонов, покрыты специальным прозрачным материалом. Остальная часть датчика непрозрачна для света. Поэтому, в отличие от фотопленки, которая по всей поверхности имеет одинаковую чувствительность к свету, в полупроводниковых сенсорах изображения поток фотонов воспринимается только частью их поверхности.

В настоящее время при производстве CMOS-датчиков изображения используется активно-пиксельная технология APS. Каждый простейший элемент изображения (пиксель) активно-пиксельного сенсора в отличие от элементов CCD-матрицы содержит не только светочувствительный элемент, но также построенную на базе полевых транзисторов электронную схему для считывания и сброса сигнала с элемента. Наиболее широко в датчиках на основе APS-технологии применяются две архитектуры активно-пиксельных сенсоров: photogate и photodiode (рис. 3). В первом случае

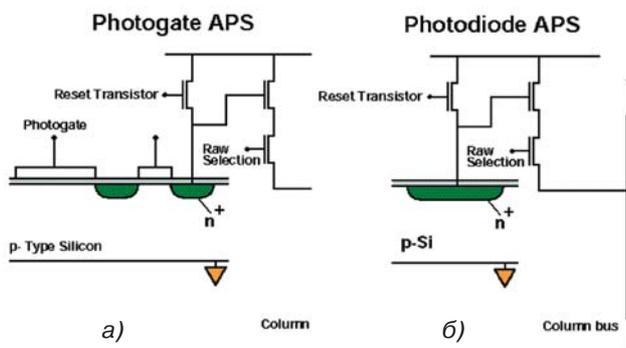


Рис. 3. Архитектура активно-пиксельных сенсоров: photogate (а), photodiode (б)

для переноса заряда, накопленного в светочувствительной области пикселя, на вход усилителя, выполненного на базе полевого транзистора, необходимо подать импульс, который формируется на фотозатворе (photogate). Использование архитектуры photodiode позволяет обойтись без фазы переноса заряда [2]. Архитектура photogate обеспечивает меньший уровень шумов. Таким образом, каждый активный пиксель содержит светочувствительный элемент, который используется для генерации заряда, накапли-

вающегося в результате попадания фотонов на элемент, и усилитель для преобразования количества электронов (заряда) в напряжение. Технология APS обеспечивает очень низкий уровень энергопотребления датчиков, примерно, в десятки раз меньший, чем микросхем, в которых используются CCD-матрицы. Это преимущество особенно ощутимо при эксплуатации изделий с автономным питанием от встроенных батарей (мобильных телефонов, цифровых фото- и видеокамер и т.п.). Чтобы получить приемлемую эффективность при переносе заряда (одном из основных процессов при работе CCD-матриц), требуются тактовые сигналы с высокими частотами. Это, в свою очередь, приводит к росту уровня энергопотребления (до 1-5 Вт) и необходимости использования нескольких источников питания напряжением от 3 до 15 В. Системы же на базе "активных пикселей" работают от одного или двух источников напряжения (5/3.3/2.8 В), а потребляемая мощность составляет всего 20-150 мВт. Датчики, изготовленные по технологии CMOS APS, обладают также высоким быстродействием, что позволяет успешно использовать их в системах машинного зрения и для анализа местонахождения быстроперемещающихся объектов. К примеру, датчик фирмы Micron MT9M413 (формат 1280×1024 пикселей, размер пикселя 12 мкм) обеспечивает быстродействие до 500 кадров в секунду (Frames Per Second – FPS) [4]. Кроме того, использование технологии CMOS APS позволяет интегрировать матрицу светочувствительных элементов, систему обработки сигнала датчика и управляющие электронные схемы непосредственно на кристалле CMOS-датчика изображения. Датой рождения этой технологии принято считать 1993 год, когда впервые в лаборатории реактивного движения NASA успешно внедрили технологию APS.

Поскольку в CMOS-датчике фотоприемник и усилитель имеются в каждой светочувствительной ячейке, преобразование электрического заряда в напряжение также происходит в каждой из них. Благодаря этому имеется возможность считывать информацию о состоянии каждого отдельного пикселя. Для этого с помощью схемы управления формируется адрес строки и столбца пикселя в двумерном массиве светочувствительных элементов. Кроме того, можно получать изображение не с полной матрицы элементов, а только с предварительно заданной области ("окна"). Это позволяет легко выполнять операции масштабирования и увеличения изображения. Возможность считывания сигнала со светочувствительных ячеек, расположенных только в "окне", может быть полезна для выполнения сжатия изображения, обнаружения движения объектов в кадре или при отслеживании перемещений объекта.

CMOS-датчики по сравнению с CCD-сенсорами имеют более высокий уровень шумов. Это вызвано

двумя основными причинами: разбросом характеристик транзисторов, встроенных в каждый пиксель светочувствительной матрицы, что приводит к появлению погрешности при измерении напряжения; наличием темнового тока утечки. Еще одним недостатком CMOS-датчиков является их низкая чувствительность.

В 2002 году калифорнийской компанией Foveon был анонсирован новый тип CMOS-сенсора изображения, получивший название Foveon X3. Технология X3 основана на физическом явлении, которое заключается в том, что с увеличением длины световых волн растет глубина проникания фотонов в кремний. Ключевой особенностью новой технологии является порядок расположения и глубина залегания полупроводниковых кремниевых структур с р- и n-переходами. В видимом диапазоне длин волн коэффициент поглощения фотонов в кремнии почти линейно снижается с увеличением длины световой волны. Вначале поглощаются "синие" фотоны, а затем "зеленые" и "красные" (см. рис. 4). Таким образом, можно создать датчик, в

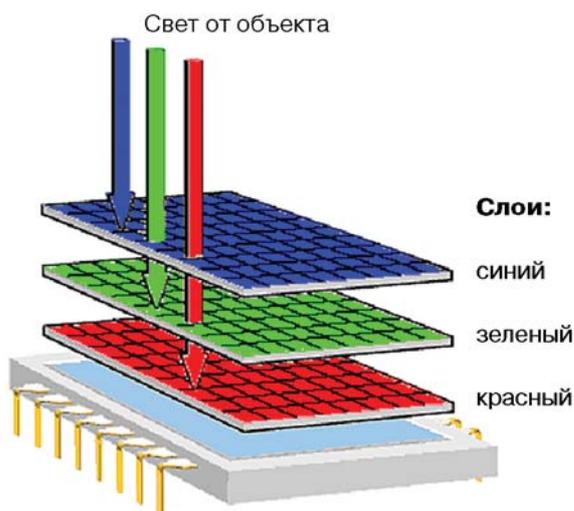


Рис. 4. Принцип работы датчиков, изготовленных на основе технологии Foveon X3

котором каждая светочувствительная ячейка регистрирует информацию о трех цветовых компонентах изображения. В результате исчезает необходимость выполнения цветовой интерполяции, а также появляется возможность избавиться от многих других недостатков, присущих сенсорам с классической топологией цветного светофильтра. Кроме того, исключается необходимость в трех отдельных светочувствительных ячейках с цветными светофильтрами для каждой точки изображения. По сообщениям некоторых специалистов эксперименты, проведенные в соответствии со стандартом ISO 12233, показывают превосходство датчиков типа Foveon X3 над сенсорами, имеющими цветной фильтр Байера [5]. Однако их применение связано с некоторыми проблемами.

Новая технология TFA (Thin Film on ASIC), которую также предполагается использовать при изготовлении CMOS-датчиков изображения, пока еще находится на стадии разработки. В сенсорах, выполненных на базе этой технологии, слой фотодетекторов, созданный на основе аморфного гидрогенизированного кремния, располагается на кристалле микросхемы ASIC (Application Specific Integrated Circuit). Толщина слоя фотодетектора составляет менее 1 мкм. Максимум спектральной чувствительности элемента может изменяться в границах видимых длин волн в зависимости от напряжения, приложенного к р-п-переходу. Изменяя напряжение на р-п-переходе, можно последовательно измерять уровень интенсивности излучения трех основных цветовых составляющих. Ожидается, что используемые фотодетекторы будут отличаться увеличенной квантовой эффективностью и тремя независимыми максимумами чувствительности в зоне видимого света соответственно для каждого из трех цветов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы в связи с внедрением видеокamer в мобильные устройства, в том числе в сотовые телефоны и карманные компьютеры (PDA), возрос интерес к дешевым CMOS-датчикам изображения. При этом видеокamеры, обеспечивающие изображение в формате VGA, уже не устраивают потребителей. В таблице приведены характеристики и основные параметры CMOS-датчиков изображения, выпускаемых фирмами National Semiconductor и Micron [4, 10]. Структурные схемы этих датчиков во многом аналогичны, поэтому более подробно описана работа одного из них – LM9648 (National Semiconductor).

Датчик цветного изображения LM9648 имеет формат 1032×1312 светочувствительных элементов (формат XGA) [10]. В каждой из 1032 строк содержится 1312 пикселей. Датчик LM9648 отличается высокой точностью и производительностью, а также низким уровнем энергопотребления. Максимальная скорость передачи изображения составляет 18 кадров/с [9]. Структурная схема датчика LM9648 приведена на рис. 5. Основным узлом датчика изображения LM9648 является матрица светочувствительных элементов. Полный формат матрицы 1032×1312 пикселей. 24 светочувствительных элемента в каждой из 1032 строк матрицы имеют оптический экран, поэтому формат активной матрицы составляет 1032×1288 пикселей. Сигналы с выхода этих элементов используются для формирования уровня "черного". После экспозиции светочувствительных элементов матрицы аналоговый сигнал с выхода каждого элемента строки передается в аналоговый регистр сдвига. На выходе регистра сдвига имеются четыре усилителя с регулируемым на программном уровне коэффициентом усиления. Скорректированный по уровню сигнал через мультиплексор подается на вход 10-разрядного АЦП. Автоматическая

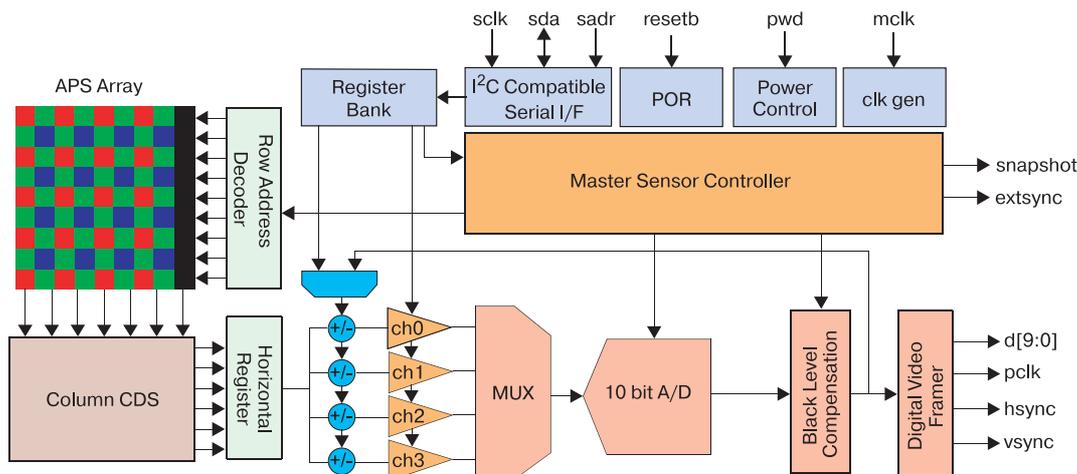


Рис. 5. Структурная схема датчика LM9648

привязка к уровню "черного" осуществляется на входе каждого из усилителей. Оцифрованные и откорректированные выборки сигнала каждого светочувствительного элемента матрицы в 10-разрядном параллельном коде передаются на выходной видеопорт d[0:9].

Через последовательный порт (интерфейс I²C) осуществляется управление работой и изменение параметров датчика, а также контроль его состояния. Программная модель датчика LM9648 содержит 46 регистров управления/контроля. Максимальная частота обмена данными через последовательный порт

составляет 400 кГц.

В датчике LM9648 осуществляется последовательное сканирование элементов матрицы, причем направление и порядок сканирования матрицы можно изменять на программном уровне. Всего реализовано четыре способа сканирования матрицы. Предусмотрена также возможность изменения размера и координат расположения "активного окна" матрицы сенсора. В этом случае осуществляется сканирование не всех элементов полной матрицы, а только элементов, включенных в заданное пользователем "активное ок-

Основные параметры CMOS-датчиков изображения

Наименование параметра	National Semiconductor	Micron				
	LM9648	MT9T001	MT9D001	MT9M001	MT9M011	MT9V111
Полный формат матрицы, пиксель	1312×1032	–	–	1312×1048	–	–
Формат активной матрицы, пиксель	1288×1032	2048×1536	1600×1200	1280×1024	1280×1024	640×480
Размер матрицы, мм:	полной	7.83×6.30				
	активной	7.81×6.27	6.554×4.915	6.7×5.0	–	4.61×3.69
Размер пикселя, мкм	6.0×6.0	3.2×3.2	4.2×4.2	5.2×5.2	3.6×3.6	5.6×5.6
Чувствительность, В/лк·с	2.5	1.0	1.2 (550 нм)	1.8 (550 нм)	1.0 (550 нм)	1.9 (550 нм)
Динамический диапазон, дБ	57	61	61	61	71	60
Отношение сигнал/шум, дБ	–	43	44	45	44	45
Оптический формат, дюйм	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/4
Цветной светофильтр	Байера (Bayer)					
Коэффициент заполнения, %	49	–				
Макс. скорость передачи, кадр/с	18 (SXGA)	27 (SXGA)	28 (SXGA)	30 (SXGA)	15 (SXGA)	30 (VGA)
Разрядность АЦП, бит	10					
Максимальная тактовая частота передачи данных, МГц	27	48			27	
Интерфейс	последовательный I ² C	используется для управления работой и контроля состояния датчика				
	паралл. 10-разрядный	используется для передачи данных				
Напряжение питания, В	2.7...3.3	3.0...3.6			2.5...3.1, 1.8...2.8	2.55...3.05
Потребляемая мощность, мВт	150	240	250	325	90	80
Диапазон температур, °C	рабочих	-10...50		0...60	0...70	-20...60
	хранения	-40...125		–		
Количество выводов и тип корпуса	48-LCC	48-PLCC	48-CLCC	48-CLCC	48-PLCC	44-ICSP
Габаритные размеры, мм	14.2×14.2×2.58	14.22×14.22×2.225	14.22×14.22×2.21		14.22×14.22×2.225	7.0×7.0×1.17

но", имеющее прямоугольную форму. Координаты вершин прямоугольника запоминаются в соответствующих регистрах, а их содержимое можно изменять на программном уровне. В кадре изображения, формируемом в датчике, могут отсутствовать выборки сигнала элементов, расположенных в каждой второй строке, в каждом втором столбце или в этих строках и столбцах одновременно (режим формирования кадра изображения 2:1). В режиме 4:2 в сформированном кадре изображения отсутствуют выборки сигнала, полученные от элементов, расположенных в двух из каждых четырех строк или столбцов, или строк и столбцов одновременно. Управление всеми режимами формирования кадра изображения и порядок сканирования матрицы осуществляется на программном уровне. В датчике LM9648 предусмотрен также режим работы, в котором происходит фиксация изображения в заданный момент времени (режим фотоснимка).

Из CMOS-датчиков изображения фирмы Micron, созданных на основе технологии CMOS APS, можно выделить сенсор MT9T001, имеющий формат 2048×1536 пикселей. Максимальная скорость передачи изображения в формате 640×480 пикселей (VGA) 93 кадра/с [4]. Скорость передачи изображения в формате 2048×1536 (QXGA) составляет 12 кадров/с. Датчик изображения MT9T001 имеет размер пикселя 3.2 мкм. Потребляемая мощность в рабочем режиме

240 мВт. Напряжение питания 3.3± 0.3 В.

Более полную информацию о параметрах и возможностях CMOS-датчиков изображения, выпускаемых ведущими мировыми производителями, можно найти в сети Интернет по адресам, указанным в [4-10].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузмичев В.Е. Законы и формулы физики // Отв. Ред. В.К. Тартаковский. – Киев: Наук. думка, 1989.
2. Building a Better Mousetrap. Modified CMOS processes improve image sensor performance // Spie's OEmagazine, January 2001.
3. Solid state image sensors terminology. – Eastman Kodak Company, 1993.
4. 1.3-Megapixel CMOS Active-Pixel Digital Image Sensor MT9M413 (Part Number: MT9M413C36STC). – Micron, 2004 (<http://www.micron.com>).
5. <http://www.foveon.com>
6. <http://www.transchip.com>
7. <http://www.cisensor.com>
8. <http://www.atsana.com>
9. LM9648 Color CMOS Image Sensor SXGA 18 FPS. – National Semiconductor Corporation, 2000 (<http://www.national.com>).
10. КМОП-датчик изображения // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 8.
11. Samsung Imaging Solution. – Samsung, 2004 (<http://www.samsung.com>).

А ТЫ ПОДПИСАЛСЯ НА "ЭКиС"

ЖУРНАЛ "ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ"

Оформление подписки в Украине: · в любом отделении связи по каталогу ГП "Преса" (подписной индекс 40633) · через курьерские службы доставки: "Саммит", "KSS", "Фактор-Запад", "Ділова преса", "Идея", "Міська кур'єрська служба" · через редакцию по электронной почте: ekis@vdmals.kiev.ua · на сайте www.vdmals.kiev.ua

в России: в любом отделении связи по Объединенному каталогу "Пресса России" (подписной индекс 38554).

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИЕЙ НУЛЯ ДЛЯ МОСТОВЫХ ИСТОЧНИКОВ СИГНАЛОВ *

Мостовые источники сигналов широко используются для измерения малых приращений сопротивления одного из резисторов моста. Номинал этого резистора может изменяться пропорционально внешнему неэлектрическому воздействию, например, давлению, силе, температуре, удлинению, скручиванию и т. п. Для сопряжения мостовых источников с прецизионными АЦП используются измерительные усилители, точность которых во многом определяет качество измерений. В настоящей статье рассмотрены особенности применения современных измерительных усилителей на примере мостовых сенсоров давления.

Упрощенная структурная схема преобразования давления в электрический сигнал приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема преобразования давления

Типовые схемы мостовых источников сигнала для измерения давления представлены на рис. 2, причем схема рис. 2, а содержит три прецизионных резистора R и один тензорезистор R+ΔR, схемы рис. 2 б, в – два прецизионных резистора R и два тензорезистора

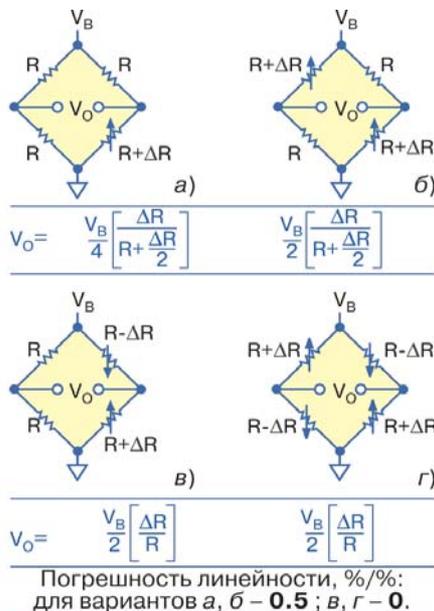


Рис. 2. Схемы мостовых источников сигналов

R+ΔR, схема рис. 2, г – четыре тензорезистора R+ΔR. Мостовая схема рис. 2, г обеспечивает минимальную погрешность линейности, так как, если давление приложено к диафрагме, то два тензоэлемента находятся в состоянии растяжения, а два – в состоянии сжатия. Следует отметить, что, если тензоэлементы наклеиваются на металлическую диафрагму, максимальное изменение номинала резистора не превышает 0.1 %, если же полупроводниковые тензоэлементы прикреплены к кремниевой диафрагме, это изменение может составлять 1 % от первоначальной величины сопротивления тензоэлемента. Исходя из этого, электрический сигнал на входе мостовой схемы достаточно мал и подвержен влиянию как внутренних, так и внешних помех. Поэтому перед оцифровкой данный сигнал необходимо усилить, очистить от помех, скомпенсировать аддитивную и мультипликативную составляющие погрешности. Типовой микроэлектронный датчик давления 26PC01SMT фирмы Honeywell, полная шкала которого составляет ±1.0 psi (pound on square inch – фунт на квадратный дюйм), а напряжение питания 5 В, имеет максимальный сигнал на выходе от ±14.7 до ±18.7 мВ на пьедестале синфазного напряжения 2.5 В и погрешность смещения нуля ±2 мВ. В случае непосредственной оцифровки такого сигнала, например, с 12-разрядным разрешением необходимо использовать АЦП с шагом квантования не более 10 мкВ (18.7 мВ×2/4096). Поэтому для сопряжения мостовой схемы датчика давления с АЦП, как правило, используют измерительные усилители, которые не только усиливают дифференциальный сигнал, но и убирают синфазную составляющую. Функциональная схема подключения мостового датчика к измерительному усилителю приведена на рис. 3. На этой схеме показаны основные источники погрешностей. Это мультипликативная погрешность, вызванная протеканием входных токов смещения I_{BIAS} через резисторы моста. Разбаланс этих токов и сопротивлений резисторов мостовой схемы вызывает адди-

* Bridge-Type Sensor Measurements are Enhanced Autozeroed Instrumentation Amplifiers with Digitally Programmable Gain and Output Offset // Analog Dialogue 38-05, May 2004. Сокращенный перевод с английского В. Романова.

тивную погрешность (погрешность смещения нуля). Если проводники, связывающие датчик с усилителем, находятся при разной температуре, имеет место погрешность, вызванная термоэлектрическим эффектом. Кроме того, при расчете погрешностей схемы рис. 3 необходимо учитывать составляющие, вносимые собственно измерительным усилителем.

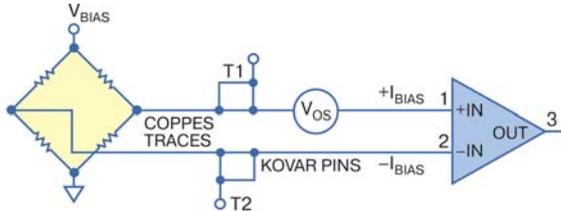


Рис. 3. Функциональная схема подключения мостового датчика к измерительному усилителю

Для рассмотренного применения фирмой Analog Devices предложен выполненный по технологии DigiTrim [1] измерительный усилитель AD8555, функциональная схема которого приведена на рис. 4. Это новый усилитель с автоматической коррекцией нуля каждого из ОУ (A1, A2 и A3) и программируемым коэффициентом усиления. Он отличается минимальными токами смещения по обоим входам.

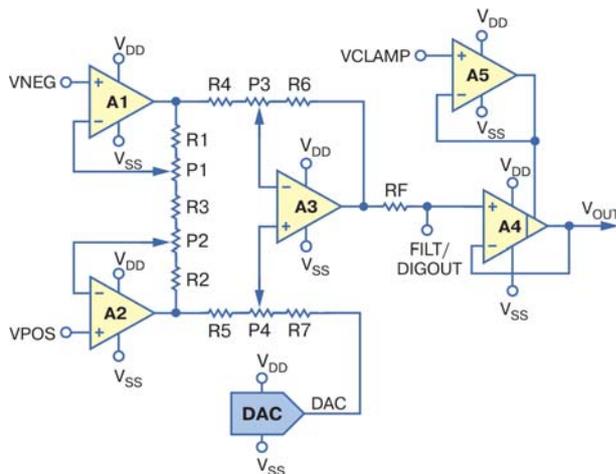


Рис. 4. Функциональная схема измерительного усилителя AD8555

Автоматическая коррекция нуля сводит к минимуму напряжение смещения нуля и температурный дрейф этого смещения. Так, например, максимальное смещение нуля усилителя AD8555 в диапазоне от -40 до 125 °C составляет 10 мкВ, а дрейф этого смещения – 65 нВ/°C. Коэффициент усиления этого усилителя находится в пределах от 70 до 1280 и регулируется через последовательный интерфейс с шагом не более единицы. Регулировка коэффициента усиления – независимая двухступенчатая процедура. Первая ступень осуществляет регулировку коэффициента усиления

в диапазоне от 4.00 до 6.40 с разрешением 7 разрядов путем изменения сопротивлений потенциометров P1 и P2. Вторая ступень осуществляет регулировку коэффициента усиления в диапазоне от 17.5 до 200 с разрешением 3 разряда путем изменения сопротивления потенциометров P3 и P4. В составе усилителя AD8555 имеется 8-разрядный ЦАП, с помощью которого компенсируется погрешность смещения нуля во входном сигнале или добавляется необходимое смещение на выходе усилителя. Это нужно для того, чтобы обеспечить прохождение двухполярного сигнала через измерительный тракт с однополярным источником питания. Напряжение питания усилителя AD8555 в однополярном режиме от 2.7 до 5.5 В. Выходной усилитель A4 относится к классу rail-to-rail, поэтому уровень максимального сигнала на выходе усилителя AD8555 всего на 7 мВ меньше напряжения питания. Усилитель AD8555 имеет защиту от КЗ, обрывов сигнального провода и плавающего входного сигнала. В любом из этих случаев сигнал на выходе будет равен отрицательному напряжению питания. При подключении внешнего конденсатора к внутреннему резистору RF можно создать фильтр нижних частот. На рис. 5 приведена функциональная

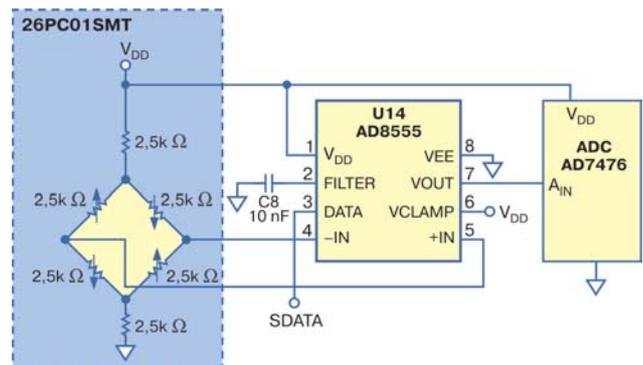


Рис. 5. Функциональная схема цифрового датчика давления

схема цифрового датчика давления на основе мостового микроэлектронного сенсора 26PC01SMT, измерительного усилителя AD8555 и АЦП AD7476.

Параметры сенсора и составляющих погрешности усилителя приведены соответственно в табл. 1 и 2.

Как следует из табл. 2, к составляющим погрешности, которые не могут быть устранены за счет коррекции, относятся (1/f)-шум и нелинейность коэффици-

Таблица 1. Параметры мостового сенсора давления 26PC01SMT

Наименование параметра	Значение
Диапазон давлений, psi	±1.0
Диапазон входного сопротивления, кОм	5.5...11.5
Диапазон выходного сопротивления, кОм	1.5...3.0
Максимальное выходное напряжение, мВ	±18.7
Напряжение смещения нуля, мВ	±2
Изменение диапазона от температуры, %	±1.5...±4.5
Температурная погрешность смещения нуля, мВ	±1.0 (0...50 °C)
Погрешность линейности (типичная), %	0.2
Перегрузка, lb/in ² (фунт/дюйм кв.)	20

ента усиления.

Напряжение питания усилителя и АЦП составляет 5 В. При измерении давления в диапазоне от -1 до +1 psi напряжение на выходе усилителя необходимо сместить на 2.5 В, т. е., если максимальный размах напряжения на выходе мостовой схемы составляет от ± 14 до ± 18.7 мВ, то коэффициент усиления AD8555 должен находиться в пределах от 134 до 170.

Для наладки цифрового датчика давления нужно выполнить следующие операции:

- установить минимальный коэффициент усиления AD8555, равный 134
- при давлении 0 psi установить смещение выходного сигнала на уровне 2.5 В
- приложить на вход давление 1 psi и отрегулировать коэффициент усиления так, чтобы напряжение на выходе AD8555 составило 5 В - 1 EMP
- проверить, не изменилось ли смещение нуля на выходе усилителя после выполнения операции; в противном случае необходимо повторять две последние операции до тех пор, пока передаточная характеристика усилителя не займет нужное положение.

В заключение отметим, что измерительные усилители с автокоррекцией нуля и программируемым ко-

Таблица 2. Параметры составляющих погрешности измерительного усилителя AD8555*

Наименование параметра	Погрешность	ppm
Входное напряжение смещения нуля, мВ	$(2 \text{ мкВ} + 2 \text{ мВ}/150) \times 150$	458
Погрешность из-за тока смещения, мВ	$2500 \text{ Ом} \times 200 \text{ пА} \times 150$	15
Погрешность коэффициента усиления, %	0.5	5000
Коэфф. ослабления синфазного сигнала, дБ	100	750
Нелинейность коэфф. усиления, ppm	50	50
(1/f)-шум в полосе 0.1... 10 Гц	$0.7 \text{ мкВ} \times 150$	21
Общая погрешность без регулировки, отн. ед.	$1/2^7$	6294
Общая погрешность после регулировки в двух ступенях, отн. ед.	$1/2^{14}$	71

* Параметры получены при выходном сопротивлении моста 2500 Ом, максимальном выходном сигнале 16.7 мВ, коэффициенте усиления усилителя 150, выходном напряжении усилителя 0...5 В.

эффицентом усиления позволяют существенно упростить сопряжение АЦП с мостовыми источниками сигналов. На основе таких схем строится большинство цифровых датчиков физических величин. В помощь разработчику фирма Analog Devices предоставляет оценочные платы, в состав которых входят необходимые электронные компоненты и отладочное программное обеспечение [2].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Романов В. Технологии подгонки параметров микросхемных усилителей // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 7.
2. Analog Bridge Wizard: A Tool for Design and Product Selection, <http://www.analog.com/Wizard/bridge/bridgeUserEntry/>

Некоторые термины и определения, характеризующие свойства ОУ

В отечественной литературе англоязычные термины, характеризующие свойства электронных компонентов, не всегда сопровождаются эквивалентным русскоязычным переводом. Краткие глоссарии на страницах журнала ЭКиС, по мнению редакции, помогут читателям осуществить оценку параметров и сделать оптимальный выбор необходимого электронного компонента.

Voltage-Feedback ОУ – усилитель, входной каскад которого реализован как традиционный дифференциальный. Параметр, характеризующий усилительные свойства Voltage-Feedback ОУ, нормируют в виде коэффициента усиления по напряжению AOL (Open-Loop Gain).

Large-Signal Open-Loop Gain – значение коэффициента усиления AOL в режиме большого сигнала.

Current-Feedback ОУ – усилитель, для которого усилительным параметром является сопротивление прямой передачи R_t (trans-resistance), т. е. отношение изменения выходного напряжения к изменению входного тока инвертирующего входа ОУ с точкой нулевого потенциала.

Common-Mode Gain – коэффициент передачи синфазного напряжения.

Common-Mode Rejection (CMR) – ослабление синфазного напряжения.

Common-Mode Rejection Ratio (CMRR) – коэффициент ослабления синфазного напряжения.

Input Offset Voltage – входное напряжение смещения.

Initial Input Offset Voltage – начальное напряже-

ние смещения при температуре 25 °С и заданных значениях напряжений питания.

Input Bias Current (I_B) – входной ток ОУ по инвертирующему I_{B-} или неинвертирующему I_{B+} входу.

Input Offset Current (I_{OS}) – разность входных токов ($I_{OS} = I_{B+} - I_{B-}$).

Voltage Noise Spectral Density – спектральная плотность входного (т. е. приведенного ко входу) напряжения шумов.

Input Current Noise Spectral Density – спектральная плотность шумовой составляющей входных токов.

Overload Recovery Time – время восстановления ОУ после перегрузки.

Offset Error – аддитивная погрешность (погрешность смещения или погрешность нуля).

Gain Error – мультипликативная погрешность (погрешность коэффициента усиления).

Precision Unity Gain Differential Amplifier – прецизионный дифференциальный усилитель с единичным коэффициентом усиления.

Rail-to-Rail ОУ по входу/выходу – усилитель с диапазоном входных/выходных сигналов, практически равным размаху напряжений питания. Запас по напряжению питания таких ОУ не превышает нескольких милливольт.

Более подробно с приведенными терминами и их аналитическим представлением можно ознакомиться в статье В.В. Литвиха "Особенности применения прецизионных операционных усилителей" // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 1.

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ САМЫХ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ *

Известная во всем мире компания Gaia Converter, разработчик и производитель модулей для систем питания электронных систем и устройств, предположила описанную в статье модульную архитектуру построения системы, в которой комплексно решаются сложные задачи, возникающие при создании надежных, экономичных, соответствующих требованиям международных стандартов блоков питания для авиационной и военной техники, а также для электронных устройств железнодорожного транспорта и промышленного применения.

Г. Местечкина

С 90-х годов прошлого века началось развитие направления COTS (Commercial Off-The-Shelf) по созданию готовых функционально законченных изделий для оптимального решения вопросов электропитания электронных устройств. Тогда же появились комплексные разработки систем питания с использованием стандартных модулей.

Номинальным входным постоянным напряжением в авиации и военной технике того времени было $U_{вх}=28$ В, изменяющееся в пределах 16-40 В, при этом также должна была быть предусмотрена возможность пропадания напряжения до 0 и появления выплесков до 80 В. Требования по электромагнитной совместимости были сформулированы в широко используемых стандартах MIL-STD-461 и DO-160.

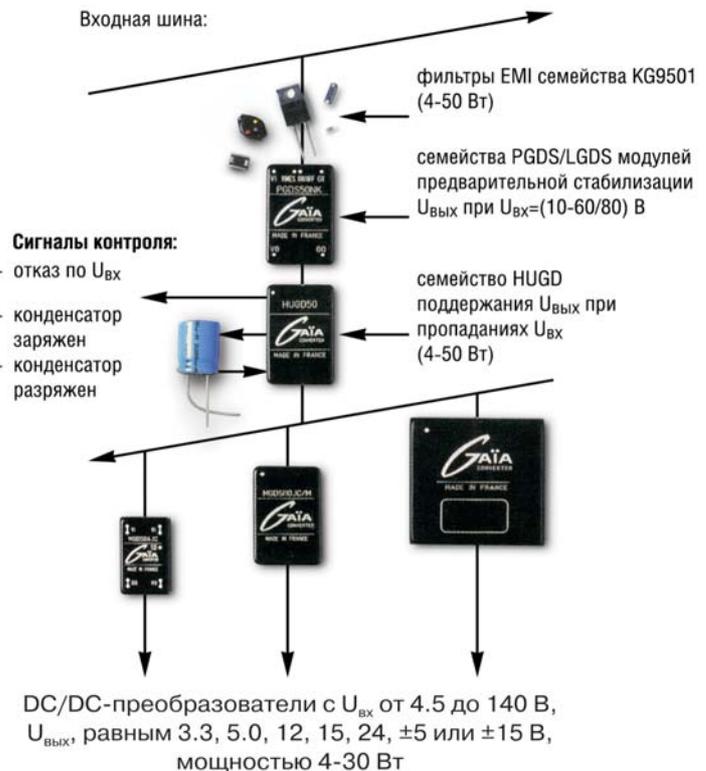
Исходя из этого, для удовлетворения специфических требований потребителей компания Gaia Converter предложила показанную на рисунке типовую модульную архитектуру покупных субблоков для создания системы электропитания устройств авиационной и военной техники, имеющую:

- **входной фильтр электромагнитных помех серии KG9501**, соответствующий требованиям стандарта MIL-STD-461C
- **модуль предварительной стабилизации серии PGDS** с выходной мощностью 50 Вт, основные функции которого включают восстановление работы системы питания после пропадания входного напряжения, защиту от всплесков входного напряжения до 80 В согласно требованиям стандарта MIL-STD-704A или DO-160D и от кратковременных выбросов напряжения до 600 В (20 мкс)
- **модуль серии HUGD** с выходной мощностью 50 Вт, выполняющий мониторинг и поддержку работоспособности системы (с использованием внешнего конденсатора) при пропадании входного напряжения с формированием сигналов признака от-

сутствия $U_{вх}$ и состояния конденсатора (заряжен/разряжен)

- **в качестве ядра силовых систем модули серии MGDМ** низкопрофильных, отличающихся оптимальным отношением цена/качество и высокими техническими характеристиками DC/DC-преобразователей, обеспечивающих различные комбинации входных и выходных напряжений и мощностей.

Для применения на **железнодорожном транспорте** архитектура, представленная на рисунке, модифицируется следующим образом: уровень входного напряжения устанавливается в пределах от 72 до 110 В, а для сигнальных цепей – 24 В, первым в системе устанавливается блок защиты от всплесков напря-



Архитектура системы электропитания компании Gaia Converter

* Gaia Converter FC97-001.01/99 Revision C, 2004.

Таблица 1. Основные параметры и особенности DC/DC-преобразователей компании Gaia Converter

Тип	Вых. мощн., Вт	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Число выходов	Габаритн. размеры, дюйм	Особенности
MGDM-04 ¹⁾	4.0	4.5-5.5, 9-36, 16-40	3.3, 5.0, 12.0, 15.0	1 или 2	1.25× 0.75× 0.25	низкопрофильный, длительная защита от КЗ, дистанционное вкл./выкл.
MGDI-04 ²⁾		УД ³⁾ (2:1): 4.5-5.5, 9-18, 18-36; ШД ⁴⁾ (4:1): 9-36, 16-40, 36-140				
MGDM-10	10	4.5-5.5, 9-36, 16-40	3.3, 5.0, 12.0, 15.0, 24.0	1, 2 или 3 1 или 2	1.5× 1.0× 0.3	параллельное включение, длительная защита от КЗ, дистанционное вкл./выкл.
MGDI-10		УД: 4.5-5.5, 9-18, 18-36; ШД: 4.7-16, 9-36, 16-40, 36-140				
MGDM-18	18	4.5-5.5, 9-36, 16-40	3.3, 5.0, 12.0, 15.0, 24.0	1	1.5×1.0× 0.65	мин. шаг выводов, паралл. вкл., защита от КЗ, дист. вкл./выкл.
MGDI-18		ШД: 9-36, 16-40, 36-140				
MGDM-20	20	4.5-5.5, 9-36, 16-40	3.3, 5.0, 12.0, 15.0, 24.0	1, 2 или 3	2.0× 2.0× 0.5	минимальные габариты, длительная защита от КЗ, дистанционное вкл./выкл.
MGDI-20		УД: 4.5-5.5, 9-18, 18-36; ШД: 4.7-16, 9-36, 16-40, 36-140				
MGDM-25	25	9-36, 16-40	5, 12, 15, 24	1, 2 или 3	2.0×2.0× 0.5	минимальные габариты, длительная защита от КЗ, дистанц. вкл./выкл.
MGDI-25		9-36, 18-75	3.3, 5, 12, 15			
MGDM-26	26	16-40	3.3, 5.0, 12, 15, 24	1	2.0× 2.0× 0.4	мин. габариты, возможность внешней синхронизации, перераспред. тока нагрузки, дистанционное вкл./выкл.
MGDI-26		9-36, 16-40				
CGDM TETHYS	30	9-36, 16-40	3.3, 5.0, 12, 15, 24, ±5, ±12, ±15	до 6	3.25× 2.2× 0.3	внешняя регулир. $U_{\text{вых}} \pm 5\%$, 3 изолированных выхода, защита от КЗ и перегрева, сумм. нестаб. $U_{\text{вых}} < \pm 1\%$
CGDI TETHYS		УД: 9-18, 18-36; ШД: 4.7-16, 9-36, 16-40, 36-140				
MGDM-150	150	9-45, 16-80	3.3, 5.0, 12, 15, 24	1	2.4× 2.3× 0.5	защита от перегрузки, перенапряжения, перегрева (110 °С); широкий диаг. регулиров. $U_{\text{вых}}$ (10-110 %); перераспред. тока нагрузки; возможность внешн. синхронизации; КПД=86 %

¹⁾ MGDM – для применения в военной технике (Military), диаг. рабочих температур -40/-55...+105 °С (корпуса).

²⁾ MGDI – для промышленного применения (Industry), диапазон рабочих температур -40...+95 °С (корпуса), хранения -40...+105 °С. ³⁾ УД – узкий диапазон вх. напряжения. ⁴⁾ ШД – широкий диапазон вх. напряжения.

жения питания с фильтром электромагнитных помех семейства **LGDC**. В качестве оконечных используются модули DC/DC-преобразователей серии **MGDI**. В остальном архитектура сохраняется неизменной.

Для **промышленного применения** архитектура Gaia Converter используется в широком спектре изделий, например, в робототехнике, испытательном оборудовании, в жестко ограниченных по уровню пульсаций и электромагнитных помех распределенных системах и др. Традиционные входные напряжения в аппаратуре промышленного назначения составляют 12, 24, 48 и 125 В. Архитектура сохраняется такая же, как описанная выше для железнодорожного транспорта, при этом первым устанавливается модуль фильтра защиты от электромагнитных помех серии KG9503.

В остальном сохраняется архитектура модулей, применяемых на железнодорожном транспорте.

В таблице 1 приведены основные параметры и особенности DC/DC-преобразователей компании Gaia Converter.

Применение DC/DC-преобразователей с питанием от аккумуляторов в аппаратуре железнодорожного транспорта осуществляется с учетом условий их эксплуатации в стационарном или передвижном оборудовании. При этом определяющими являются требования к диапазону входных напряжений, электромагнитной совместимости, механическим и климатическим воз-

Таблица 2. Диапазон изменения входного напряжения систем электропитания для разных стандартов

Номинальное входное напряжение, $U_{\text{вх, ном}}^*$, В	Значения входного напряжения ($U_{\text{вх}}$), В					Стандарт
	допустимое (0.7-1.25) $U_{\text{ном}}$	минимальное $0.6 U_{\text{ном}}$ (100 мс)	максимальное			
			$1.4 U_{\text{ном}}$ (1 с)	$1.5 U_{\text{ном}}$ (1 с)*	$3.5 U_{\text{ном}}$ (20 мс)*	
24.0	16.6-30.0	14.4	33.6	36.0	84.0	EN50155, RIA12 *
37.5	26.0-47.0	22.5	52.5	56.25	131.25	
48.0	33.6-60.0	28.8	67.2	72.0	168.0	
72.0	50.4-90.0	43.2	100.8	112.5	252.0	
96.0	67.2-120.0	57.6	134.4	144.0	336.0	
110.0	77.0-137.5	66.0	154.0	165.0	385.0	
$U_{\text{вх, ном}}$	(0.75-1.41) $U_{\text{ном}}$	$0.5 U_{\text{ном}}$ (100 мс)	$1.66 U_{\text{ном}}$ (100 мс)			
24	18-34	12	40			NF F01-510
72	50-90	36	115			
110	77-137	55	176			

действиям и степени изоляции цепей входа и выхода.

По соответствию уровней входных напряжений требованиям международных стандартов учитываются три основных показателя:

- допустимый диапазон изменения входного напряжения
- допустимый уровень кратковременного снижения входного напряжения и его колебаний
- допустимый уровень импульсного изменения входного напряжения.

В зависимости от значений этих составляющих могут изменяться решения при выборе архитектуры системы. К примеру, применение модуля семейства MGDS-Q позволяет выбирать источник входного напряжения (аккумулятор) с возможным изменением его уровня в пределах 48...110 В.

Таблица 3. Диапазоны рабочих температур, соответствующие стандарту EN50155

Категория	Диапазон температур, °С:		
	в шкафу	для платы	для модулей Gaïa
T1	-25...55	-25...70	-41...71 (окружающая среда), промышленное применение
T2	-40...55	-40...70	-40...85 (окружающая среда), высоконадежные
T3	-25...70	-25...85	-40...105 (корпус), высоконадежные
TX	-40...70	-40...80	-40...105 (корпус), высоконадежные

Допустимый уровень кратковременного снижения и колебаний входного напряжения и их продолжительность регламентированы международными стандартами, как показано в табл. 2.

Диапазоны рабочих температур модулей, применяемых в аппаратуре, предназначенной для железнодорожного транспорта, соответствуют требованиям стандарта EN50155 и приведены в табл. 3 для четырех категорий условий эксплуатации.

В табл. 4 приведены основные параметры модулей архитектуры Gaïa Converter.

Таблица 4. Основные параметры модулей компании Gaïa Converter

Тип, назначение	Наименование параметра	Значение
Фильтр электромагнитных помех KG9501 	Полоса частот:	CS 01 30 Гц...50 МГц
		CS 02 50 кГц...400 МГц
	Мощность, Вт	до 50
	Защита от изменения полярности $U_{вх}$	+
	Диапазон рабочих температур, °С	-55...105
Габаритные размеры, мм 20×25		
Применяется в авиа-/военной промышленности, соотв. стандарту MIL-STD-461C		
Входные модули		
Модуль предварительной стабилизации PGDS50 	Подавление всплесков 60/80 В и импульсов 600 В в соотв. со стандартами:	MIL-STD-704A/D/E, EN2282, AIR2021E, SP.P90001 DO-160C, категории A, B, Z
	Обеспечение работоспособности при пропадании $U_{вх}$	+
	Мощность, Вт	от 4 до 50
	Диапазон входного напряжения, В:	10-60 (M) суф. в обозн.
10-80 (N) суффикс в обозн.		
Применяется в авиа-/военной промышленности		
Модуль ограничения пульсаций $U_{вх}$ LGDS50 	Подавление импульсных помех в соответствии со стандартами:	EN61000-4-5, уров. 4
		EN50155, уров. 1800 В
	RIA12	
	Подавление пульсаций в соответствии со стандартами:	EN50155, IEC51, RIA12
	Защита от изменения полярности $U_{вх}$	+
КПД, %	98	
Мощность, Вт	от 4 до 50	
Встроенный фильтр электромагнитных помех +		
Применяется в аппаратуре железнодорожного транспорта		
Модуль мониторинга и поддержки работоспособности HUGD50 	Мощность, Вт	от 4 до 50
	КПД, %	98
	Мониторинг входного напряжения	+
	Признак пропадания вх. напряжения	+
	Признак состояния конденсатора	заряжен/разряжен
	Совместимость с $U_{вх}$ DC/DC-преобр., В	9-36 или 16-40
	Программируемое ограничение пускового тока	+

архитектуры Gaïa Converter. Качество производства изделий компании Gaïa сертифицировано на соответствие стандарту ISO 9000, включая мониторинг в процессе производства, проверку на отсутствие обрывов и отбраковочные испытания. Изделия этой компании соответствуют требованиям международных стандартов: MIL-STD-810D (по устойчивости к климатическим и механическим воздействиям) и MIL-STD-461C (по электромагнитной совместимости).

Модульная архитектура, предложенная компанией Gaïa Converter, находит широкое применение в одноплатных компьютерах, человеко-машинном интерфейсе, системах телекоммуникаций, в авиационной и военной технике, в аппаратуре, применяемой на железнодорожном транспорте и др.

Дополнительную информацию об изделиях компании Gaïa Converter можно получить в фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.gaia-converter.com>

СДВОЕННЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ ФИРМЫ ROHM В МИКРОЭЛЕКТРОННОМ ИСПОЛНЕНИИ

Фирма ROHM выпускает широкий набор стабилизаторов в микроэлектронном исполнении. Среди них сдвоенные стабилизаторы, стабилизаторы с двуполярным входным/выходным напряжением, прецизионные стабилизаторы с минимальным уровнем пульсаций и малым падением напряжения на регулирующем транзисторе. Параметры и особенности некоторых из них рассмотрены в настоящей публикации.

В. Романов

Параметры ряда стабилизаторов фирмы ROHM приведены в табл. 1-4 [1, 2]. Как следует из этих таблиц, выходное напряжение однополярных стабилизаторов может быть регулируемым или постоянным (в зависимости от типа). Точность установки выходного напряжения находится в пределах от ± 1.0 до ± 2.0 %, температурный коэффициент напряжения – не более ± 0.02 %/°C, диапазон рабочих температур, например, для семейства VAxxVCO составляет от -40 до 105 °C. Как правило, каждое семейство имеет экономичный режим, в котором от ИМС стабилизатора отключается входное напряжение. В стабилизаторах с регулируемым выходным напряжением регулировка осуществ-

ляется с помощью внешнего делителя из двух резисторов, один из которых является переменным.

Наряду с однополярными фирма ROHM выпускает двуполярные стабилизаторы с регулируемыми выходными напряжениями. Параметры некоторых из них приведены в табл. 3.

Особый интерес для разработчиков представляют сдвоенные микроэлектронные стабилизаторы фирмы ROHM. Схема включения такого стабилизатора (ИМС VA3257FP) приведена на рисунке [2]. Как следует из рисунка, стабилизатор имеет регулируемый выход V_{02} . Кроме того, он содержит схему защиты от перегрева (Thermal Shutdown) и схему ограничения тока

Таблица 1. Параметры микроэлектронных стабилизаторов с одним выходным напряжением

Стабилизаторы с тремя выводами и выходным током 1 А														
Наименование семейства	Уровень выходного напряжения с точностью установки ± 2 %, В										Макс. вых. ток, А	Особенности		
VAxxCC0T VAxxCC0FP	3	3.3	5	6	7	8	9	10	12	15	1.0	макс. входное напряжение 35 В, падение на регулирующем транзисторе 0.3 В, защита от превышения входного напряжения, тока потребления и перегрева		
Стабилизаторы с экономичным режимом и выходным током 1 А														
VAxxCC0WT VAxxCC0WFP	3	3.3	5	6	7	8	9	10	12	регуляр. от 3 до 15	1.0			
Стабилизаторы с точностью установки выходного напряжения ± 1 %														
VAxxKA5FP VAxxKA5WF/FP	1.0	1.2	1.5	1.8	2.5	3.0	3.3	5	регулируемое от 0.8 до 5 *		0.5	возможно использование керамических конденсаторов на выходе, прецизионный, наличие экономичного режима		
Стабилизаторы с минимальным падением напряжения на регулирующем транзисторе														
VAxxBC0FP/T VAxxTBC0WFP/T	1.5	1.8	2.5	3	3.3	5	6	7	8	9	10	— *	1.0	вх. напряж. 3 В, точность установки вых. напряж. ± 2 %, наличие эконом. режима
Стабилизаторы с макс. выходным током 1.5 А и точностью установки выходного напряжения ± 2 %														
VAxxJCST	1.5	1.8	2.5	3	3.3	5	6	6.3	8	9	12	1.5	входное напряжение 3 В	
Стабилизаторы с макс. выходным током 2 А и точностью установки выходного напряжения ± 1 %														
VAxxDD0WHFP/T VAxxDD0SHFP	1.5	1.8	2.5	3	3.3	5	9	12	16	регуляр. от 0.8 до 5		2.0	возможность запуска от ПО, наличие экономичного режима	
Стабилизаторы с выходным током 1 А и большим коэффициентом ослабления выходных пульсаций														
VAxxGC0FP/T VAxxGC0WFP/T	1.2	1.5	1.8	2.5	3.3	4	регулируемое от 1.2 до 5			1.0	ослабление пульсаций 70 дБ, точность уст. вых. напр. ± 1 %, наличие эконом. режима			

Таблица 2. Параметры микроэлектронных стабилизаторов с регулируемым выходным напряжением

Тип стабилизатора	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Выходной ток, А	Тип корпуса	Особенности
VA00BC0WF	3.0...16	1.5...12	0.5	SOP8	регулировка осуществляется внешним резистором; наличие защиты от перенапряжения, превышения тока нагрузки и перегрева
VA00BC0WFP/T	3.0...16	1.5...12	1.0	TO252-5, TO220FP-5	
VA00CC0WFP/T	4.0...25	3.0...15	1.0		
VA00GC0WFP/T	3.1...16	1.2...5	1.0		
VA00JC5WT	3.0...16	1.5...12	1.5	TO220FP-5	
VA00DD0SHFP	3.0...25	1.5...16	2.0	HRP7	
VA00KA5WF/FP	2.3...7	0.8...5	0.5	SOP8/TO252-5	

Таблица 3. Параметры микроэлектронных стабилизаторов с двуполярным входным/выходным напряжением

Тип стабилизатора	Вх. напряжение, В		Выход 1		Выход 2		Тип корпуса	Особенности
	положит.	отрицат.	напр., В	ток, мА	напр., В	ток, мА		
BD3987FV	+15...+18	-14...-7.5	+14...+16	25	-8.5...-6.5	50	SSOP-B8	точность установки выходного напряжения ±2 %, регулировка осуществляется внешним резистором
BD3985FV	+6...+18	-14...-6	+5...+16	25	-8.5...-5	50		

Таблица 4. Параметры сдвоенных микроэлектронных стабилизаторов

Тип стабилизатора	Выход 1		Выход 2		Особенности
	напр., В	ток, мА	напряжение, В	ток, мА	
BA41W12SBT	8	1000	5	500	точность установки выходного напряжения ±2 %, наличие экономичного режима
BA44W12SBT	8	1000	8	500	
BA51W12SBT	9	1000	5	500	
BA61W12SBT	10	1000	5	500	
BA33B00FP/HFP	3.3	1000	регулируемое, 1.5...15	500	точность установки выходного напряжения ±2 %
BA33C18FP/HFP	3.3	1000	1.8	1000	
BA32C25FP/HFP	3.3	1000	2.5	1000	
BA32C57FP/HFP	3.3	1000	регулируемое, 1.5...3.3	1000	
BA3258FP/HFP	3.3	1000	1.5	1000	
BA3259HFP	3.3	1000	регулируемое, 0.8...3.3	1000	
BA33D15HFP	3.3	500	1.5	500	
BA33D18HFP	3.3	500	1.8	500	
BA33E00WHFP	3.3	600	регулируемое, 0.8...3.3	600	точность установки вых. напр. ±2 %

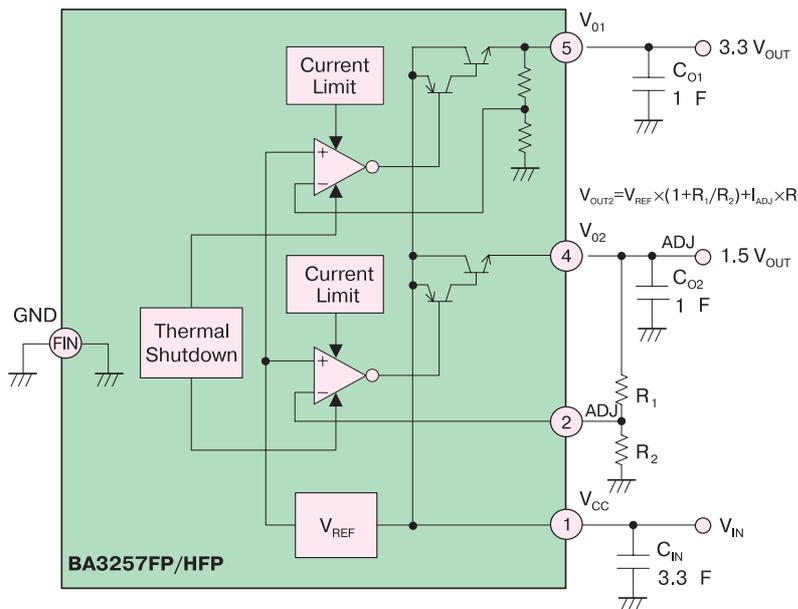


Схема включения стабилизатора ИМС BA3257FP

нагрузки (Current Limit). На выходе данного стабилизатора может быть использован керамический конденсатор. Максимальная мощность рассеяния для корпуса TO252-5 составляет 300 мВт.

В заключение отметим, что все микроэлектронные стабилизаторы фирмы ROHM отличаются низким падением напряжения на регулирующем транзисторе (Low Drop Out Regulator).

Подробную информацию о стабилизаторах фирмы ROHM можно найти в сети Интернет по адресу: www.rohm.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. Short Form Catalog ROHM, 2004 (2 часть, апрель-сентябрь).
2. www.rohm.com

технічна література

обладнання та технології

електронні компоненти

ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНИ

<http://www.symmetron.com.ua>

Комплекс Ярослав

ПОСТАВКИ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ для розробників та виробників

C&D TECHNOLOGIES, AIMTEC, PEAK ELECTRONICS, MEANWELL, CHINFA, PMATE, RECOM, TRACO, IR, MAXIM/DALLS, ON SEMICONDUCTOR, AD, PHILIPS SEMICONDUCTORS, TI/BB

01034, Київ, вул. Ярославів Вал, 28
 тел.: (044) 235-21-58, 234-02-50
 факс: (044) 235-04-91
 E-mail: ic@mgk-yaroslav.com.ua



БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Апрель 2004

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

В этом номере

Быстродействующие АЦП: совершенствование параметров при уменьшении габаритов18

АЦП для измерительных приборов19

Широкополосные ЦАП для систем передачи данных20

Линеаризация характеристик мощных усилителей21

Таблица параметров быстродействующих преобразователей22

Передающие ЦАП для телекоммуникационных систем24

Видеокодек в стандарте JPEG200025

АЦП повышенной надежности26

Преобразователи для беспроводных систем телекоммуникаций третьего поколения27

Комбинированный синтезатор с преимуществами ФАПЧ и прямого цифрового синтеза28

Сдвоенные быстродействующие АЦП нового поколения

В современных приемниках сигналов для беспроводных систем связи и в системах сбора данных с низким потреблением одним из основных компонентов, определяющим метрологические характеристики, рассеиваемую мощность, габаритные размеры и стоимость системы в целом, является аналого-цифровой преобразователь.

Фирма Analog Devices разработала новое семейство сдвоенных быстродействующих АЦП, полностью отвечающих системным требованиям. Разрешение преобразователей этого семейства находится в пределах от 10 до 14 разрядов, а частота выборки – от 20 до 65 МГц (для 10-разрядных АЦП эта частота составляет 120 МГц). Преобразователи этого семейства совместимы между собой по выводам, что обеспечивает гибкость проектирования систем и позволяет легко оптимизировать их технические параметры и мощностные характеристики.

В состав семейства входят следующие преобразователи:

- 12-разрядный АЦП AD9238 с частотой выборки 20, 40 и 65 МГц, обеспечивающий оптимизацию потребляемой мощности, выборку сигналов промежуточной частоты, имеющий гибкий выходной интерфейс и выпускаемый в корпусе LFCSP размерами 9×9 мм
- 10-разрядный АЦП AD9216 с частотой выборки от 65 до 120 МГц, который предназначен для прямого цифрового преобразования сигналов в беспроводных телекоммуникациях и аппаратуре спутниковой связи
- 14-разрядный АЦП AD9248 с частотой выборки 20, 40 и 65 МГц, предназначенный для построения недорогих приемников в цифровых системах связи.

Совместимые по выводам сдвоенные 10-, 12- и 14-разрядные АЦП высокого быстродействия

- AD9216: 10 BITS, 65MSPS to 120MSPS
- AD9238: 12 BITS, 20MSPS to 65MSPS
- AD9248: 14 BITS, 20MSPS to 65MSPS
- OPTIMIZED FOR POWER CONSUMPTION AND PERFORMANCE

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Отношение сигнал/шум, дБ *	Динамический диапазон неискаженного сигнала, дБн *	Мощность потребл. на канал, мВт	Стоимость на канал, \$
AD9216	10×2	65/80/105/120	58.0	75	90	5.49 **
AD9238	12×2	20/40/65	70.0	85	90	6.57
AD9248	14×2	20/40/65	73.5	85	90	14.69

* На частоте 39 МГц.
** Цена FOB USA в партии 1000 шт.



Перевод с английского В. Романова.

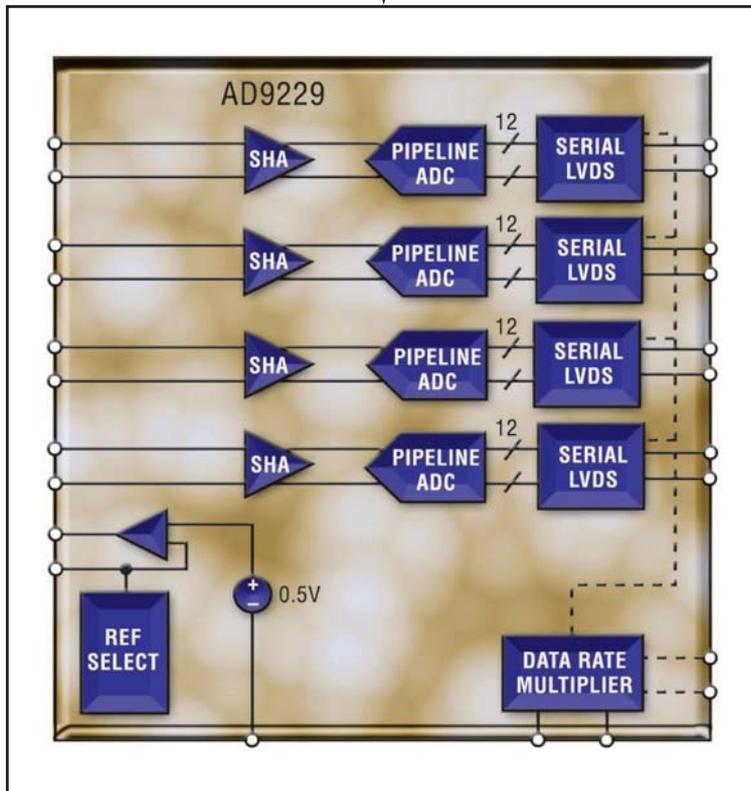
Новое семейство недорогих счетверенных быстродействующих АЦП для микроминиатюрных систем

В системах с большим количеством АЦП обеспечить одновременно низкую потребляемую мощность и малые габаритные размеры практически невозможно. При росте количества АЦП увеличиваются размеры печатной платы за счет большого числа проводников, особенно, если АЦП имеют параллельный выходной интерфейс. Кроме того, с увеличением скорости преобразования растет потребляемая системой мощность.



Фирма Analog Devices анонсировала новое семейство недорогих счетверенных быстродействующих АЦП, предназначенных для оптимальных по стоимости и габаритам систем. Новое семейство АЦП имеет последовательный LVDS-интерфейс (Low Voltage Differential Signaling), что упрощает проектирование печатной платы, сокращает число проводников на ней и уменьшает ее габариты.

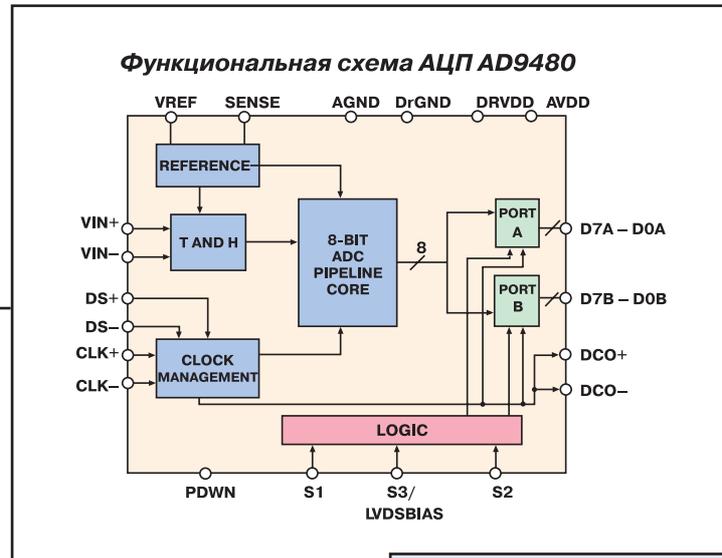
AD9289 и AD9229 – первые в новом семействе преобразователи с частотой выборки 65 МГц, напряжением питания 3 В и разрядностью от 8 до 12 бит. Эти преобразователи являются законченными устройствами со встроенным мультиплексором, последовательным LVDS-интерфейсом и с отношением сигнал/шум 68 дБ.



Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Макс. частота выходных данных, МГц	Мощность потребления на канал, мВт	Отношение сигнал/шум, дБ	Тип корпуса	Стоимость на канал, \$
AD9289	4×8	65	520	82.5	47.5	64-BGA	2.63
AD9229	4×12	50/65	780	235.0	70.0	64-CSP	6.25

Быстродействующий АЦП для измерительных приборов

Во многих системах связи и измерительных приборах обеспечение высокой скорости и точности преобразования в рамках одного АЦП является одним из основных требований. Улучшение одного параметра за счет ухудшения другого не позволяет обеспечить системные требования. Новый АЦП фирмы Analog Devices AD9480 имеет одновременно достаточно высокую точность (8 разрядов) и быстродействие (частота выборки 250 МГц). Благодаря высокой скорости и линейности преобразования данный АЦП стал новым стандартом для преобразователей такого класса.

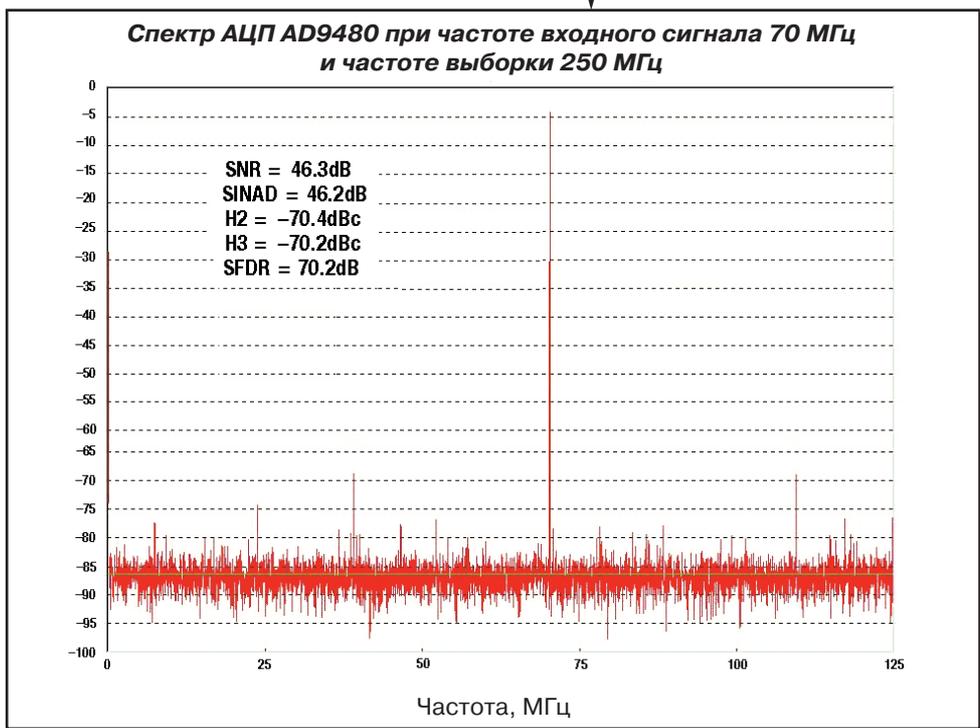


AD9480

\$24.20

- совместим по выводам с преобразователем AD9054A, что обеспечивает простоту модернизации путем замены на данный АЦП
- LVDS-интерфейс упрощает синхронизацию и улучшает помехоустойчивость АЦП
- имеет высокую линейность:
 - дифференциальная нелинейность ± 0.25 EMP
 - интегральная нелинейность ± 0.5 EMP
- имеет экономичный режим потребления
- входной диапазон от 0.5 до 1 В от пика к пику
- вход симметричный или несимметричный

- ПРИМЕНЕНИЕ**
- цифровые осциллографы
 - системы сбора данных
 - цифровые системы ослабления предсказаний в цепях обратной связи
 - радиоприемники сетей "от точки к точке"



Широкополосные ЦАП с LVDS-интерфейсом для систем передачи данных

Спектр частот в системах передачи данных постоянно расширяется в связи с распространением мобильного Интернета, передачи изображений и т.п. Для удовлетворения возрастающих требований к системам телекоммуникаций необходимо расширять полосу частот каналов передачи данных и увеличивать отношение сигнал/шум.



Семейство ЦАП AD9723/AD9724/AD9725/AD9726 с LVDS-интерфейсом имеет высокую частоту выборки (до 600 МГц) и широкий динамический диапазон. Минимальные интермодуляционные искажения и низкие шумы обеспечивают гибкое распределение частот и упрощают проектирование систем телекоммуникаций на основе ЦАП этого семейства.

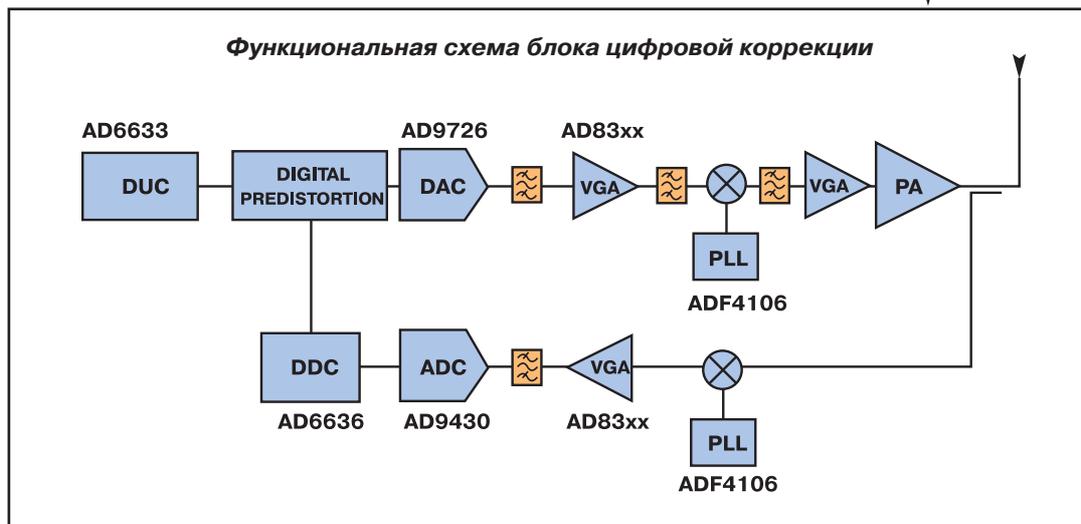


Развертывание видеоизображения по запросу требует повышающего преобразования квадратурного амплитудно-модулированного сигнала из частотного диапазона 50 МГц в радиочастотный диапазон 860 МГц. Транспонирование спектра в область высоких частот, как правило, невозможно без повышающих преобразователей, при этом увеличиваются размеры печатной платы и потребляемая мощность устройства в целом. Преобразователи нового семейства AD972x обеспечивают прямой синтез сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией в радиочастотном диапазоне благодаря минимальному взаимному влиянию соседних каналов и высокому отношению мощности несущей к шуму.



Линеаризация передаточной характеристики усилителя мощности

В соответствии с требованиями современных стандартов к беспроводным системам связи частота синтезируемых сигналов должна быть существенно увеличена. В то же время КПД и линейность усилителя мощности уменьшаются в области высоких частот. В связи с этим для повышения КПД в состав усилителя мощности вводят цепи линеаризации. Эти цепи обеспечивают предварительную высокочастотную коррекцию, причем это связано с изменением передаваемого сигнала с целью компенсации искажений, вносимых усилителем мощности. Трудности обеспечения такой коррекции связаны с необходимостью учета высокочастотных гармоник передаваемого сигнала, что, в свою очередь, приводит к необходимости расширения частотного диапазона передающего тракта. Этот диапазон не менее чем в семь раз должен превышать максимальную полосу частот передаваемого сигнала на выходе усилителя мощности. Семейство ЦАП AD972x является идеальным для решения подобной задачи, так как преобразователи этого семейства имеют необходимую для синтеза с коррекцией частоту выборки и обеспечивают максимальную линейность выходного сигнала на высокой частоте.



Тип ЦАП	Разрешение, бит	Динамический диапазон неискаженного сигнала, дБн *	Интермодуляционные искажения, дБн *
AD9723	10	55	65
AD9724	12	59	69
AD9725	14	63	73
AD9726	16	65	75

* На частоте 140 МГц.

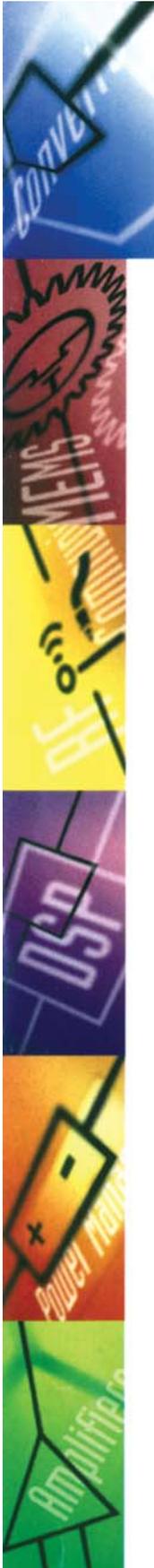


Таблица параметров быстродействующих преобразователей

Быстродействующие АЦП						
Тип преобразователя	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Напряж. питания аналог. цепей, В	Мощность потребления, мВт	Особенности	
AD9066	2×6	60	5	400	широкополосные квадратурные преобразователи	
AD9280	8	32	3...5	95	совместим по выводам с AD876	
AD9057	8	40/60/80	5	192/205/220	сдвоенная версия AD9059	
AD9283	8	50/80/100	3.3	80/90/90	совместим по выводам с AD9057	
AD9054A	8	135/200	5	600/640	демультиплексор на выходе	
AD9480	8	250	3.3	450	LVDS-интерфейс, совместим по выводам с AD9054A	
AD9281	2×8	28	3...5	225	одна шина данных	
AD9059	2×8	60	5	400	один вход тактовых импульсов	
AD9288	2×8	40/80/100	3.3	156/171/180	два входа TU, две шины данных	
AD9483	3×8	100/140	5	1000	RGB-входы	
AD9289	4×8	65	3	330	последовательный LVDS-интерфейс	
AD9200	10	20	3...5	80	совместим по выводам с AD876	
AD9203	10	40	3.3	74	внутренний ограничитель	
AD9051	10	60	5	250	селективный выбор диапазона	
AD9214	10	65/80/105	3.3	190/250/285	совместим по выводам с AD9235	
AD9215	10	65/80/105	3.3	75/90/120	совместим по выводам с AD9235	
AD9070	10	100	+5 или -5	600	ECL-входы	
AD9071	10	100	5	450	TTL-входы	
AD9410	10	210	3.3 или 5	2100	демультиплексор на выходе	
AD9201	2×10	20	3...5	215	совместим по выводам с AD9281	
AD9216	2×10	60/80/105/120	3	180	совм. по выводам со сдвоен. 12-/14-разр. АЦП этого семейства	
AD9218	2×10	40/65/80/105	3.3	350/550	совместим по выводам с AD9288	
AD6600	11	20	5	775	2-канальный с автоматическим управлением усиления	
AD9221/23/20/22/ AD9224/AD9226	12	1.5/3/10/25/40/65	5	59/100/250/ 290/415/475	совместимы по выводам с семейством AD922x	
AD9235/AD9236	12	20/40/65/80	3.3	90/165/300/400	совместимы по выводам с AD9215	
AD9042	12	41	5	595	температурный диапазон Military (для военной промышленности)	
AD6640	12	65	5	710	для систем с мультисессиими	
AD9432	12	80/105	5	790/850	для широкополосных систем	
AD9433	12	105/125	5	1275/1350	совместим по выводам с AD9432	
AD9430	12	170/210	3.3	1100/1300	LVDS-интерфейс или мультиплексированный выход	
AD9238	2×12	20/40/65	3	180	совместим по вывод. с семейст. сдвоенных 10-/14-разр. АЦП	
AD9248	2×14	20/40/65	3	180	совм. по выводам с семейством сдвоен. 10-/12-разр. АЦП	
AD9229	4×12	50/65	3	940/1250	последовательный LVDS-интерфейс	
AD7484	14	3	5	90	позарядный АЦП	
AD9241/43/AD9240	14	1.25/3.0/10	5	65/110/285	совместимы по выводам с семейством AD924x	
AD6644	14	40/65	5	1300	часть ИМС SoftCell	
AD9244	14	40/65	5	400/550	совместим по выводам с AD9226	
AD9245	14	80	3.3	450	совмест. по выводам с AD9235/AD9236	
AD6645	14	80/105	5	1500	совместим по выводам с AD6644	
AD9260	16	2.5	5	600	АЦП со сверхвыборкой	

Быстродействующие ЦАП						
Тип преобразователя	Разреш., бит	Частота выборки, МГц	Напряжение питания, В	Мощность потребл., мВт	Особенности	Особенности
AD9708/AD9760/62/64	8/10/12/14	125	3 или 5	195	семейство передающих ЦАП первого поколения	
AD9750/AD9752/AD9754	10/12/14	125	5	185	семейство передающих ЦАП второго поколения	
AD9748/AD9740/42/44	8/10/12/14	165	3.3	135	семейство передающих ЦАП третьего поколения	
AD9709/AD9763/65/67	2×8/10/12/14	125	3 или 5	380	двухканальный, неточность согласования каналов 0.1 %	
AD9751/AD9753/AD9755	10/12/14	300/150	3.3	180	семейство передающих ЦАП	
AD9761	2×10	40	3 или 5	200	недорогой, двухканальный интерполирующий ЦАП	
AD9774	14	32/128	3 или 5	945	четыре интерполирующих ЦАП	
AD9772A	14	160/400	3.3	250	интерполирующий ЦАП с мультиплексимми	
AD9773/AD9775/AD9777	2×12/14/16	160/400	3.3	1200	сдвоенный передающий ЦАП	
AD9782/AD9784/AD9786	12/14/16	160/500	2.5 или 3.3	1000	передающ. ЦАП, сверхнизк. уровень шумов и искажен.	
AD9723/24/25/AD9726	10/12/14/16	600+	2.5 или 3.3	900	ЦАП с LVDS-интерфейсом	

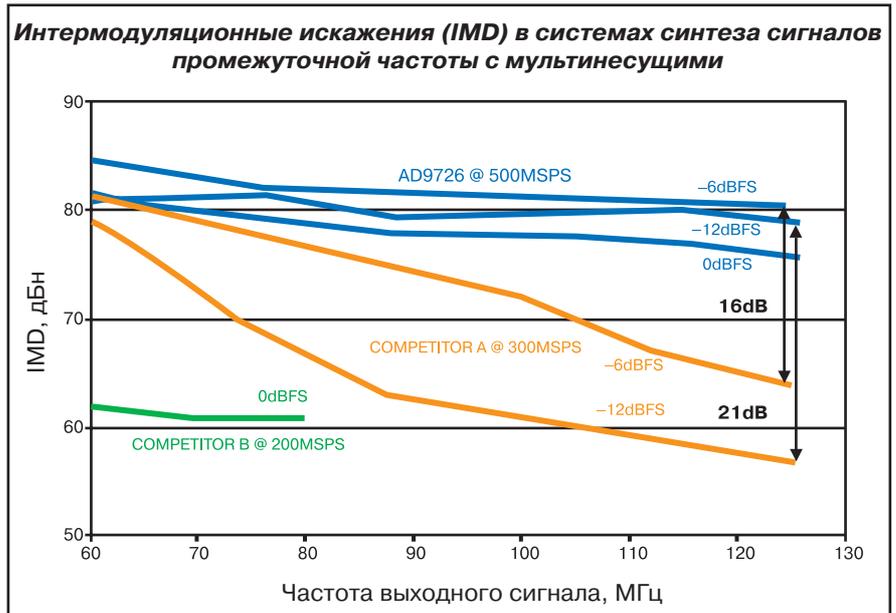
Прямые цифровые синтезаторы						
Тип синтезатора	Частота задающего генератора, МГц	Напряжение питания, В	Макс. мощность рассеяния, мВт	Особенности	Особенности	Особенности
AD9832	25	3.3 или 5.0	120	миниатюрный корпус, последовательный вход		
AD9831	25	3.3 или 5.0	120	малая потребляемая мощность, недорогой		
AD9833	25	2.5...5.5	20	корпус 10-MSOP		
AD9834	50	2.5...5.5	25	встроенный компаратор, корпус 20-TSSOP		
AD9835	50	5.0	200	последовательный вход, недорогой, миниатюрный корпус		
AD9830	50	5.0	300	недорогой с параллельным входом		
AD9850	125	5.0	480	встроенный компаратор		
AD9851	180	3.0 или 3.3 или 5.0	650	встроенный компаратор и умножитель частоты		
AD9852/AD9854	300	3.3	1200	быстродействующий компаратор, программируемый умножитель		
AD9858	1000	3.3	2000	150 МГц фазочастотный детектор		
AD9951	400	1.8	<200	последовательный программ. интерфейс (ППИ)		
AD9952	400	1.8	<200	последовательный программ. интерфейс, встроенный компаратор		
AD9953	400	1.8	<200	послед. программ. интерфейс, RAM-память для выбора частоты и фазы		
AD9954	400	1.8	<200	ППИ, RAM-память для выбора частоты и фазы, возможность качания частоты		
AD9956	400	1.8	75	совмещенный DDS-синтезатор с ФАПЧ с частотой до 2.6 ГГц		
AD9859	400	1.8	<200	последовательный цифровой повышающий интерфейс		
AD9856/AD9857	200	3.0/3.3	1.6/2.0	квадратурный цифровой повышающий преобразователь		

Интерфейсы смешанных сигналов						
Тип интерфейса	Напряжение питания, В	Макс. мощность рассеяния, мВт	Разрешение АЦП, бит	Частота выборки АЦП, МГц	Разрешение ЦАП, бит	Тактовая частота ЦАП, МГц
AD9860	3.3	1000	10	64	12	128
AD9861	3.3	500	10	80	10	200
AD9862	3.3	1000	12	64	14	128
AD9863	3.3	500	12	50/80	12	200
AD9865	3.3	500	10	80	10	200
AD9866	3.3	500	12	80	12	200
AD6650	3.3	1200	12×2	26	–	–
AD6652	3.3	1700	12×2	65	–	–
AD6654	1.8/3.3/5.0	2400	14	92.16	–	–
AD9870	3.3	138	16	18	–	–
AD9875	3.3	700	10	55	10	128
AD9975	3.3	700	10	55	10	128
AD9876	3.3	700	12	55	12	128
AD9877	3.3	1000	1×12/2×8	33/16.5	12	232
AD9879	3.3	650	1×12/1×10/2×7	33/33/16.5	12	232
AD9874	3.3	60	16	18	–	–

Лучшие промышленные ЦАП высокого быстродействия для проводных и беспроводных телекоммуникаций

Одной из важных проблем является разработка микроэлектронных генераторов сигналов с высокими характеристиками. Для решения этой проблемы фирмой Analog Devices создан набор быстродействующих ЦАП, отличающихся высокими техническими характеристиками. Отметим, что фирма Analog Devices является самым крупным в мире производителем быстродействующих ЦАП, среди которых нетрудно выбрать преобразователь, полностью отвечающий системным требованиям.

Кратко остановимся на особенностях двух последних семейств 16-разрядных ЦАП высокого быстродействия: AD9782/AD9784/AD9786 и AD9723/AD9724/AD9725/AD9726. Это первые в мире промышленные ЦАП с частотой выборки более 600 МГц. Минимальные шумы и искажения данных ЦАП обеспечивают передачу информации в проводных и беспроводных системах связи с мультинесущими и поддерживают высокое качество синтезируемого сигнала в измерительных системах и тестовом оборудовании. Высокие параметры промышленных ЦАП непременно приведут к созданию больших объемов продукции на их основе и, в первую очередь, таких изделий, как интерфейсы смешанных сигналов, широкополосные системы проводной и беспроводной связи, xDSL-чипсеты и т.п. Если Вы остановите свой выбор на высококачественных ЦАП фирмы Analog Devices, успех Вашим разработкам будет обеспечен.



Передающие ЦАП для телекоммуникаций

В 1996 году фирма Analog Devices разработала первый промышленный CMOS ЦАП, предназначенный для систем телекоммуникаций. Семейство AD976x CMOS ЦАП, получивших название TxDAC (Transmit DAC), значительно превосходило по своим параметрам BiCMOS ЦАП, при этом потребление новых ЦАП было существенно снижено. Развитие CMOS ЦАП в скором времени привело к созданию новых преобразователей типа AD9754 и AD9744, которые выпускались в корпусах TSSOP и LFCSP. Постоянное обновление технологии в сочетании с цифровой интерполяцией дает возможность снизить требования к аналоговым фильтрам на выходе ЦАП. Новые компоненты содержат фильтры Гильберта, блоки модуляции и самокалибровки, позволяющие в процессе эксплуатации обеспечить максимальное согласование наклона и смещения передаточных характеристик в разных каналах системы связи. Перечисленные особенности позволяют повысить гибкость системы и улучшить параметры ЦАП.

Постоянное совершенствование технологии и схемотехники ЦАП в ближайшем будущем позволит создать ЦАП с такими параметрами:

- частота выборки 1 ГГц
- частота синтезируемых сигналов промежуточной частоты 500 МГц.

Высокая степень интеграции дает возможность встраивать в ЦАП узлы с широким набором системных функций.

В программе фирмы Analog Devices еще много оригинальных решений, которые ждут своей реализации. Учитывая это, Analog Devices и в дальнейшем надеется сохранить лидирующие позиции в области передающих ЦАП.

Видеокодек в стандарте JPEG2000

Цифровое изображение широко распространено в бытовой аппаратуре, промышленности, научном и военном приборостроении. В таких системах требуется хранить изображение в компактной форме. Кроме того, пользователю необходимо, чтобы формат изображения соответствовал международному стандарту, был экономичным, а изделия на его основе не облагались пошлиной. Существующие стандарты сжатия изображения MPEG и JPEG имеют как преимущества, так и недостатки, однако пользователю нужен один стандарт, который обеспечивал бы сжатие как подвижных, так и неподвижных изображений.

Видеокодек в стандарте JPEG2000



ADV202BBC-115

\$ 29.90

ADV202BBC-150

\$ 39.98



JPEG2000 – новый стандарт сжатия подвижных и неподвижных изображений. Основные производители средств визуализации являются членами JPEG-комитета, который утвердил новый стандарт. Этот стандарт де-факто стал международным, им пользуются в американских правительственных институтах, НАТО и других организациях. Стандарт JPEG2000 является самым эффективным на сегодняшний день стандартом сжатия изображений и отличается от разработанных ранее стандартов JPEG и MPEG следующими особенностями:

- имеет динамическую скорость передачи битов и контроль качества, обеспечивает изменение масштаба и построение изображения с изменением разрешения в зависимости от применения
- обеспечивает сжатие информации без потерь или с потерями как для подвижных, так и неподвижных изображений
- имеет меньшую погрешность восстановления, чем стандарты JPEG и MPEG, изделия на его основе в отличие от MPEG4 не облагаются пошлиной.

ИМС ADV202 – кодек, обеспечивающий сжатие/восстановление изображений в стандарте JPEG2000. Кодек снабжен необходимыми вычислительными блоками (например, сигнальными процессорами для обработки подвижных изображений в реальном масштабе времени), чтобы обеспечить высокую степень сжатия изображений с большим разрешением. В дополнение ко всем функциям, которые отвечают требованиям стандарта JPEG2000, кодек ADV202 имеет следующие особенности:

- ADV202 не использует внешнюю память в отличие от кодеков, работающих в стандартах MPEG и JPEG, размеры корпуса кодека ADV202 – 12×12 мм для сжатия стандартного изображения и 13×13 мм – для изображений высокой четкости
- кодек ADV202 принимает изображение размерами 2048 пикселей в однокомпонентном и 4096 – в трехкомпонентном режиме
- видеоинтерфейсы кодека поддерживают следующие форматы: ITU.R-BT656, SMPTE 125M PAL/NTSC и др.
- гибкий хост-интерфейс на основе асинхронной SRAM-памяти обеспечивает сопряжение с 16- и 32-разрядными микроконтроллерами и заказными БИС.

АЦП повышенной надежности для автомобильных и авиакосмических дисплеев

В связи с увеличением объема информации, подлежащей визуализации, плоские индикаторные панели и дисплеи все шире применяются в автомобилях, реактивных самолетах и других системах, работающих в жестких условиях эксплуатации. В подобных индикаторных панелях и дисплеях для лабораторных условий эксплуатации применяются быстродействующие АЦП для кодирования графической информации и видеосигналов. Отличие между лабораторными и промышленными дисплеями состоит в том, что в последних должны применяться электронные компоненты повышенной надежности. При этом повышенная надежность не должна обеспечиваться за счет ухудшения других параметров АЦП. В связи с тем, что сигнальный тракт индикаторной панели или дисплея предназначен для передачи цифровых данных, качество этих данных, а значит и качество изображения, определяется параметрами АЦП, преобразующего аналоговый сигнал в код.

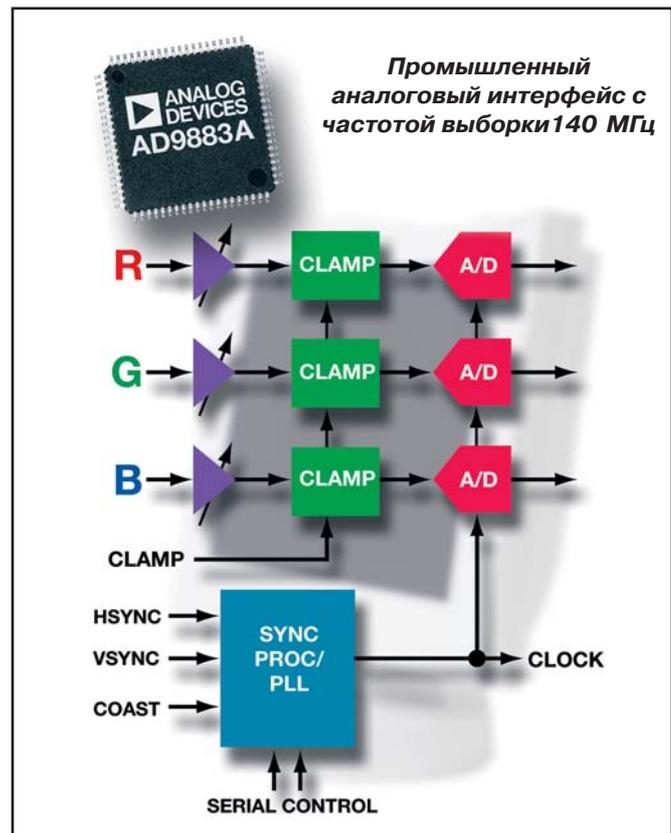
Качество изображения на экране дисплея зависит от дифференциальной нелинейности, частотного диапазона сигнала полной мощности, точности передаточной характеристики, дрожания тактовых импульсов и других параметров АЦП.



ИМС AD9883A – первый промышленный аналоговый интерфейс с температурным диапазоном от -40 до 85 °С, предназначенный для использования в автомобильной и авиакосмической промышленности, а также в других системах, работающих в жестких условиях эксплуатации. В составе интерфейса три АЦП с частотой выборки 140 МГц. Дрожание импульсов синхронизации – не более 500 пс при частоте выборки 140 МГц. В ИМС AD9883A имеются цепи регулировки смещения и наклона передаточной характеристики, обеспечена полная синхронная обработка сигналов и фиксация уровня середины шкалы. Интеграция в одном корпусе трех быстродействующих АЦП и других узлов обработки смешанных сигналов позволяет снизить стоимость и сократить сроки проектирования законченного изделия. Благодаря простоте использования новая ИМС может найти широкое применение в плоских индикаторных панелях и дисплеях различного назначения. При этом гарантируется высокое качество изображения.

Параметры аналоговых интерфейсов для индикаторных панелей и дисплеев

Наименование параметра	AD9883A	AD9882	AD9888
Макс. частота выборки АЦП, МГц	140	140	205
Напряжение питания, В	3.3	3.3	3.3
Мощность рассеяния, мВт	650	650	990
Тип корпуса	80-LQFP	100-LQFP	128-LQFP
Регулировка смещения и наклона	+	+	+
Фазовая синхронизация	+	+	+
Синхронная обработка	+	+	+
Диапазон рабочих температур, °С	-40...85	0...70	0...70
Цифровой видеоинтерфейс	-	+	+



- диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С, что позволяет использовать ИМС AD9883 в автомобильной и авиакосмической промышленности, а также в других системах, работающих в жестких условиях эксплуатации
- частота выборки 140 МГц обеспечивает графическое разрешение в стандарте SXGA на уровне 1280×1024 пикселей при частоте регенерации 75 Гц
- дрожание импульсов синхронизации при частоте выборки 140 МГц составляет не более 500 пс
- внутренняя регулировка смещения и наклона передаточной характеристики и синхронная обработка по трем каналам
- фиксация средней точки шкалы для применения в TV-приемниках.

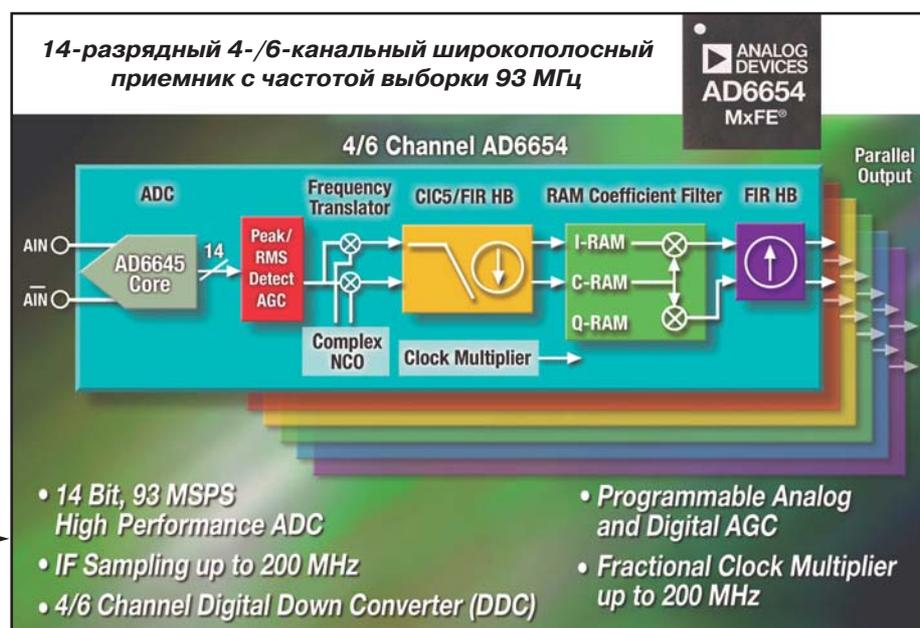
Широкополосные интегральные приемники с мультинесущими для систем спутниковой связи третьего поколения

Начал усиленно развиваться рынок систем телекоммуникаций третьего поколения. Появились базовые станции третьего поколения в стандартах CDMA2000, UMTS и TD/SCDMA. Наряду с технологиями третьего поколения, новые системы телекоммуникаций поддерживают мобильные средства передачи голосовых сообщений, мультимедийную обработку и т.п. Мобильные средства телекоммуникаций должны обеспечивать связь в различных частях земного шара в соответствии с требованиями не одного, а нескольких стандартов, что является хорошим стимулом для разработчиков телекоммуникационного оборудования и провайдеров телекоммуникационных услуг.



Новый преобразователь смешанного типа AD6654 фирмы Analog Devices содержит 14-разрядный АЦП и 6-канальный цифровой понижающий преобразователь. Такое устройство выполняет эффективную обработку сигналов с мультинесущими и заменяет традиционные ИМС, в составе которых имеются АЦП с высокоскоростной передачей данных в блок понижающего преобразователя. В дополнение новый преобразователь позволяет сэкономить число входящих в него компонентов, что на 20 % снижает его стоимость и позволяет использовать его в мобильных средствах телекоммуникаций третьего поколения. АЦП имеет 14-разрядное разрешение, содержит УВХ на входе и внутренний опорный источник. Входной сигнал частотой 200 МГц кодируется с частотой выборки 92.16 МГц за счет применения технологии субдискретизации. Отношение сигнал/шум составляет 74.5 дБ, динамический диапазон неискаженного мультитонового сигнала находится в пределах 100 дБ. Выход АЦП подключается непосредственно ко входу цифрового приемника, в котором имеются понижающий преобразователь, дециматор и цифровой фильтр. Понижающий преобразователь в составе ИМС AD6654 обеспечивает обработку до шести каналов в стандарте UMTS, CDMA2000 или TD/SCDMA. Каждый канал может быть реконфигурирован в процессе эксплуатации, работает независимо от остальных каналов и включает в себя цепочку обрабатываемых элементов, таких как частотный транслятор, программируемый фильтр-дециматор, узел автоматической регулировки усиления, который позволяет оптимизировать динамический диапазон системы в целом. ИМС AD6654 содержит умножитель частоты тактовых импульсов с дробным коэффициентом, в котором частота тактовых импульсов АЦП используется для формирования частоты понижающего преобразователя вплоть до 200 МГц. Внутренняя ФАПЧ позволяет оптимизировать частоту цифрового потока данных независимо от частоты выборки АЦП, что обеспечивает наилучший режим децимации и фильтрации. Два 16-разрядных параллельных порта позволяют согласовать скорость выходных данных с требованиями выбранного стандарта. Встроенный интерполятор обеспечивает увеличение скорости выходных данных и повышение эффективности выходного фильтра. В дополнение каждый параллельный порт содержит узел регулировки усиления для масштабирования выходных данных.

Более подробную информацию об этой ИМС можно найти по адресу: www.analog.com/AD6654



Микросхема прямого цифрового синтезатора с быстрой перестройкой частоты и встроенным узлом ФАПЧ

Прямые цифровые синтезаторы отличаются быстрой перестройкой частоты, высоким разрешением настройки, возможностью качания частоты, однако максимальная выходная частота цифровых синтезаторов не всегда отвечает требованиям, предъявляемым к радиочастотным системам. Синтезаторы на основе ФАПЧ работают в гигагерцовом диапазоне, однако точность настройки этих синтезаторов невысока.

Решение

ИМС AD9956 сочетает достоинства цифровых и аналоговых синтезаторов: частотный диапазон AD9956 соответствует синтезаторам на основе ФАПЧ, а точность и скорость перестройки частоты – цифровым синтезаторам. Эта микросхема выполнена по запатентованной фирмой Analog Devices технологии AgileRF™, которая обеспечивает быструю перестройку частоты, характерную для прямых цифровых синтезаторов. В ее составе содержится узел прямого цифрового синтезатора с частотой выборки 400 МГц, длиной настроечного слова 48 бит и разрядностью ЦАП 14 бит, а также узел синтезатора на основе ФАПЧ с максимальной выходной частотой 2.7 ГГц, включающий в себя предварительный делитель частоты, фазовый детектор и генератор подкачки. Кроме того, в составе ИМС AD9956 имеется PECL-драйвер. Несмотря на такое количество высокоскоростных узлов, ИМС синтезатора потребляет не более 500 мВт. Основное применение эта ИМС найдет в синтезаторах на основе перестраиваемого гетеродина, радаров с внутриимпульсной линейной модуляцией, автомобильных радаров, тестовом оборудовании, драйверах оптико-акустических систем и т.п.



- прямой цифровой синтезатор с частотой выборки 400 МГц, напряжением питания 1.8 В и 14-разрядным ЦАП на выходе
- длина настроечного слова 48 бит
- синтезатор на основе ФАПЧ с максимальной выходной частотой 2.7 ГГц
- фазовый шум на выходе ЦАП при частоте сдвига 1 кГц составляет 135 дБн/Гц
- динамический диапазон неискаженного сигнала на частоте 130 МГц при частоте сдвига ± 100 кГц составляет 80 дБ
- тип корпуса 48-MLF

www.analog.com

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 Munich
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

ул. Жилинская, 29
а/я 942
01033 Киев, Украина
Тел.: +380 44-227-2262
Факс: +380 44-227-3668
E-mail:
info@vdm.kiev.ua
Интернет:
<http://www.vdm.kiev.ua>

www.elecom.kiev.ua

Электронные компоненты - поставки

Поставка любых видов электронных компонентов (в том числе особо редких, труднодоступных и снятых с производства) общей номенклатурой более 50 миллионов наименований.
Наши партнеры-производители: Apex, Eurofarad, Hakel, Honeywell, Vibro-Meter, Endeveco, НПП "МЕРА".

Украина 01135, г.Киев, ул. Павловская, 29
Тел.: +38 (044) 216-70-10 Факс: +38 (044) 461-79-90
web: www.elecom.kiev.ua e-mail: office@elecom.kiev.ua

Измерительная
техника

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

Дистрибьютор

HAMEG, METEX INSTRUMENTS,
TEKTRONIX



Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29
тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668
e-mail: info@vdm.kiev.ua, www.vdm.kiev.ua

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ КАБЕЛЬНЫЙ ЭКВАЛАЙЗЕР НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПРИЕМНИКА И АНАЛОГОВЫХ КЛЮЧЕЙ *

При организации локальных вычислительных сетей, как правило, используются кабели, выполненные из неэкранированных витых пар типа Category-5 или Cat-5. С увеличением скорости передачи данных потери в таких кабелях растут, поэтому в качестве кабельных приемников сигналов используются специальные выравнивающие схемы, получившие название эквалайзеров. Один из таких приемников рассматривается в настоящей публикации.

Jonathan Pearson (Analog Devices)

Для разработки оптимальной схемы кабельного эквалайзера необходимо прежде всего знать частотную характеристику кабеля. Частотные характеристики кабеля типа Cat-5 в зависимости от его длины приведены на рис. 1. В табл. 1 представлены значения за-

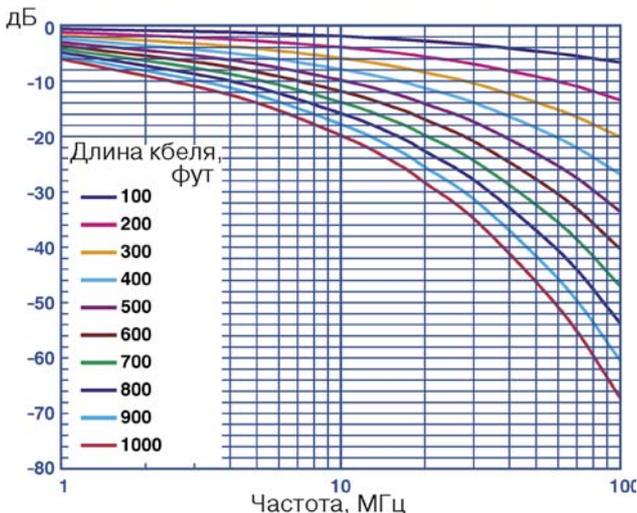


Рис. 1. Частотные характеристики кабеля типа Cat-5 в зависимости от его длины

туханий сигнала в кабеле через каждые 100 футов (~30 м) в диапазоне частот от 1 до 100 МГц. На основании данных рис. 1 и табл. 1 можно построить математическую модель передаточной характеристики кабеля и в соответствии с ней разработать эквалайзер, позволяющий наилучшим образом компенсировать потери в таком кабеле. Отметим, что эквалайзеры, построенные на основе только пассивных цепей, имеют ограничения, поэтому базовыми элементами таких устройств являются дифференциальные усилители. Причем, такие усилители должны иметь минимальный уровень шумов и широкий частотный диапазон. Кроме того, данные усилители должны обеспечивать частотнозависимое преобразование (с усилением) сим-

метричного входного в несимметричный выходной сигнал. В качестве такого усилителя может быть использована ИМС фирмы Analog Devices AD8129, функциональная схема которой представлена на рис. 2. В отличие от обычного операционного усилителя, в

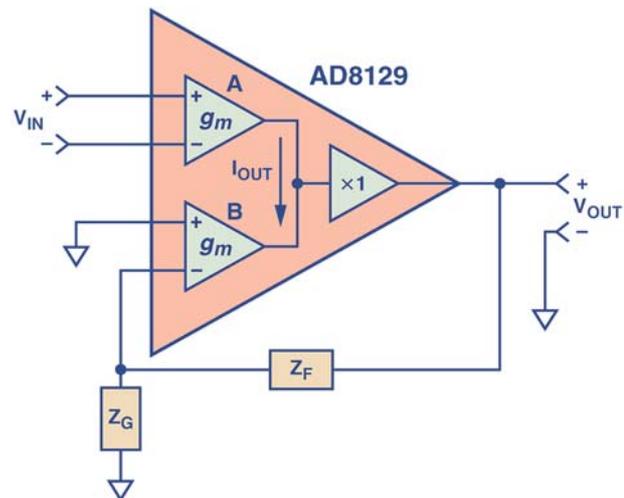


Рис. 2. Функциональная схема дифференциального усилителя AD8129

ИМС AD8129 дифференциальный вход и цепь обратной связи разделены. Два входных усилительных каскада имеют высокое входное сопротивление, большой коэффициент ослабления синфазного сигнала и минимальное рассогласование коэффициентов усиления g_m . Оба входных усилителя представляют собой усилители тока, управляемые напряжением. Два выходных тока этих усилителей суммируются на входе буферного каскада, с низкоимпедансного выхода которого снимается напряжение V_{OUT} . Значение этого напряжения можно определить из выражения

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1 + \frac{Z_f}{Z_g} \quad (1)$$

* Adjustable Cable Equalizer Combines Wideband Differential Receiver with Analog Switches // Analog Dialogue 38-07, July 2004. www.analog.com/analogdialogue, сокращенный перевод с английского В. Романова.

Зависимость величины затухания в кабеле Cat-5 от длины кабеля и частоты передаваемого сигнала

Частота, МГц	Длина кабеля, фут (м)									
	100 (30.48)	200 (60.96)	300 (91.44)	400 (121.92)	500 (152.40)	600 (182.88)	700 (213.36)	800 (243.84)	900 (274.32)	1000 (304.80)
1	0.932	0.869	0.8100	0.7550	0.7040	0.65600	0.6120	0.57000	0.53200	0.496000
4	0.866	0.750	0.6490	0.5620	0.4870	0.42200	0.3650	0.31600	0.27400	0.237000
10	0.796	0.634	0.5040	0.4020	0.3200	0.25400	0.2030	0.16100	0.12800	0.102000
16	0.750	0.562	0.4220	0.3160	0.2370	0.17800	0.1330	0.10000	0.07500	0.056300
20	0.722	0.521	0.3760	0.2710	0.1960	0.14100	0.1020	0.07350	0.05300	0.038300
31	0.663	0.440	0.2920	0.1940	0.1280	0.08510	0.0565	0.03750	0.02480	0.016500
63	0.551	0.303	0.1670	0.0920	0.0507	0.02790	0.0154	0.00846	0.00466	0.002570
100	0.462	0.214	0.0987	0.0456	0.0211	0.00973	0.0045	0.00208	0.00096	0.000444

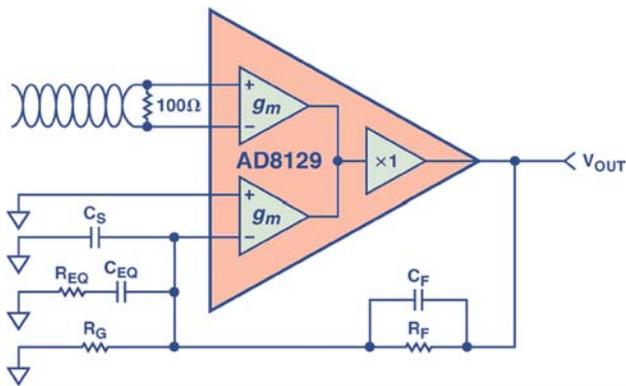


Рис. 3. Функциональная схема эквалайзера на основе усилителя AD8129

Функциональная схема эквалайзера на базе AD8129 приведена на рис. 3. Витая пара подключается к верхнему дифференциальному усилителю, в то время как нижний усилитель используется для организации цепи отрицательной обратной связи. На низких частотах коэффициент усиления A эквалайзера равен

$$A = 1 + \frac{R_f}{R_g} \quad (2)$$

Используя выражение (2), можно обеспечить компенсацию потерь в кабеле на постоянном токе и низких частотах. С ростом частоты входного сигнала коэффициент усиления усилителя изменяется и в предельном случае его значение определяется величинами емкостей в прямой и обратной цепях, т.е.

$$A = 1 + \frac{C_s}{C_f} \quad (3)$$

Таким образом, подобрав значения сопротивлений резисторов и емкости конденсаторов, можно достаточно точно скомпенсировать потери в кабеле в широкой полосе частот. Используя схему, приведенную на рис. 4, можно построить эквалайзер, с помощью которого обеспечивается компенсация потерь в широком диапазоне частот для кабелей различной длины. В этом случае при изменении длины кабеля или скорости передачи сигналов программным путем можно перестроить параметры цепи EQ. В качестве мультиплексора могут быть использованы три ИМС ADG704.

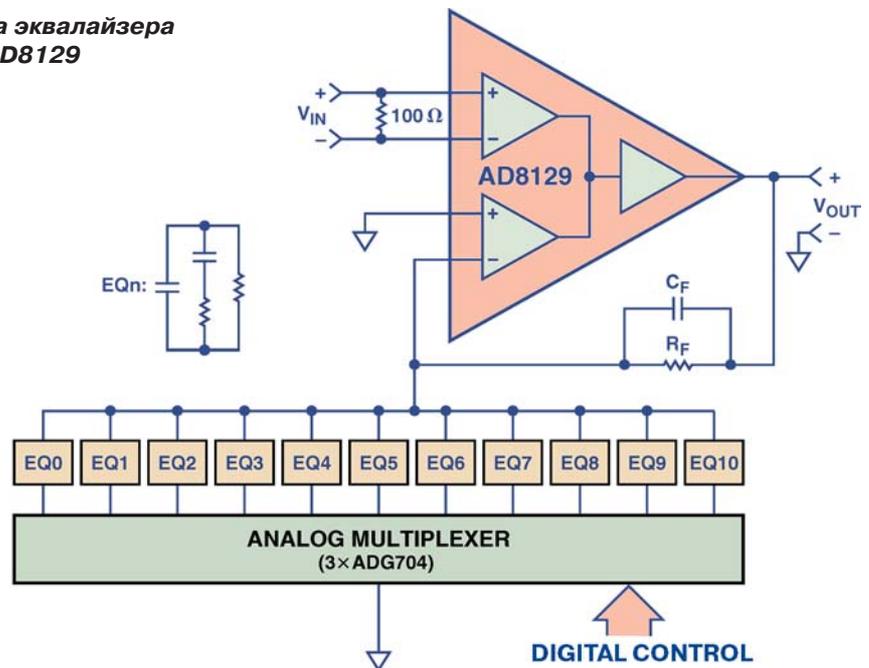


Рис. 4. Схема перестраиваемого эквалайзера на основе усилителя AD8129 и ключей ADG704

Эквалайзер, схема которого приведена на рис. 4, позволяет скомпенсировать потери в витых парах длиной до 300 м в полосе частот до 100 МГц.

ДЕТЕКТОР РАДИОСИГНАЛОВ В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ ДО 8 ГГц

В статье приводится описание выпущенной фирмой Analog Devices микросхемы логарифмического детектора AD8318, предназначенного для измерения уровня высокочастотных сигналов в полосе частот до 8 ГГц.

А. Мельниченко

Фирма Analog Devices разработала микросхему AD8318 логарифмического детектора высокочастотных сигналов, позволяющего измерять уровень сигналов базовых радиостанций в полосе частот до 8 ГГц, что более чем втрое превышает полосу частот существующих детекторов [1].

Сочетание уникальной комбинации точности и широкого динамического диапазона измеряемого сигнала позволяет использовать эту микросхему в большинстве устройств коммуникационного и связанного оборудования. Например, она позволяет производить измерение уровня сигналов в полосе частот 5 ГГц, используемой в беспроводных сетях WLAN, соответствующих стандартам IEEE 802.11a и 802.11h, а также в различных радиостанциях и радарах. Установленная в базовых радиостанциях, она позволяет стабилизировать мощность и соответственно уменьшить габариты и стоимость передатчиков [2]. Причем, точность измерения с использованием этой ИМС выше, чем диодных детекторов, а стоимость – меньше, чем применяемых в настоящее время модулей. На частотах до 5.8 ГГц погрешность измерения в динамическом диапазоне до 55 дБ не превышает ± 1 дБ, а на частоте 8 ГГц в диапазоне до 58 дБ она не выходит за пределы 3 дБ. Возможна компенсация температурного дрейфа в диапазоне температур от -40 до 85 °С, при этом достигается температурная нестабильность менее 0.5 дБ.

Микросхема представляет собой 9-каскадный логарифмический усилитель, выходной сигнал которого линейно зависит от уровня (в дБ) высокочастотного сигнала на ее входе. Выходной сигнал можно

использовать для регулирования мощности выходных каскадов передатчиков. Устройство микросхемы (рис. 1) весьма сходно с устройством микросхемы

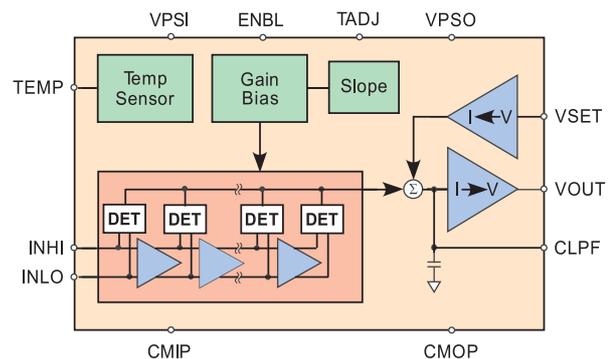


Рис. 1. Блок-схема микросхемы AD8318

детектора-контроллера AD8313 с учетом следующих отличий:

- диапазон частот расширен до 8 ГГц при динамическом диапазоне 60 дБ
- уменьшена зависимость выходного напряжения от температуры
- увеличен динамический диапазон на высоких частотах
- уменьшен шум выходного сигнала (118 мкВ в полосе 10.5 ГГц)
- добавлена регулировка полосы пропускания
- добавлен выход датчика температуры (коэффициент передачи 2 мВ/°С)

VD MAIS

Оборудование и материалы для SMT. Печатные платы



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

Дистрибутор
AIM, CHARLESWATER, ELECTROLUBE, ESSEMTEC, KOLVER, LDK, PACE, SAMSUNG, SIMATEC, TECHNOPRINT, VISION

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жиланская, 29
 тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668
 e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

ПЛАТАН-УКРАЇНА
 ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

- Активні та пасивні компоненти
- Оптикоелектронні компоненти
- Вимірювальні прилади
- Акустичні компоненти
- Пристрої індикації
- Інструмент

М. Київ, вул. Чистяківська, 2 оф. 18
 (+38 044) 442-20-88, 459-02-17
 chip@optima.com.ua
 www.platan.ru

Наклон передаточной характеристики (рис. 2) составляет -25 мВ/дБ.

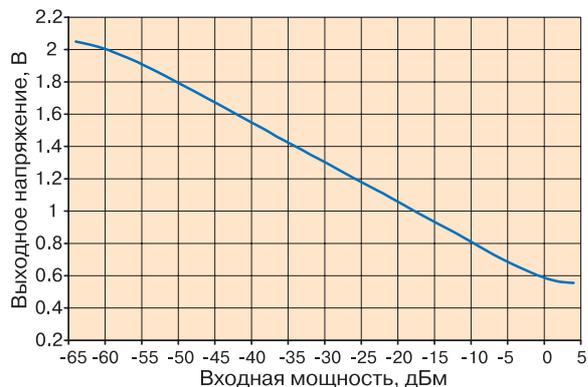


Рис. 2. Зависимость выходного напряжения от мощности входного сигнала

Датчик температуры используется для дополнительной температурной компенсации, а также мониторинга температуры. Время реакции выходного напряжения микросхемы на изменение входного сигнала

составляет 8 нс, поэтому ее можно использовать для отслеживания кратковременных пиков мощности радиосигнала.

Высокочастотный детектор изготовлен по разработанной фирмой Analog Devices технологии SOI-XFCB (Silicon on Insulator, eXtra Fast Complementary Bipolar). При этом используются технология 0.35 мкм и SiGe-npn-транзисторы с частотой единичного усиления 130 ГГц.

Напряжение питания микросхемы 5 В, потребляемый ток 65 мА. Микросхема изготавливается в корпусе 16-LFCSP (Lead-Frame Chip-Scale Package) размерами 4×4 мм. Серийное производство микросхем планируется начать со второй половины 2004 г.

Дополнительную информацию о микросхеме AD8318 можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com или в фирме VD MAIS.

ЛИТЕРАТУРА:

1. 8GHz als neuer Record // Markt&Technik, No. 27/02.07.2004.
2. AD8318, Preliminary Technical Data. – Analog Devices, PR 04/2004.

ПЛАТФОРМА ДЛЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОГО ДОСТУПА ЧЕРЕЗ ИНТЕРНЕТ

Одновременная передача видеоинформации, речи и данных по сети Интернет в настоящее время не является проблемой. Однако, до сих пор это достигалось сравнительно сложным способом. Существенно упростить решение этой задачи может применение новой платформы Blackfin-Fusiv (чипсета и программного обеспечения), на основе которой сегодня могут быть созданы современные устройства для решения задач мультисервисного доступа.

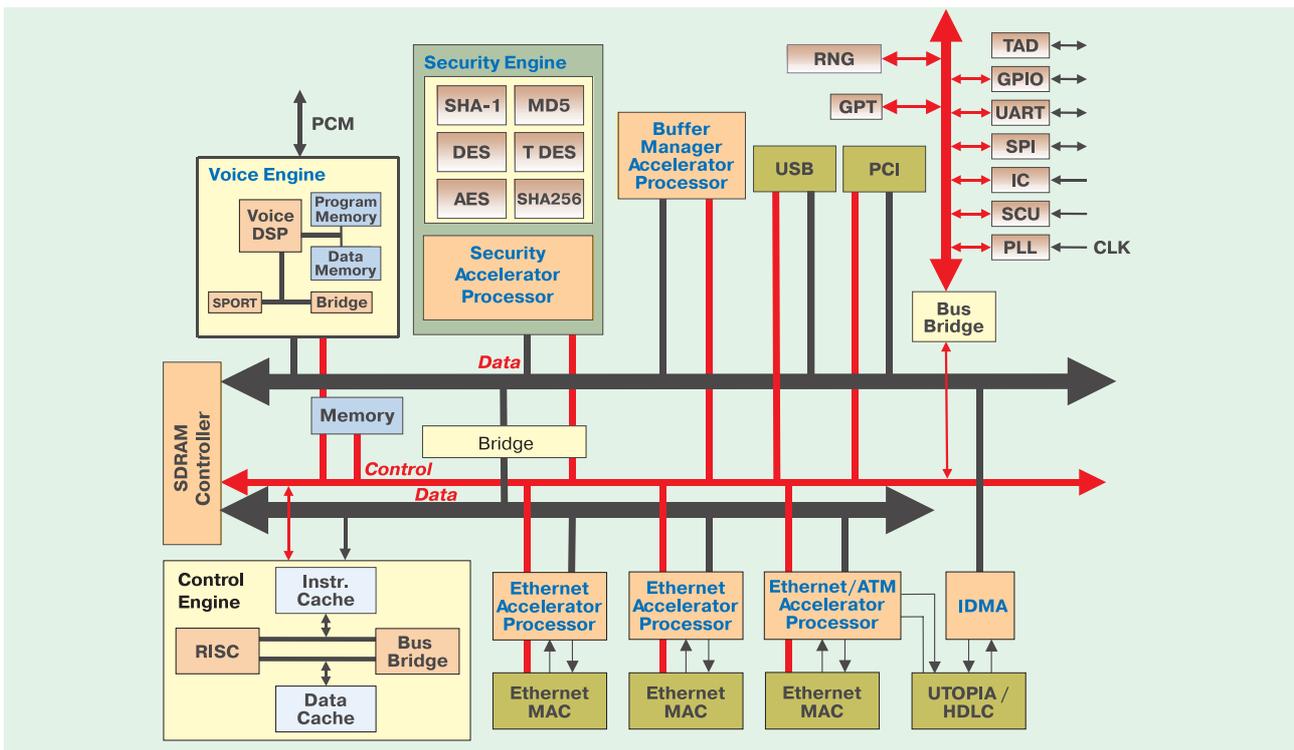
А. Мельниченко

Основой платформы Blackfin-Fusiv является сетевой Fusiv-процессор, архитектура которого показана на рисунке. Этот процессор позволяет ликвидировать "узкое место", существовавшее до сих пор в устройствах обработки данных, поступающих из сети Интернет. Для понимания сути вопроса рассмотрим более подробно процесс передачи данных через эту сеть. Передаваемое сообщение обычно разбивается на пакеты длиной от 64 до 1518 байт. Если сообщение состоит из большого числа пакетов малой длины, сетевой процессор затрачивает много времени на чтение адреса каждого пакета и пересылку этого пакета адресату. Для ускорения этой операции на кристалле Fusiv-процессора наряду с управляющим 32-разрядным RISC-процессором дополнительно расположены 3 процессора-акселератора, непосредственно связанные с портами Ethernet-MAC и UTOPIA (см. рис). Первый пакет данных принимается управляющим RISC-процессором и его адрес записывается в память процессора-акселератора. При поступлении

следующих пакетов с тем же адресом акселератор без задержки передает их в нужное место, не загружая RISC-процессор. Последний, освобожденный от рутинных задач, может обрабатывать аудио- и видеоинформацию с максимальной производительностью. В результате пропускная способность Fusiv-процессора оказывается значительно больше, чем существующих подобных устройств. Устройство акселераторов довольно простое и на кристалле они занимают сравнительно мало места.

Производительность сетевого Fusiv-процессора составляет 200 Мбит/с, причем она не зависит от длины пакетов данных. Оконечные устройства не будут больше простаивать, ожидая, когда закончится передача большого числа пакетов малой длины.

Группа Tolly Group, специализирующаяся на тестировании подобных систем, определила, что производительность нового процессора при работе в сети VPN (Virtual Private Network) в 31 раз превышает производительность существующих аналогов.



Архитектура процессора Fusiv-Vx

Еще одной особенностью платформы является возможность защиты передаваемой информации с использованием любого из существующих алгоритмов. Функция защиты реализована в блоке "Security-Engine" ("шифровальной машине") Fusiv-процессора. Ядро этого блока реализовано на базе такого же процессора-акселератора, какой используется для поддержания сетевого трафика. Еще один акселератор образует ядро буфер-менеджера.

Блок "Security-Engine" не является обязательной принадлежностью Fusiv-процессора. В настоящее время процессор Fusiv-Vx 200 с блоком "Security-Engine" выпускается по цене около 40 USD (в партии 10 тыс. шт.). Образцы процессора Fusiv-Vx 150 без этого блока будут доступны с IV квартала 2004 г. по цене около 20 USD.

Платформа Blackfin-Fusiv кроме Fusiv-процессора содержит сигнальные процессоры Blackfin. Их использование позволяет увеличить число одновременно обрабатываемых речевых каналов. Кроме того, фирма Analog Devices предоставляет программный пакет для обработки данных различных форматов: аудио- (MP3, WMA, AAC, WAV), видео- (MPEG 2/4, WMV, H.264, H.236) и речевой информации (G.711, G.732.1, G729A/B, G168, DTMF, VAD, AGC). Платформа может найти применение в устройствах IP-Set-Top-Box, персональных устройствах видеозаписи, цифровых телевизорах, цифровых медиаадаптерах и других устройствах.

Новый чипсет позволяет полностью использовать полосу частот канала и осуществлять обмен информацией с высоким качеством и минимальными задержками. Используя платформу Blackfin-Fusiv, можно создавать сравнительно недорогие устройства с высокой производительностью.

"Мы являемся единственными производителями, которые могут обеспечить полный комплект необходимых аппаратных и программных средств для всего тракта передачи данных, – говорит Петер Фосс (Peter Voss), маркетинг-менеджер фирмы Analog Devices. – Системные инженеры могут больше не заботиться ни о кодах, ни об алгоритмах. Мы стандартизировали интерфейсы, поэтому они могут рассматривать платформу, как "черный ящик".

Потребителям нужно лишь подсоединить шлюз "Triple-Play-Box" к сети ADSL, чтобы принимать телевизионные программы, записывать музыку на компьютере, пользоваться услугой Video-on-Demand предоставления видеoinформации по запросу, работать в сети Интернет и вести телефонный разговор. Распределение информационных потоков внутри дома или офиса может осуществляться по проводной (LAN) или беспроводной сети (WLAN), набор для которой также предлагается фирмой Analog Devices.

Такие возможности оценят, прежде всего, сервис-провайдеры и телефонные компании, так как с их использованием они смогут предложить потребителям ряд дополнительных услуг, и, свою очередь, стимули-

ровать новые разработки.

Производители систем телекоммуникации получают набор микросхем, отличающихся высокой гибкостью. Так, они смогут предложить потребителям изделия с различными возможностями, смотря по тому, будут ли использоваться Fusiv-процессоры самостоятельно или в составе Blackfin-Fusiv-платформы: с функцией передачи речевой и видеoinформации или без нее, с защитой информации или без нее.

Чипсет платформы является единственным, который сертифицирован на соответствие требованиям стандарта ADSL2+ (24 Мбит/с). Для работы в этом стандарте дополнительно необходим чипсет EaglePLUS. Тот, кто сегодня работает в стандарте ADSL (2 Мбит/с) может использовать EaglePLUS, перестроив его для работы в стандарте ADSL2+.

Рассчитывая в будущем на возрастание потребности в новых процессорах, фирма Analog Devices работает над увеличением степени их интеграции. Следующим шагом станет объединение кристаллов EaglePlus и WiFi с Fusiv-процессором, что приведет к уменьшению их общей стоимости примерно на 25 %. До 2006 года фирма Analog Devices планирует добавить к ним и сигнальный процессор Blackfin, снизив общую стоимость еще на 35 %.

Одним из первых производителей изделий на базе Blackfin-Fusiv-платформы явилась фирма Sagem, использовавшая их в своих новых модемах и шлюзах. Фирма надеется, что ее изделия будут востребованы ведущими провайдерами Европы. Модемы и шлюзы семейства FAST рассчитаны на применение в домах и небольших офисах. Они позволяют, к примеру, пользоваться услугой "Video-On-Demand" (видео по заказу), участвовать в интерактивных играх и вести обмен речевой информацией по сети Интернет. По словам представителей фирмы Sagem использование Blackfin-Fusiv-платформы имеет ряд преимуществ. Изготовитель предлагает весь набор (микросхемы и программное обеспечение) из одних рук, что позволяет сократить время разработки новых изделий и затраты на приобретение необходимых микросхем.

Дополнительную информацию об упомянутых в статье микросхемах можно найти в фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: www.analog.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. Analog Devices vereinfacht Broadband-Zugang // Markt&Technik, No. 25/2004.
2. Fusiv-Vx 200 Voice-over-Network Processor (www.analog.com).

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ФИРМЫ IDT *

Фирма IDT выпускает широкий набор коммуникационных процессоров с RISC-архитектурой. В составе процессоров Ethernet-интерфейсы, контроллеры памяти и других периферийных устройств, каналы прямого доступа к памяти, I²C-, SPI- и PCI-интерфейсы. Особенности коммуникационных процессоров рассмотрены в настоящей статье.

В. Романов

В составе семейства коммуникационных процессоров фирмы IDT имеется девять устройств, основные параметры которых приведены в таблице. Функциональная схема типового коммуникационного процессора RC32434 приведена на рисунке. Коротко рассмотрим состав и назначение основных узлов этого процессора.

Процессорное ядро с RISC-архитектурой имеет набор команд, соответствующий спецификации MIPS32. Кэш-память инструкций и кэш-память данных имеют объем по 8 кбайт каждая, максимальная производительность ядра 32×32 умножений за один такт.

PCI-интерфейс поддерживает работу ведущих устройств в синхронном и асинхронном режимах с тактовой частотой от 16 до 66 МГц. Максимальное число внешних ведущих устройств – не менее шести.

Ethernet-интерфейс имеет производительность от

10 до 100 Мбит/с. В составе интерфейса FIFO-память объемом 512 байт.

Контроллер прямой записи (DDR) поддерживает доступ к памяти SDRAM объемом до 256 Мбайт.

Встроенная энергонезависимая память имеет объем 512 бит.

Контроллеры памяти и периферийных устройств обеспечивают гибкий доступ процессора к внешней памяти типа SRAM, Flash, ROM, двухпортовой FIFO-памяти, а также к периферийным устройствам различного назначения. Максимальный объем внешней памяти составляет 64 Мбайт.

DMA-контроллер имеет шесть независимых каналов прямого доступа.

UART-интерфейс соответствует требованиям промышленного стандарта 16550 UART и обеспечивает преобразование параллельного потока данных в по-

* IDT Interprise Integrated Communications Processor RC32434. Data Sheet. www.idt.com

Параметры коммуникационных процессоров фирмы IDT

Тип процессора	Ключевые характеристики	Назначение
RC32332	<ul style="list-style-type: none"> • 32-разрядный PCI-интерфейс, поддерживающий работу одновременно двух ведущих устройств шины с рабочей частотой до 50 МГц • тактовая частота 150 МГц • недорогой, тип корпуса QFP 	настольные ПК, ЛВС, беспроводные телекоммуникации
RC32333	<ul style="list-style-type: none"> • 32-разрядный PCI-интерфейс, поддерживающий работу одновременно трех ведущих устройств шины с рабочей частотой 50 МГц • тактовая частота 150 МГц • недорогой, тип корпуса QFP 	резидентные шлюзы, виртуальные ведомственные сети
RC32334	<ul style="list-style-type: none"> • 32-разрядный PCI-интерфейс, поддерживающий работу одновременно двух ведущих устройств шины с рабочей частотой 66 МГц • тактовая частота 150 МГц • тип корпуса BGA 	интерфейс PCI-шины со сменными картами для миниатюрных устройств
RC32336	<ul style="list-style-type: none"> • 32-разрядный PCI-интерфейс, поддерживающий работу одновременно двух ведущих устройств шины с рабочей частотой 66 МГц • тактовая частота 180 МГц • два Ethernet-порта 	SOHO-маршрутизаторы, интерфейсы «шлюз-сеть»
RC32434	<ul style="list-style-type: none"> • рабочая частота до 400 МГц • 32-разрядный PCI-интерфейс, поддерживающий работу одновременно шести ведущих устройств шины с рабочей частотой до 66 МГц • контроллеры прямой записи (DDR), поддерживающие работу до 16 устройств • встроенный Ethernet-порт • встроенное устройство аутентификации энергонезависимого ОЗУ 	мультимедийные адаптеры-серверы, Интернет-мультимедийные системы
RC32438	<ul style="list-style-type: none"> • рабочая частота до 266 МГц • 32-разрядный PCI-интерфейс, поддерживающий работу одновременно двух ведущих устройств шины с рабочей частотой до 66 МГц • контроллер прямой записи, работающий в темпе процессорного ядра • два Ethernet-порта 	настольные ПК, ЛВС, шлюзы, сети предприятий, виртуальные ведомственные сети
RC32351	<ul style="list-style-type: none"> • рабочая частота до 133 МГц • встроенный Ethernet-порт • обеспечивается поддержка ATM-протокола 	ADSL-модемы
RC32355	<ul style="list-style-type: none"> • рабочая частота до 180 МГц • встроенный Ethernet-порт • обеспечивается поддержка ATM-протокола 	ADSL-маршрутизаторы, беспроводные шлюзы, устройства с функциями доступа
RC32365	<ul style="list-style-type: none"> • рабочая частота до 180 МГц • встроенные средства защиты от несанкционированного доступа • два Ethernet-порта • 32-разрядный PCI-интерфейс, поддерживающий работу трех ведущих устройств шины с рабочей частотой до 66 МГц 	SOHO-маршрутизаторы с защитой от несанкционированного доступа, виртуальные ведомственные сети

следовательный и наоборот – последовательного в параллельный.

I²C-интерфейс поддерживает работу как ведущих, так и ведомых устройств шины, таких как АЦП, ЦАП, микроконтроллеры, память и т.п.

Периферия общего назначения включает в себя

контроллер прерываний, I/O-контроллер, SPI-интерфейс.

Кроме того, в составе коммуникационного процессора имеются таймеры общего назначения и сторожевые таймеры.

Процессоры выпускаются как для коммерческих,

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ ЭКиС!

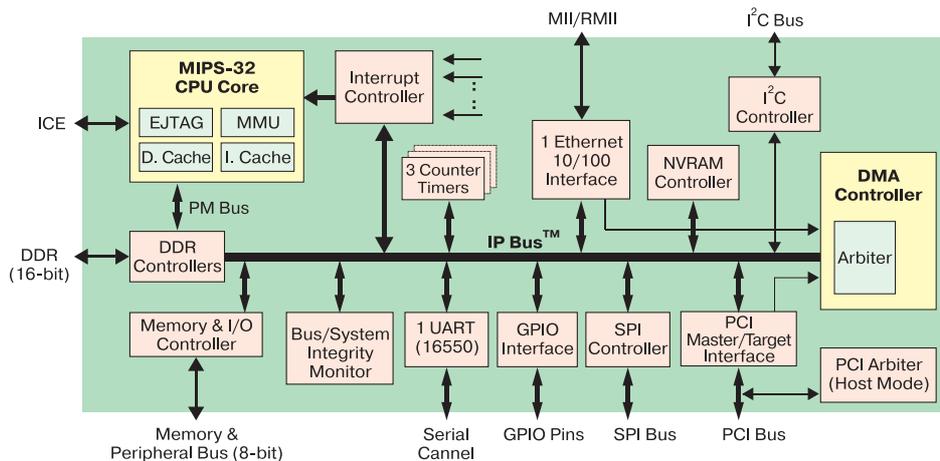
Вышли из печати новые каталоги:

1. Электромагнитные реле производства компании Tyco Electronics.
2. Резонаторы и генераторы производства компаний Geyer Electronic, Murata, Temex Components.
3. Технологическое оборудование для производства и ремонта электронной аппаратуры.



Все изделия, указанные в каталогах, поставляются фирмой VD MAIS.

Каталоги рассылаются подписчикам ЭКиС по запросу.



Функциональная схема коммуникационного процессора RC32434

так и промышленных систем. Диапазон рабочих температур в первом случае составляет 0...70 °С, а во втором – -40...85 °С.

Средства программирования и отладки содержат

среду разработки и операционную среду реального времени. Для поддержки разработок фирма IDT предоставляет отладочные платы и внутрисхемные эмуляторы.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЯМЫХ ЦИФРОВЫХ СИНТЕЗАТОРОВ *

Метод прямого цифрового синтеза сигналов основан на формировании изменяющихся во времени сигналов в цифровой форме с последующим их преобразованием с помощью ЦАП в аналоговую форму. Благодаря цифровому синтезу сигналов удается повысить разрешение и точность синтезируемых сигналов в широкой полосе частот. Кроме того, такой синтезатор может быть выполнен в виде одного кристалла, помещенного в миниатюрный корпус и отличающегося малым потреблением.

Eva Murphy, Colm Slattery (Analog Devices)

Чем объяснить появление на рынке электронных компонентов прямых цифровых синтезаторов?

В настоящее время во многих областях науки и техники используются устройства, формирующие сигналы сложной формы в широком диапазоне частот. Данные устройства должны обладать возможностью быстрой перестройки частоты и простотой в управлении, иметь низкий уровень фазовых шумов и искажений. Кроме того, они должны быть компактными, иметь низкую стоимость и малую потребляемую мощность. Основное применение такие устройства находят в системах телекоммуникаций, в тестовом оборудовании и медицинской аппаратуре.

В настоящее время существует много способов реализации подобных устройств, начиная от сверхвысокочастотных аналоговых синтезаторов с фазовой

синхронизацией и заканчивая ЦАП с динамическим программированием выходных сигналов. Однако прямые цифровые синтезаторы или DDS-синтезаторы являются наиболее эффективными при применении в технике связи и в промышленных системах. Они обеспечивают быструю перестройку частоты, могут быть выполнены в виде одной ИМС и отличаются высоким разрешением и точностью. Кроме того, DDS-синтеза-

Электронные компоненты и системы

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

Дистрибутор

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

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29
тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668
e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

торы, как правило, имеют невысокую стоимость и малую потребляемую мощность. На рис. 1. приведена

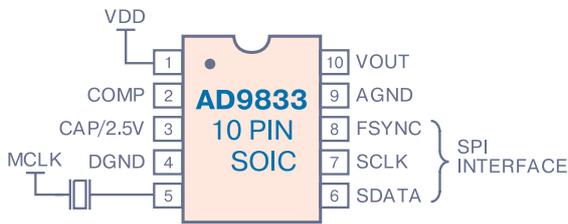


Рис. 1. Структурная схема однокристалльного генератора сигналов на основе DDS-синтезатора AD9833

схема однокристалльного генератора сигналов, построенного на основе DDS-синтезатора AD9833, напряжение питания которого составляет 5 В, тактовая частота 25 МГц и потребляемая мощность – 30 мВт.

В чем состоят основные преимущества DDS-синтезаторов?

DDS-синтезаторы типа AD9833 программируются через последовательный интерфейс. Для обеспечения их работы необходимы только внешние тактовые импульсы. Полоса генерируемых современными DDS-синтезаторами частот находится в диапазоне от долей герц до сотен мегагерц при тактовой частоте 1 ГГц. Имея низкую стоимость, малую потребляемую мощность и малые габариты, такие синтезаторы являются идеальными для построения генераторов сигналов сложной формы в отличие от дорогих аналоговых синтезаторов, выполненных на дискретных компонентах.

Сигналы какой формы могут быть синтезированы DDS-синтезаторами?

Возможности DDS-синтезаторов не ограничиваются синтезом только синусоидальных сигналов. На рис. 2 показаны прямоугольные, треугольные и синусоидальные сигналы, полученные на выходе DDS-синтезатора AD9833.

Каким образом DDS-синтезатор формирует синусоидальный сигнал?

Обобщенная структурная схема DDS-синтезатора синусоидальных сигналов приведена на рис. 3. К основным его узлам относятся следующие: сумматор фаз (*phase accumulator*), преобразователь фазы в амплитуду (*phase-to-amplitude converter*), как правило, табличного типа и ЦАП. Синтезатор генерирует синусоидальный сигнал заданной частоты. Частота этого сигнала зависит от двух переменных: частоты тактовых импульсов (*system clock*) и кода в регистре частот (*tuning word*). Код этого регистра поступает на вход сумматора фаз. Если используется

табличный способ синтеза синусоидального сигнала, сумматор фаз формирует адрес фазы, поступающий на вход табличного преобразователя фазы в амплитуду. С выхода этого преобразователя снимается код, соответствующий амплитуде синусоидального сигнала, который подается на вход ЦАП. Для генерирования сигналов постоянной частоты с приходом каждого тактового импульса в сумматор фаз поступает постоянный код приращения фазы. Если же частоту генерируемого сигнала следует увеличить, изменяется и код приращения фазы и уменьшается число шагов при формировании синусоиды. В противном случае при уменьшении частоты синтезируемого сигнала сумматор фаз выполняет больше шагов при обращении к преобразователю фазы в амплитуду.

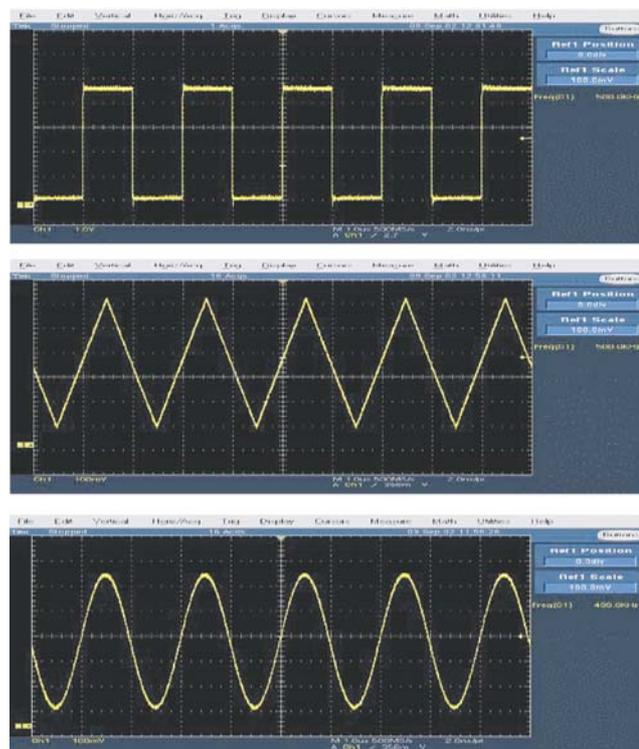


Рис. 2. Примеры прямоугольных, треугольных и синусоидальных сигналов на выходе DDS-синтезатора AD9833

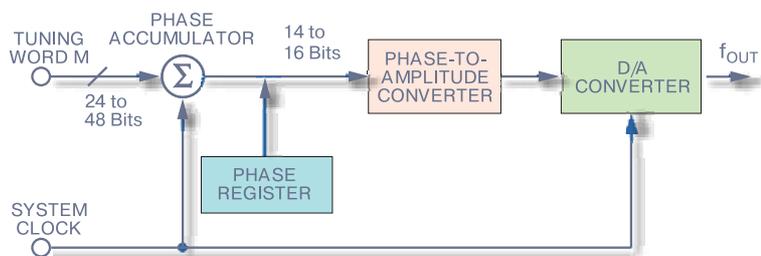


Рис. 3. Обобщенная структурная схема DDS-синтезатора синусоидальных сигналов

Что подразумевается под термином "полный DDS-синтезатор" или complete DDS?

Этот термин применяется к ИМС синтезаторов, если в одном корпусе выполнены собственно DDS-синтезатор и ЦАП.

Как работает сумматор фаз?

Аналоговый синусоидальный сигнал постоянной частоты через каждые 360 градусов повторяется. То же самое происходит и с цифровым отображением этого сигнала. Благодаря этому сумматор фаз работает подобно цифровому "фазовому колесу" (рис. 4). Каждой

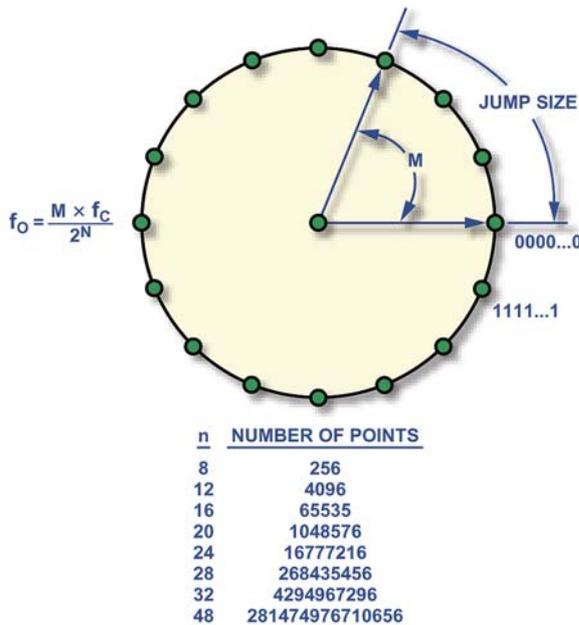


Рис. 4. Диаграмма цифрового "фазового колеса"

точке "фазового колеса" соответствует определенная точка синусоиды. При вращении вектора "фазового колеса" с постоянной скоростью на выходе синтезатора формируется непрерывный синусоидальный сигнал постоянной частоты. В сумматоре фаз хранятся коды, являющиеся адресами соответствующих кодов амплитуд синтезируемого синусоидального сигнала, которые, в свою очередь, находятся в преобразователе фазы в амплитуду. Сумматор фаз представляет собой счетчик, приращения в который поступают в темпе следования импульсов тактовой частоты. Величина приращения определяется входным словом (*tuning word*).

Количество кодов фазы зависит от разрешения сумматора фаз. Частота сигнала f_{OUT} на выходе синтезатора определяется выражением

$$f_{OUT} = \frac{M \times f_c}{2^n},$$

где M – код регистра частот или *tuning word*; f_c – тактовая частота; n – разрядность сумматора фаз.

Изменение кода в регистре частот приводит к немедленному изменению частоты выходного сигнала.

Задержки при изменении частоты, характерные для аналоговых синтезаторов с фазовой синхронизацией, в DDS-синтезаторах отсутствуют. Теоретически максимальная частота DDS-синтезатора может достигать величины $f_c/2$. Однако для обеспечения высокого качества выходного сигнала, связанного с последующей фильтрацией, частота синтезируемого сигнала выбирается несколько ниже теоретического предела.

При формировании синусоидального сигнала постоянной частоты код на выходе сумматора фаз изменяется линейно, поэтому выборка аналоговых сигналов также происходит по линейному закону.

Каким образом выборка по линейному закону позволяет получить синусоидальный сигнал на выходе синтезатора?

Преобразователь фазы в амплитуду табличного типа преобразует выходной код сумматора фаз (28-разрядный для AD9833) с предварительно отброшенными младшими разрядами в код амплитуды синусоидального сигнала для заданной точки синусоиды. Этот код поступает на вход ЦАП (10-разрядный для AD9833). В связи с симметричным характером синусоидального сигнала для формирования кодов амплитуд используется участок, составляющий $1/4$ периода синусоиды, как это показано на рис. 5.

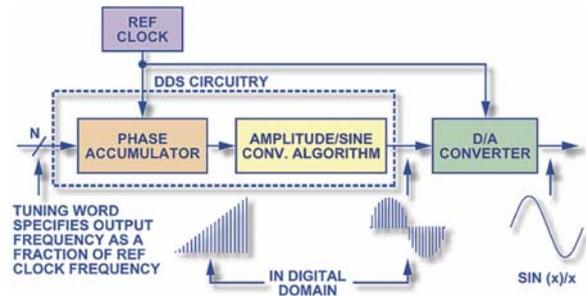


Рис. 5. Формирование синусоидального сигнала в DDS-синтезаторе

В каких областях применение DDS-синтезаторов наиболее эффективно?

Можно выделить основные области применения DDS-синтезаторов. Это телекоммуникации и медицинская или промышленная аппаратура.

В первом случае DDS-синтезаторы обеспечивают быструю перестройку частоты, низкий уровень фазовых шумов и искажений. DDS-синтезаторы используются для построения модуляторов, опорных источников частоты для ФАПЧ и генераторов, а также для прямой передачи радиосигналов.

Во втором случае DDS-синтезаторы используются в качестве программируемых генераторов сигналов сложной формы. В таких генераторах без использования внешних компонентов легко перестраиваются фаза и частота, практически, в реальном масштабе времени, что позволяет достаточно быстро локализовать резонансную частоту или скорректировать темпера-

турный дрейф задающего генератора. Источники сигналов с регулируемой частотой могут быть использованы для измерения импедансов, оценки затухания в локальных сетях и телефонных каналах связи.

Каковы основные преимущества DDS-синтезаторов?

В настоящее время DDS-синтезаторы успешно применяются как в системах связи, так и в измерительных системах. К основным преимуществам DDS-синтезаторов относятся следующие:

- программируемая подстройка частоты и фазы с высоким разрешением
- сверхбыстрая перестройка частоты на выходе без перерегулирования и временных задержек
- отсутствие необходимости в ручной подстройке и юстировке аппаратуры вследствие ухода параметров компонентов, вызванного температурным дрейфом
- цифровой интерфейс в составе DDS-синтезатора обеспечивает управление параметрами в дистанционном режиме.

Как можно использовать DDS-синтезаторы в системах с частотной манипуляцией?

При частотной манипуляции изменяется частота несущей. Пример реализации такого способа манипуляции представлен на рис. 6. Реализация этого спосо-

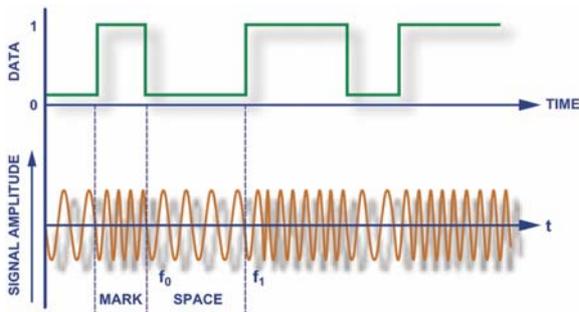


Рис. 6. Пример реализации метода частотной манипуляции

ба манипуляции достаточно просто обеспечивается DDS-синтезатором, который в соответствии с кодами регистра частот (tuning word) генерирует частоты f_0 и f_1 . Структурная схема системы с частотной манипуляцией на основе DDS-синтезатора приведена на рис. 7.

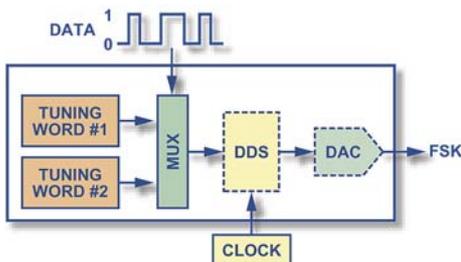


Рис. 7. Структурная схема системы с частотной манипуляцией на основе DDS-синтезатора

Как можно использовать DDS-синтезаторы в системах с фазовой манипуляцией?

При фазовой манипуляции изменяется фаза волны несущей, а частота несущей остается постоянной. Фазовая манипуляция легко реализуется с помощью DDS-синтезаторов. Так, например, синтезаторы AD9830, AD9831, AD9832 и AD9835 имеют четыре регистра фазы, что позволяет обеспечить квадратурную фазовую манипуляцию с фазовыми сдвигами 0, +90, -90 и 180 градусов.

Можно ли с помощью DDS-синтезаторов получить I-Q последовательность сигналов?

Если использовать два DDS-синтезатора, работающих на одной и той же тактовой частоте, и при этом управлять фазовыми сдвигами каждого из синтезаторов, можно получить на выходе I-Q последовательность, как это показано на рис. 8. Синтезаторы AD9833 и AD9834 имеют разрешение по фазе 12 разрядов или 0.1 градуса.

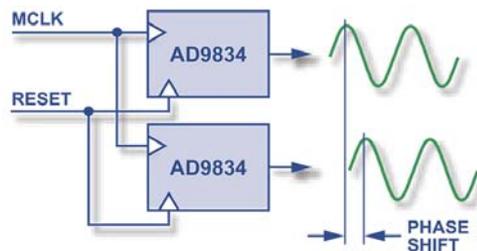


Рис. 8. Использование двух DDS-синтезаторов для получения квадратурного сигнала

Каковы основные источники погрешности систем, построенных на основе DDS-синтезаторов?

В первую очередь это фазовый шум, величина которого определяется в основном кратковременной нестабильностью частоты осциллятора. Фазовый шум нормируется отношением дБн/Гц и измеряется как однополосный шум, вызванный изменением частоты осциллятора. Кроме того, к основным источникам погрешности относится дрожание частоты на выходе синтезатора.

Какова минимальная величина фазового шума современного DDS-синтезатора?

Дрожание частоты осциллятора является основным источником фазового шума. Кроме того, на величину фазового шума оказывает влияние отбрасывание младших разрядов в сумматоре фаз. ЦАП тоже вносит свою составляющую в суммарную величину фазового шума. Чем больше нелинейность и погрешность квантования ЦАП, тем больше шум на его выходе. Характеристика фазового шума DDS-синтезатора AD9834 в полосе частот приведена на рис. 9. Характеристика снята при частоте синтезируемого сигнала 2 МГц и тактовой частоте 50 МГц.

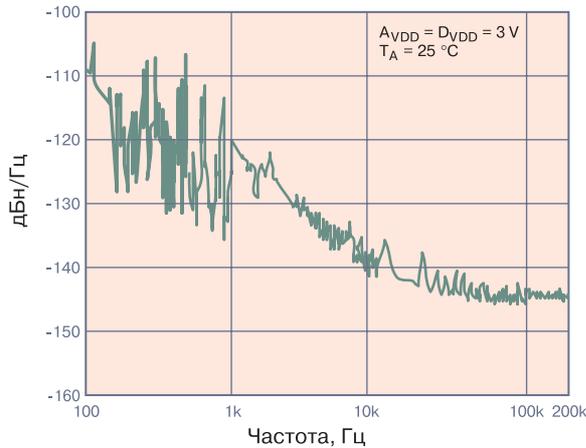


Рис. 9. Характеристика фазового шума DDS-синтезатора AD9834 в полосе частот

Какова причина дрожания частоты на выходе DDS-синтезатора?

Дрожание или jitter – это динамическое смещение фронта сигнала относительно среднего положения. Идеальный осциллятор формирует передний и задний фронты импульсов, положение которых не меняется во времени. Однако реальные осцилляторы имеют некоторое дрожание фронтов, которое для лучших образцов не превышает нескольких десятков пикосекунд.

Причинами этого дрожания могут быть тепловые шумы, наводки по цепям питания, плохая "земля", влияние нагрузки и т.п. Кроме того, внешние электромагнитные поля тоже могут вызывать дрожание частоты на выходе осциллятора.

Дрожание частоты осциллятора приводит к дрожанию сигнала на выходе синтезатора. Одним из методов уменьшения дрожания частоты осциллятора является деление этой частоты, благодаря чему погрешность, вызванная этим дрожанием, распределяется в пределах более продолжительного временного интервала.

Каков динамический диапазон неискаженного сигнала современных DDS-синтезаторов?

Динамический диапазон неискаженного сигнала SFDR (Spurious-Free Dynamic Range) определяется отношением максимального уровня полезного сигнала к максимальному уровню ложного или паразитного сигнала, включая ложные низкочастотные составляющие и нелинейные искажения, и измеряется в децибелах на определенной частоте. Типовые зависимости динамического диапазона неискаженного сигнала от частоты сигнала на выходе 10-разрядного DDS-синтезатора AD9834 приведены на рис. 10. Частота тактовых импуль-

сов для каждой диаграммы составляет 50 МГц. На рис. 10, а выходная частота составляет одну треть тактовой. При такой выходной частоте синтезатора минимизированы нелинейные искажения и паразитные сигналы, что обеспечивает высокий уровень динамического диапазона неискаженного сигнала (SFDR=80 дБ). При более низкой выходной частоте синтезатора (рис. 10, б) имеют место нелинейные искажения за счет паразитных гармоник, причем максимальные искажения проявляются на частоте второй гармоники (SFDR 50 дБ).

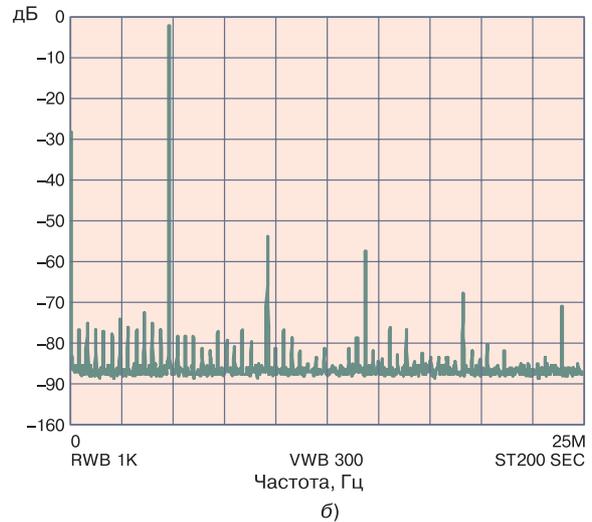
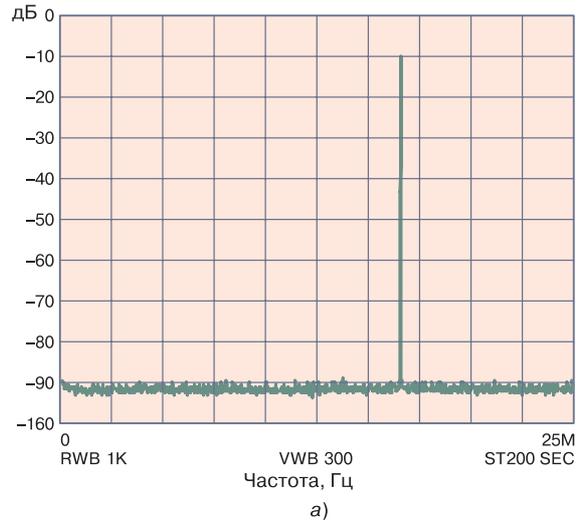


Рис. 10. Зависимости динамического диапазона неискаженного сигнала от частоты сигнала на выходе 10-разрядного DDS-синтезатора AD9834

Имеет ли фирма Analog Devices средства программирования и отладки DDS-синтезаторов?

Фирма Analog Devices предоставляет средства отладки и программирования в интерактивном режиме, ко-

торые позволяют разработчику задать коды регистра частот (*tuning word*), тактовую частоту осциллятора, выбрать оптимальную выходную частоту и фазу синтезатора. На рис. 11 приведен пример программирования выходной частоты синтезатора, а также показан выходной сигнал после его восстановления внешним фильтром.

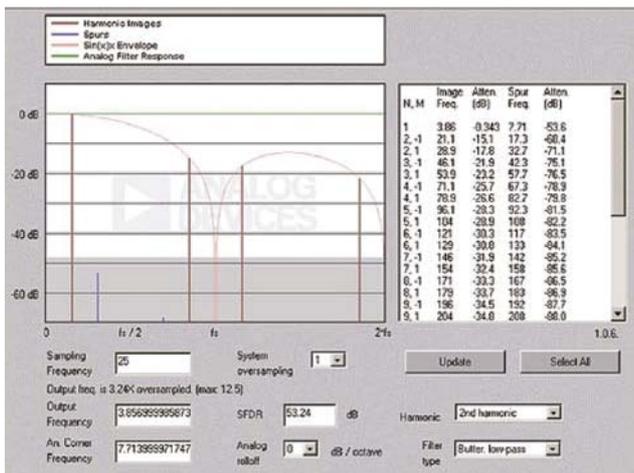


Рис. 11. Пример программирования DDS-синтезатора

Каким образом средства отладки помогают программировать DDS-синтезатор?

Все, что необходимо знать разработчику, – это выходная и тактовая частоты синтезатора. Все остальные параметры определяются с помощью средств отладки. Пример программирования DDS-синтезатора

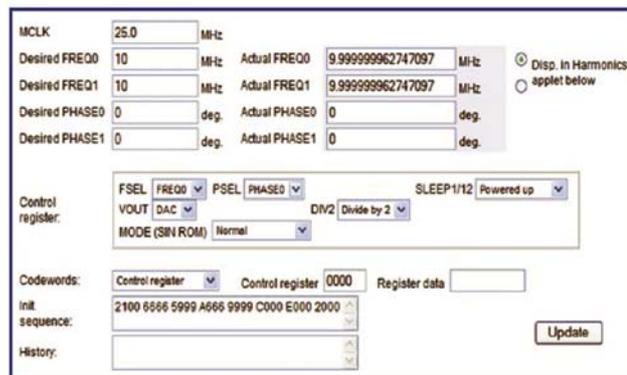


Рис. 12. Пример визуализации результатов программирования DDS-синтезатора

приведен на рис. 12. Тактовая частота составляет 25 МГц, выходная частота – 10 МГц. Нажав кнопку "update", можно получить последовательность программирования синтезатора в регистре Init Sequence.

Как можно изучить работу DDS-синтезатора?

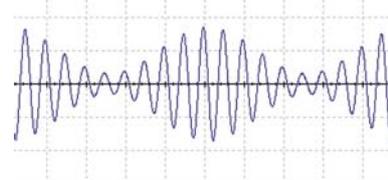
Все DDS-синтезаторы фирмы Analog Devices имеют оценочные платы. Они поставляются с соответствующим прикладным ПО и позволяют в считанные минуты протестировать необходимый синтезатор, а также изучить его работу.

Где можно получить дополнительную информацию о DDS-синтезаторах?

Дополнительную информацию о DDS-синтезаторах можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/dds

РАДИОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР HM8134-2 КОМПАНИИ HAMEG INSTRUMENTS *

Современные радиочастотные генераторы позволяют формировать сигналы с различными видами модуляции в широком диапазоне частот. Цифровой метод формирования сигналов обеспечивает стабильные характеристики и расширение функциональных возможностей генераторов, например, позволяет управлять генератором через интерфейс связи. В статье приведены характеристики высокочастотного генератора HM8134-2, выпускаемого компанией HAMEG Instruments.



В. Макаренко

Компания HAMEG Instruments выпускает прецизионный программируемый радиочастотный генератор HM8134-2 (рис. 1), предназначенный для работы в исследовательских лабораториях и настройки различной аппаратуры связи. Построенный на основе синтезатора частоты генератор обеспечивает долговременную стабильность частоты не ниже $5 \cdot 10^{-7}$. При не-

обходимости по отдельному заказу вместо термостабилизированного поставляется термостатированный кварцевый генератор, что позволяет повысить стабильность частоты до $5 \cdot 10^{-8}$. Основные характеристики генератора HM8134-2 приведены в табл. 1.

Быстрая перестройка частоты, высокая чистота спектра выходного сигнала, стабильность амплитуды

* http://oldlook.hameg.de/_downloads/dlpdf.php?path=datasheets%2Fen%2F&expdf=HM8134-2.pdf

Таблица 1. Основные технические характеристики генератора НМ8134-2

Параметр	Значение
Частотные параметры	
Диапазон частот выходного сигнала	1 Гц...1200 МГц
Разрешающая способность по частоте, Гц	1
Время установления нового значения частоты, мс	10 (в выбранном диапазоне)/60 (при переходе на другой диапазон)
Нестабильность частоты в диапазоне температур 10...40 °С, ppm	<±0.5 (0.05 с термостированным кварцевым генератором)
Долговременная нестабильность частоты (в течение года), ppm/год	<±1.0
Чистота спектра (гармонический сигнал без модуляции, уровень +10 дБм)	
Уровень высших гармоник в диапазоне частот 1 Гц...1200 МГц, дБн	-30
Среднеквадратическое значение паразитной ЧМ на частоте 1 ГГц в полосе частот 0.3...3 кГц не более, Гц	50
Среднеквадратическое значение паразитной ФМ на частоте 1 ГГц в полосе частот 0.3...3 кГц не более, рад	0.06
Среднеквадратическое значение паразитной АМ на частоте 1 ГГц в полосе частот 0.3...3 кГц не более, %	0.1
Фазовый шум, дБн/Гц	см. табл. 2
Выходные параметры	
Уровень выходного сигнала, дБм	-127...13
Разрешающая способность по уровню, дБ	0.1
Погрешность установки выходного уровня не более, дБм	±0.5 при уровне выходного сигнала >57 дБм, ±1.0+0.4 при уровне выходного сигнала <57 дБм
Время установления нового значения напряжения, мс	10 (модулированный сигнал)/60 (немодулированный сигнал)
Выходное сопротивление, Ом	50
Генератор модулирующих сигналов (внешний или внутренний)	
Диапазон частот гармонического сигнала	10 Гц...100 кГц (ЧМ, ФМ), 10 Гц...40 кГц (АМ)
Диапазон частот прямоугольного и треугольного сигналов	10 Гц...20 кГц
Сопротивление входа для подключения внешнего генератора, кОм	10
Максимальное входное напряжение (от пика до пика), В	2
Амплитудная модуляция	
Глубина модуляции, %	0...100
Разрешающая способность, %	0.1
Частотная модуляция (внешний или внутр. источник модулирующего сигнала)	
Девияция частоты	±200 Гц...±150 кГц ($f_{\text{нес}} < 16$ МГц), ±1...200 кГц ($f_{\text{нес}} = 256...512$ МГц), ±2...400 кГц [$f_{\text{нес}} = (16...256)/(512...1200)$ МГц]
Разрешающая способность по частоте, Гц	100
Нелинейные искажения, %	менее 3 при девиации больше 10 кГц
Фазовая модуляция (внешний или внутр. источник модулирующего сигнала)	
Девияция фазы, рад	0...3.14 ($f_{\text{нес}} < 16$ МГц), 0...10 ($f_{\text{нес}} = 16...1200$ МГц)
Разрешающая способность по фазе, рад	0.01
Частотная двухуровневая манипуляция (внешний источник модулирующего сигнала)	
Диапазон частот, МГц	16...1200
Сдвиг частоты $f_1...f_0$, МГц	0...10
Разрешающая способность по частоте, Гц	100
Фазовая манипуляция	
Диапазон частот	1 Гц...1200 МГц
Сдвиг фазы $\varphi_1... \varphi_0$, рад	-3.14...3.14 ($f_{\text{нес}} < 16$ МГц), -10...10 ($f_{\text{нес}} = 16...256$ МГц)
Разрешающая способность по фазе, рад	0.01
Качение частоты (от внутреннего источника по линейному закону)	
Диапазон частот	16...1200 МГц
Разрешение по частоте, Гц	1
Период качания	20 нс...5 с
Дискретность перестройки длительности периода, мс	10
Общие характеристики	
Диапазон рабочих температур, °С	0...40
Габаритные размеры, мм	285×75×385
Масса, кг	не более 10



Рис. 1. Внешний вид генератора HM8134-2

выходного напряжения, широкие функциональные возможности и невысокая стоимость делают генератор привлекательным для многих пользователей.

Генератор обеспечивает формирование сигналов в диапазоне частот от 1 Гц до 1.2 ГГц, что позволяет использовать его для контроля параметров и настройки аудио- и видеоаппаратуры, трактов промежуточной частоты приемопередатчиков, а также для контроля радиочастотных трактов аппаратуры связи. Перестройка выходной частоты может осуществляться с точностью до 1 герца. В генераторе предусмотрена возможность формирования сигналов с амплитудной, частотной, фазовой и импульсной модуляцией, частотной и фазовой манипуляцией. Диапазон частот гармонического модулирующего сигнала, подаваемого от внешнего или внутреннего источника, от 10 Гц до 100 кГц. При модуляции гармоническим сигналом от внутреннего или внешнего генератора диапазон частот модуляции в режиме АМ 10 Гц...40 кГц, а при модуляции сигналом прямоугольной и треугольной формы – 10 Гц...20 кГц. Глубина амплитудной модуляции может устанавливаться в пределах от 0 до 100 %, девиация частоты при ЧМ – до ±400 кГц. Время установления нового значения частоты или амплитуды сигнала на выходе не превышает 10 мс.

Частота и уровень выходного сигнала, форма сигнала и вид модуляции отображаются на ЖК-дисплее. Информация на экране дисплея обновляется при изменении параметров выходного сигнала генератора. Регулировка частоты, уровня выходного напряжения, глубины модуляции или любой другой величины осуществляется путем выбора устанавливаемого параметра с помощью кнопочного переключателя и изменения его значения вращением круглой ручки, расположенной справа от дисплея. Энергонезависимая память позволяет сохранять до 10 вариантов настроек пользователя.

На рис. 2 приведены осциллограммы некоторых сигналов, формируемых генератором HM8134-2.

Таблица 2. Зависимость фазового шума выходного сигнала от частоты

Диапазон частот выходного сигнала	Уровень шума (при отклонении от частоты несущей), дБ:		
	1 кГц	10 кГц	100 кГц
1 Гц...16 МГц	-82	-100	-121
16...256 МГц	-74	-84	-108
256...512 МГц	-80	-90	-115
512...1200 МГц	-74	-84	-108

В автоматизированных измерительных системах можно осуществлять программное управление всеми режимами работы генератора через интерфейс связи RS-232 или IEEE-488 (NO88-2), который поставляется по отдельному заказу.

Для объединения нескольких генераторов в единую систему предусмотрена возможность синхронизации генераторов внешним сигналом с частотой 10 МГц.

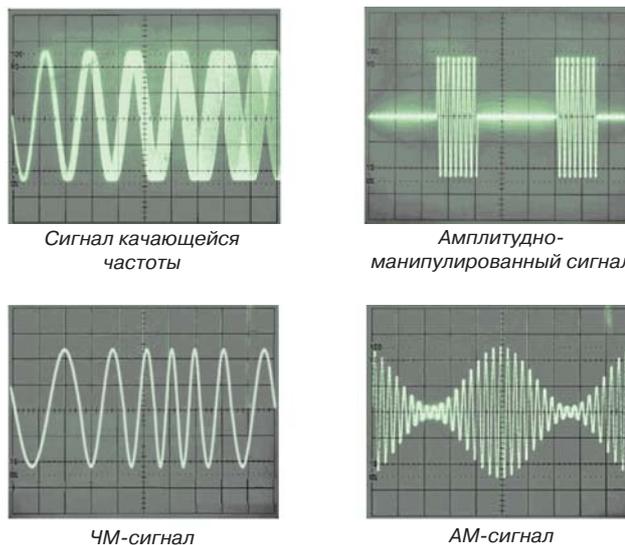


Рис. 2. Сигналы, формируемые генератором HM8134-2

Зависимость фазового шума сигнала на выходе генератора HM8134-2 от частоты приведена в табл. 2 и на рис. 3.

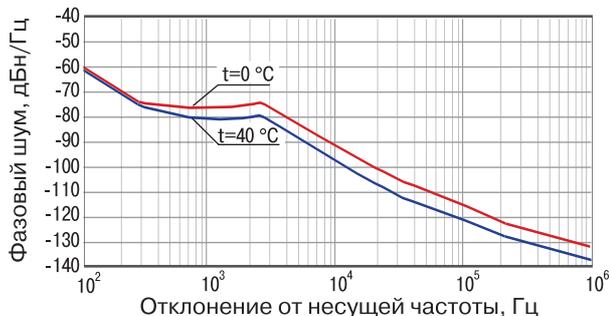


Рис. 3. Зависимость фазового шума сигнала на выходе генератора HM8134-2 от частоты

Генератор укомплектован кабелем для подключения к нагрузке. По отдельному заказу поставляются: коаксиальный кабель BNC-BNC (HZ33, HZ34), аттенуатор 3/6/10/20 дБ (HZ24), набор конструктивов для крепления генератора в 19-дюймовом корпусе (HZ42), интерфейс связи IEEE-488 (NO88-2) или RS-232 (NO89-2), кабель для подключения к интерфейсу IEEE-488 длиной 1/1.5 м (HZ72-S/L).

Подробнее с характеристиками генератора HM8134-2 можно ознакомиться на Web-сайте компании: www.hameg.com

ЛАЗЕРНЫЙ ПРОФИЛОМЕТР-АНАЛИЗАТОР ТОНКОЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Необходимость поставки на рынок продукции высокого качества заставляет производителей обратить внимание на применение средств неразрушающего контроля на технологических этапах производства. В статье приведено описание технических характеристик лазерного бесконтактного профилометра-анализатора "Сапфир", предназначенного для измерения и анализа высоты профиля (поперечного сечения) листовых материалов (обоев, технологических образцов бумаги и т.п.).

О. Иванов, А. Дегтярев, В. Бачинский, В. Балабась

Группа инженеров предприятия ЧП "Иванин" (г. Чернигов) с 1999 года занимается разработкой, изготовлением и внедрением систем, приборов промышленной автоматизации и лазерной дальнометрии малых расстояний.

В 2003 году по заказу Корюковской фабрики технических бумаг (КФТП) был разработан и изготовлен лазерный бесконтактный профилометр-анализатор "Сапфир", предназначенный для измерения и анализа профиля (поперечного сечения) листовых материалов (обоев, технологических образцов бумаги и т.п.). Внешний вид прибора приведен на рис. 1.

Профилометр предназначен для измерения профиля листовых материалов, накопления и архивирования этих данных в графической и табличной формах, определения на их основе высоты профиля в поперечном сечении, среднего значения, дисперсии, минимального и максимального значений профиля, построения оценочных столбчатых диаграмм и определения средних значений профиля на выбранных горизонтальных отрезках.

Область применения прибора: контрольно-поверочное оборудование предприятий, производящих материалы, критичные к контактному воздействию мерительного инструмента (полимерные пленки, лакокрасочные покрытия, бумагу, виниловые материалы и т.п.).

Прямым аналогом изделия по функциональному назначению является механический измеритель, использовавшийся на предприятиях бумажной промышленности для определения средней толщины обоевого листа.

Ближайшим по назначению контактными прибором, выполняющим подобные функции, является толщиномер ИТ-1, выпускаемый предприятием "ИТЦ" (г. Ижевск, Россия). Известные аналоги бесконтактных профилометров обладают рядом недо-

статков:

- ультразвуковые производят измерения в широком диапазоне (1-10 м), но не обеспечивают требуемой точности
- токовихревые предназначены для материалов, обладающих ферромагнитными свойствами
- емкостные не обеспечивают требуемой точности
- оптические интерферометры, работающие в диапазоне длин волн 10-10 000 нм, чувствительны к изменению условий окружающей среды.

Оптический датчик, примененный в конструкции сканера профилометра "Сапфир", имеет автоматическую регулировку мощности лазера и коррекцию результатов измерений с учетом реального диаметра светового пятна на поверхности измеряемого объекта, что позволяет сохранить точность измерений независимо от качества поверхности исследуемого материала.



Рис. 1. Профилометр-анализатор "Сапфир"

Профилометр "Сапфир" имеет ЗИП, в который входит сканер с расширенным диапазоном измерения.

Особенности конструкции

Функционально прибор представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из измерительного блока и рабочей станции типа IBM PC, снабженной специализированным программным обеспечением. Основные технические данные профилометра приведены в таблице.

Измерительный блок представляет собой опто-электромеханическое устройство, осуществляющее

перемещение лазерного сканера вдоль измеряемой поверхности. Управление блоком и передача информации на рабочую станцию осуществляются встроенным контроллером. В основе сканера лежит оптоэлектронный датчик малых перемещений. Конструкция всех узлов является оригинальной, сканер имеет патентную защиту. В комплект прибора входит специальная оснастка, позволяющая работать с различными по жесткости материалами, а также калибр высот профиля.

Электронные узлы построены с использованием следующей элементной базы: микроконтроллеров фирмы ATMEL (AT89C52-24PC), преобразователей фирмы MAXIM, программируемой логики фирмы ALTERA (EPM 7064SLC84-10), ЦАП фирмы Analog Devices (AD5300BRM), полевых транзисторов фирмы International Rectifier (IRF 73076), оптоэлектронных устройств фирмы Hewlett-Packard (HCPL 2630) и SONY.

Основные технические данные профилометра "Сапфир"

Наименование параметра	Значение *
Диапазон измерения высоты профиля, мкм	0-3500 (11 000)
Шаг сканирования, мкм	200
Длина измеряемого профиля, мм, не более	535
Погрешность однократного измерения профиля, мкм, не более	5 (20)
Погрешность измерения профиля в динамике, мкм, не более	40 (50)
Время сканирования сечения, с	10
Неточность позиционирования, мкм, не более	400
Класс лазерной безопасности	2
Напряжение питания от сети переменного тока, В	220±10 % (50 Гц)
Потребляемая мощность, Вт, не более	25
Габаритные размеры, (В×Ш×Г), мм, не более	380×970×250
Масса, кг, не более	28
Диапазон рабочих температур, °С	5...35
при относительной влажности воздуха, %, не более	80

* В скобках значения для сканера с расширенным диапазоном измерения.

режиме прямого управления и наблюдать за результатом измерения, идентифицировать профили, но не более чем по восьми признакам, предварительно обрабатывать результаты измерений высот профиля перед записью в архив путем усреднения результатов на интервале 1 мм с шагом сканирования 200 мкм. В этом режиме производится автоматическая калибровка и тарирование прибора.

Профилометр обеспечивает адаптацию к неоднородности окраски (цвета) поверхности путем автоматической настройки мощности полупроводникового лазера.

На рис. 2 приведен пример профиля бумаги с однородным цветовым покрытием. Два листа на отметке 350 000 мкм наложены друг на друга.

Форма "Архив" позволяет просматривать архив измерений по дате и производить анализ результатов измерений: определять среднее значение высоты профиля на отрезке X_{min} и X_{max} , устанавливать метки, производить построение столбцовой диаграммы на выбранном периоде усреднения, оформлять печатные отчеты. На рис. 3 дан пример оценки высоты профиля построением столбцовой диаграммы на периоде 22 мм. Показана возможность определения среднего значения высоты профиля на заданном периоде.

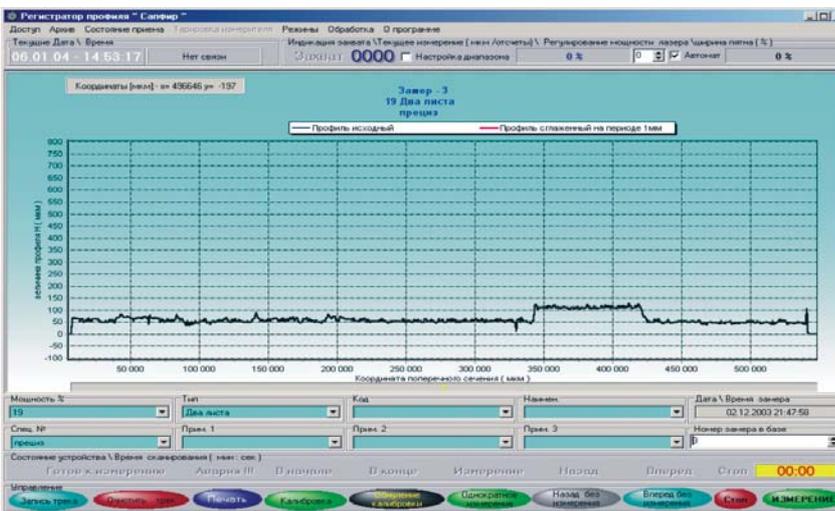


Рис. 2. Форма "Регистратор профиля текущий"

Изделие работает в автоматическом и ручном режиме, процедура измерений проста и не требует от оператора специальных навыков.

Возможности программного обеспечения

Программное обеспечение работает в среде Windows 98, 2000, ME и имеет две основные рабочие формы:

- регистратор профиля текущий
- архив.

Первая форма позволяет работать с прибором в

режиме прямого управления и наблюдать за результатом измерения, идентифицировать профили, но не более чем по восьми признакам, предварительно обрабатывать результаты измерений высот профиля перед записью в архив путем усреднения результатов на интервале 1 мм с шагом сканирования 200 мкм. В этом режиме производится автоматическая калибровка и тарирование прибора.

Профилометр обеспечивает адаптацию к неоднородности окраски (цвета) поверхности путем автоматической настройки мощности полупроводникового лазера.

- двустороннее тиснение, цветная бумага
- виниловое покрытие
- цветная шелкография
- бумага с однородным цветовым покрытием.

Профилометр может найти применение при кон-

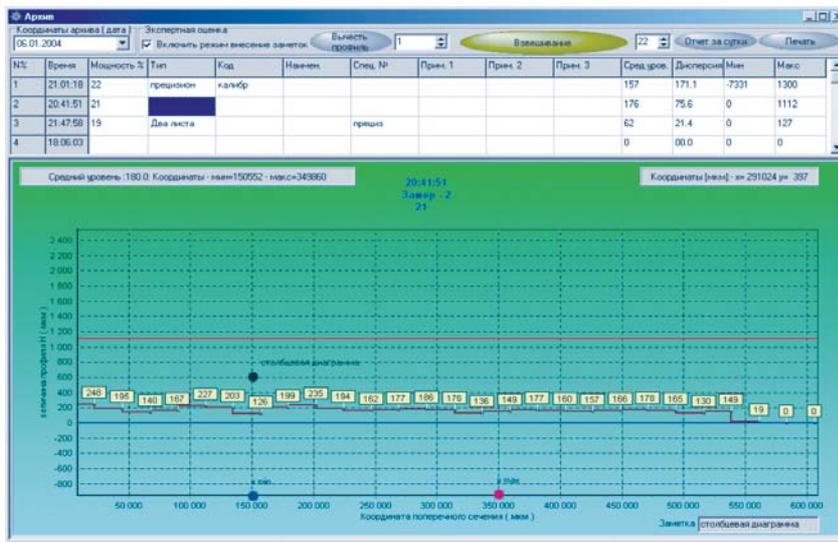


Рис. 3. Форма "Архив"

троле профилей различных покрытий (к примеру: рисунка печатных проводников при производстве печат-

ных плат, различного вида аппликации), не допускающих проведения контроля контактным методом.

Использование сканера, являющегося ядром прибора, позволяет создать профилометр с неограниченным диапазоном длины и высоты сечения измеряемых профилей.

Разработанный сканер является базовым измерительным элементом в составе таких приборов, как виброметры, датчики микропеременений и другие информационно-измерительные системы, которые выпускаются ЧП "Иванин".

Подробную информацию о технических характеристиках профилометров и условиях их поставки можно получить по адресу

e-mail: info@istacon.com.ua или в сети Интернет: <http://www.istacon.com.ua>

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРАФАРЕТОВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

Фирма LPKF Laser & Electronics AG (Германия) выпустила новую установку MicroCut II для изготовления трафаретов методом лазерной резки. Установка позволяет вырезать апертуры любой формы со скоростью до 50 тыс. апертур в час, превосходя вдвое производительность известных систем.

А. Мельниченко

В предыдущем номере журнала [1] были описаны различные способы изготовления трафарета. Как было изложено, в настоящее время большинство трафаретов изготавливаются лазерным способом. Оборудование для их изготовления должно сочетать высокую точность позиционирования с большой скоростью резки. Таким требованиям в полной мере отвечает новая установка MicroCut II фирмы LPKF Laser & Electronics AG.

Установка вырезает апертуры любой формы, включая квадратные с закругленными краями. Скорость их изготовления достигает 11 апертур в секунду, в то время как в известных системах она ограничена пятью-шестью апертурами [2]. Такая высокая скорость достигается благодаря специально разработанной системе отклонения луча, способной обеспечить более высокую, чем в аналогах, скорость его перемещения. При этом разрешение составляет 12.5 нм.

Использование лазера дает возможность изготавливать апертуры шириной менее 30 мкм. Эффективный диаметр сфокусированного луча составляет 20 мкм, что позволяет получать резкие контуры апер-



туры с закруглениями радиусом менее 10 мкм. Импульсный способ резки, запатентованный фирмой, исключает вероятность образования наплывов на краях апертур, так что отсутствует необходимость в последующей обработке трафарета. При этом способе не происходит нагрева трафарета, что могло бы вызвать его коробление, особенно при малой

толщине. В связи с этим дополнительное охлаждение также не требуется.

Поставляемое вместе с установкой программное обеспечение оптимизировано для производства трафаретов, обеспечивая скорость резки до 50 тысяч апертур в час. Надежная работа ПО многократно подтверждена в процессе эксплуатации. Подготовка данных занимает очень мало времени. Так, например, для обработки данных при изготовлении 500 000 апертур необходимо не более 5 минут, а эксплуатационное обслуживание установки MicroCut II требует минимальных затрат времени. Коэффициент готовности установки весьма высок. Рассчитанный на основании данных об эксплуатации подобных систем за последние 10 лет, он составляет 99.5 % [3].

Более высокое соотношение "производительность/стоимость" новой установки также выгодно отличает ее от подобных систем.

Технические характеристики установки MicroCut II [4]:

- производительность до 50 000 апертур в час
- рабочая зона 600×600 мм
- макс. толщина материала 200 мкм
- минимальный диаметр апертуры 30 мкм (при толщине материала 30 мкм)
- макс. скорость перемещения стола 150 мм/с

- макс. частота импульсов лазера 5 кГц
- неточность позиционирования (по всей рабочей зоне) при $t = 20 \pm 5$ °C не более ± 4 мкм
- неперпендикулярность позиционирования менее 2 угловых секунд
- ошибка при повторном позиционировании не более ± 1 мкм
- габариты стола (длина × ширина × высота): 2300×1750×1350 мм
- габариты шкафа 950×600×1900 мм
- масса 3500 кг.

Дополнительную информацию об установке MicroCut II можно найти в сети Интернет по адресу: www.lpkf.de

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мельниченко А. Оптимизация трафарета для поверхностного монтажа // ЭКИС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 9.
2. LPKF introduces the new high-speed MicroCut II stencil laser. – "Global SMT & Packaging", August/September 2004.
3. LPKF stellt den neuen Highspeed Stencil Laser LPKF MicroCut II vor. http://www.lpkf.de/lpkf_konzern/presse_center/archiv2004/MicroCutII.htm
4. LPKF MicroCut II. Der neue Maßstab in der Stencil-Fertigung. – LPKF Laser & Electronics AG (www.lpkf.de).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРИСТЫХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ ФИРМЫ CeraCon

Фирма CeraCon (Германия) разработала состав и технологию применения однокомпонентных пористых уплотнителей, которые могут использоваться в автомобильной, электротехнической и других отраслях промышленности. Эта технология позволяет значительно упростить и ускорить их нанесение на металлические и пластмассовые изделия. Основные характеристики этих уплотнителей приведены в публикуемой статье.

А. Мельниченко

В нашем журнале [1] была описана прогрессивная технология фирмы CeraCon, получившая название **FIPFG** (Formed In Place Foam Gasketing – сформированное на месте пористое уплотнение) и представляющая собой новый шаг на пути совершенствования процесса изготовления пористых прокладок. Ее применение позволяет исключить целый ряд дополнительных материалов и технологических операций. Достаточно смешать исходный компонент с воздухом и нанести его на изделие. Через несколько минут состав полимеризуется, увеличиваясь в объеме, после чего изделие готово для выполнения дальнейшей технологической операции.

Сформированный уплотнитель отличается хорошей адгезией к металлическим и пластмассовым изделиям. Весь процесс его изготовления и нанесения происходит непосредственно там, где находится изделие. Уменьшается потребность в рабочей силе и складских помещениях, исключается вредное воздействие на окружающую среду.

Для нанесения состава фирмой CeraCon совместно с японской фирмой Sunstar Engineering Inc. было разработано оборудование, получившее наименование **FOAMPLY** и предназначенное для применения на крупных предприятиях автомобильной промышленности [2]. Оно содержит насос для подачи однокомпонентного состава, смеситель этого состава с воз-

духом и робот с системой управления (рис. 1). На пути к выходному отверстию робота подогретый и осушенный воздух равномерно распределяется в виде мелких пузырьков по всему объему смеси. Отбор воздуха может производиться из воздушной магистрали с давлением 6 бар.

Основные характеристики системы FOAMPLY [2]:

- скорость подачи смеси от 5 до 120 см³/мин
- управляющий контроллер S7-300 (Siemens) с индикаторной панелью TP 170B
- коэффициент увеличения объема уплотнителя от 2 до 3.2
- давление в магистрали 100 бар
- габариты 1200×600×1700 мм.

Для нанесения уплотнителя могут быть приспособлены имеющиеся на предприятиях роботы или другие устройства.

Характеристики уплотнителей

В технологии FIPFG используется две разновидности состава: № 3150 и 3160 – на основе полиуретана и № 3112 – на основе силикона. Первый из них полимеризуется при температуре 80 °С в течение 5 минут. Полимеризация второго состава происходит во влажной среде при нормальной температуре.

Коэффициент увеличения объема составов № 3150 и № 3160 при полимеризации может изменяться от 2 до 3.2 в зависимости от давления воздуха при смешивании. График этой зависимости показан на рис. 2.

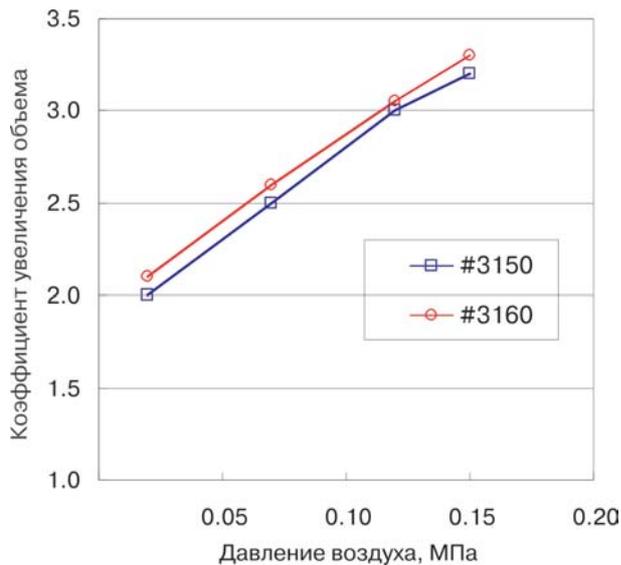


Рис. 2. Графики зависимости увеличения объема состава от давления воздуха

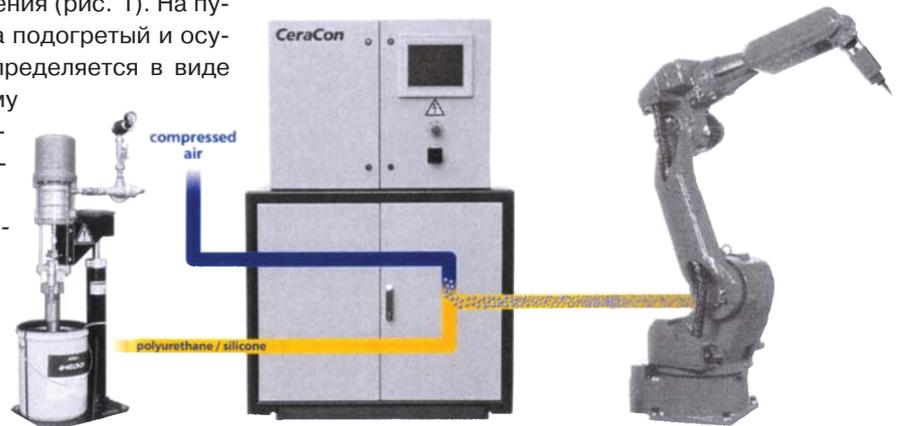


Рис. 1. Система FOAMPLY

Твердость уплотнителей зависит от коэффициента увеличения их объема при полимеризации. Для уплотнителей на основе составов № 3150 и № 3160 эта зависимость приведена на рис. 3.

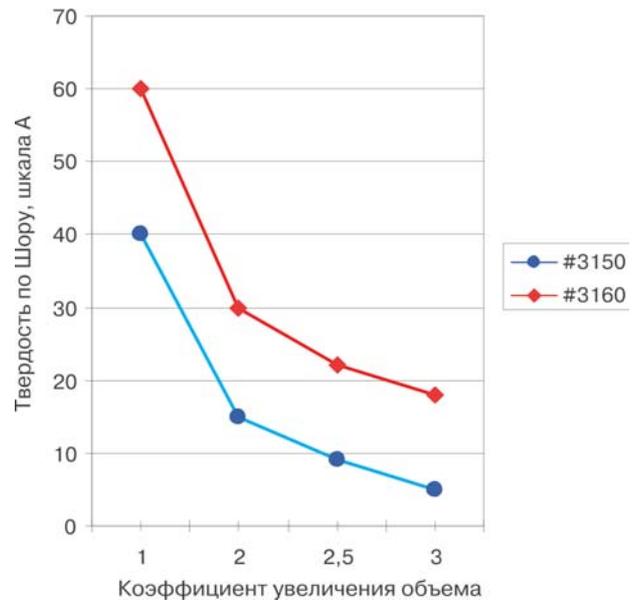


Рис. 3. Графики зависимости твердости состава уплотнителей от коэффициента увеличения их объема

Способность уплотнителей поглощать воду экспериментально не выявлена.

На рис. 4 показана зависимость предела прочности на разрыв уплотнителей CeraCon, выполненных из составов № 3150 и 3160, от продолжительности воздействия внешних факторов (температуры и влажности) при разных коэффициентах увеличения объема: k=1 (а) и k=3 (б).

Основные области применения уплотнителей

Кроме применения в автомобильной промышленности пористые уплотнители могут быть использова-

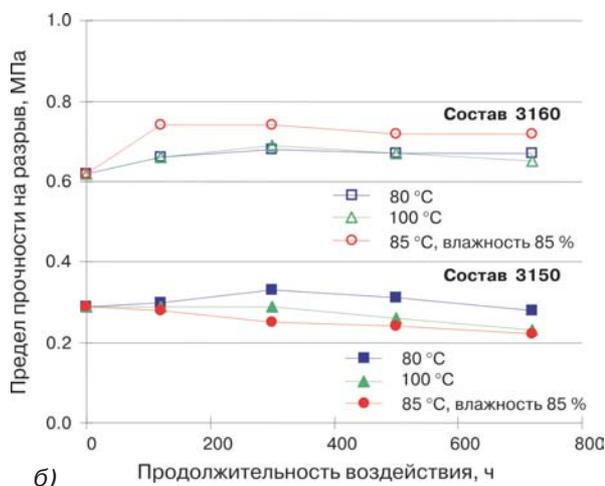
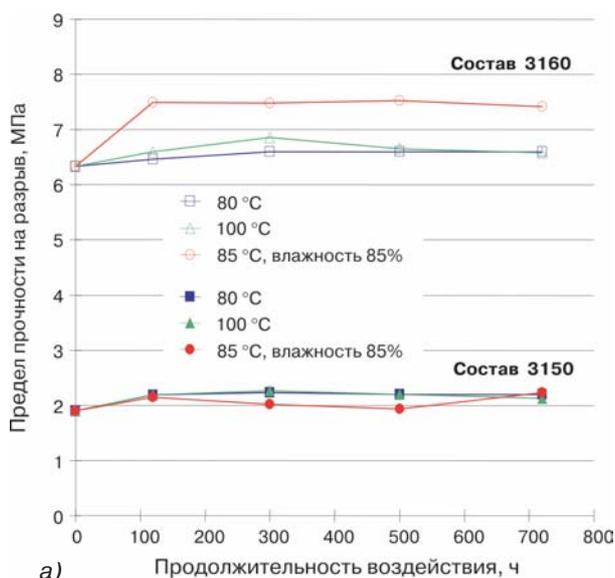


Рис. 4. Зависимость предела прочности на разрыв уплотнителей на основе составов № 3150 и 3160 от продолжительности воздействия внешних факторов при разных коэффициентах увеличения объема: k=1 (а) и k=3 (б)

ны для:

- изготовления амортизирующих прокладок
- герметизации стыков
- электрической изоляции токоведущих частей (разъемов) и др.

Дополнительную информацию о пористых уплотнителях фирмы CeraCon можно найти в сети Интернет

по адресу: www.CeraCon.com или в фирме VD MAIS.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мельниченко А. Пористые уплотнители производства фирмы CeraCon // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 12.
2. Информационные материалы фирмы CeraCon, 2004.

ШКАФ ФИРМЫ SCHROFF ДЛЯ УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ВНЕ ПОМЕЩЕНИЙ *

Для размещения оборудования, устанавливаемого вне помещений, фирма Schroff предлагает шкаф Outdoor Electronic Packaging, обеспечивающий надежную защиту электронных устройств от механических и климатических воздействий.

Имея большой опыт в конструировании шкафов для электронного оборудования, фирма Schroff принимает участие и в разработке стандартов для них. Одним из таких стандартов является IEC 61 969 "Mechanical construction for electronic equipment – outdoor enclosures", на основе которого был разработан шкаф, предназначенный для оборудования, размещаемого вне помещений (Outdoor Electronic Packaging). Шкаф обеспечивает надежную защиту электронных узлов от воздействия внешней среды. Его можно с успехом использовать



А. Мельниченко

для телекоммуникационного или измерительного оборудования, на транспорте или для других применений.

Рис. 1. Шкаф Unibody

Характеристики шкафа

Механическая прочность. Шкаф рассчитан на установку оборудования общей массой до 400 кг. Его устойчивость к ударам и вибрациям соответствует стандарту IEC 61 969-3, класс 2. Шкаф также тестирован на соответствие стандартам ETSI 300 019 и IEC 61587 по устойчивости к воздействию землетрясений.

* Outdoor Electronic Packaging. – Schroff 39601-311, 2/2004.



Рис. 2. Шкаф Unibody HEX

Гибкость компоновки. Внутреннее пространство шкафа может быть обустроено в соответствии с требованиями потребителя. Допускается установка оборудования на желаемой высоте и глубине. Предусмотрена возможность установки оборудования различных типоразмеров (19-дюймового, ETSI и др.). Шкаф можно устанавливать на земле, стене или опорах.

Поддержание климата. Двойные стенки шкафа обеспечивают защиту установленных в нем устройств от теплового облучения извне и способствуют рассеянию тепла за счет естественной конвекции. При необходимости в шкафу могут быть смонтированы устройства принудительной вентиляции (вентиляторы и теплообменники).

Защита от вандализма. Доступ к боковым стенкам шкафа для их замены обеспечивается снаружи. В целях безопасности эта замена может производиться только при открытых дверях.

Устойчивость к коррозии. Защита от электромагнитных помех. Применение алюминия в качестве материала для корпуса шкафов обеспечивает следующие преимущества: снижение массы, устойчивость к коррозии, хорошую электропроводность, способствующую повышению степени защиты от электромагнитных помех.

Защита от пыли и влаги. Шкаф имеет класс защиты от воздействия окружающей среды IP 55 в соответствии со стандартом IEC 60 5029.

Модификации шкафа

Шкаф выпускается в двух модификациях: **Unibody** – с цельным корпусом и **Modular** – с корпусом на основе сварной рамы с навесными стенками.

Шкаф Unibody (рис. 1) имеет 3 разновидности: Unibody, Unibody VENT и Unibody HEX.

Шкаф Unibody предпочтителен для случаев, когда число устанавливаемых в него блоков невелико и для доступа к ним достаточно открыть дверь. Теплообмен в нем осуществляется путем естественной конвекции потоком воздуха между его двойными стенками. При

необходимости более интенсивного теплообмена следует использовать шкаф Unibody VENT, оснащенный вентилятором, или Unibody HEX, в котором за дверью расположен теплообменник, показанный на рис. 2. В отличие от шкафа Unibody VENT, в котором воздух продувается через его внутреннее пространство, теплообменник шкафа Unibody HEX представляет собой сплошную перегородку, изолирующую внутреннее пространство шкафа от окружающей среды. Для увеличения теплообмена внутри корпуса он обдувается с двух сторон вентиляторами, а дверь снизу имеет жалюзи.

Шкаф Modular имеет смысл использовать в случае, если для установки оборудования необходим доступ к его внутреннему пространству со всех четырех сторон. Шкаф имеет две разновидности: Modular VENT и Modular HEX, охлаждение которых аналогично используемому в шкафах Unibody VENT и Unibody HEX соответственно.

Габаритные размеры шкафов приведены в таблице.

Размеры, мм	Unibody		Modular			
	Unibody VENT		Modular VENT		Modular HEX	
	–	Unibody HEX*	–	–	1510	1510
Высота	930	1100	1330	1510	1330	1510
Ширина	700		700	1300		
Глубина	500 (600)		600			

* В скобках приведены значения для Unibody HEX.

В качестве дополнительных принадлежностей к шкафам выпускаются:

- стальные полки с возможностью их установки на требуемой глубине
- дверные контакты
- регуляторы температуры со встроенным термодатчиком
- регуляторы влажности
- нагреватели мощностью 400 Вт
- вентиляторы.

Дополнительную информацию о шкафах фирмы Schroff, предназначенных для установки оборудования вне помещений, можно найти в сети Интернет по адресу: www.schroff.biz или в фирме VD MAIS.

Компоненты систем автоматизации производства

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

Дистрибутор

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

Украина, 01033 Киев, а/я 942, ул. Жилианская, 29
 тел.: (044) 227-2262, 227-1389, факс: (044) 227-3668
 e-mail: info@vdmals.kiev.ua, www.vdmals.kiev.ua

ХІМІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

KONTAKT
CHEMIE

BERNSTEIN
Electronic-Tools

DIMA
SMT SYSTEMS

elme
THE ULTIMATE SOLDERING TOOL

ERSA
GLOBAL CONNECTIONS

GREENLEE
A Testtron Company

Klauke

LUXO

RadielFondam

АВЕРОН

ВИКИНГ

Номакон
Nomacon

ЭУ

офіційний дистриб'ютор
торгівельної марки
Kontakt Chemie в Україні

Симметрон-Україна

Київ, вул. М.Раскової, б.13, оф.903
тел. (044) 239-2065
факс (044) 239-2069
e-mail: tools@symmetron.com.ua



www.symmetron.com.ua



Роздрібна торгівля - магазин

Мікроніка
книги та інструмент

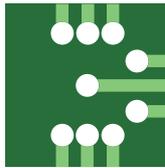
Київ, вул. М.Раскової, 13

ЭЛЕКТРОНИКА 2004

Чтобы организовать альтернативную выставку, да еще в Москве, нужна большая смелость и, главное, запас идей.

Судя по всему, этим запасом обладают организаторы второй международной выставки "ЭЛЕКТРОНИКА. Компоненты. Оборудование. Технологии", которая с успехом прошла в Центральном доме художника г. Москвы с 5 по 7 октября 2004 г.

Выставка подразделялась на тематические зоны, в которых были представлены более 200 участников, включая фирмы-производители и дистрибьюторы электронных компонентов и радиоэлектронных устройств, источников питания и измерительной аппаратуры, а также целый ряд специализированных изданий и издательств. Кроме того, организаторы – ЗАО "ЧипЭКСПО" – предложили много новаций, среди них можно выделить Форум "Пробле-



мы российской электроники и пути их решения", в итоге проведения которого был разработан комплекс совместных действий госу-

дарственных органов, предприятий электронной отрасли, включая научные, и инвесторов (в том числе иностранных) по развитию электронного комплекса России. Конкурс на присуждение награды "Золотой Чип", проводившийся по трем номинациям: "За вклад в развитие Российской экономики", "За вклад в развитие профессионального образования" и "За яркий имидж", помог выявить участников выставки, внесших весомый вклад в развитие российской экономики и образования, а также в создание достойного имиджа участников рынка электроники. Приятно отметить, что журнал ЭКИС был отмечен почетным дипломом "За яркий имидж".

В заключение хочется поблаго-



На выставке сотрудники VD MAIS с А. Биленко, директором ЗАО "ЧипЭКСПО" (первый справа)

дарить устроителей за хорошую организацию выставки и пожелать им в 2005 году воплотить в жизнь новые оригинальные начинания, которые будут способствовать развитию электронной промышленности России и расширению взаимовыгодного сотрудничества участников рынка электроники как в дальнем, так и ближнем зарубежье.

INTEL 8052 УСТУПАЕТ МЕСТО ПРОЦЕССОРУ ARM7

18-20 октября 2004 г. в Киеве, Харькове и Днепропетровске состоялись однодневные семинары фирмы Analog Devices. На них были представлены новые микроконвертеры с RISC-архитектурой ядра и сигнальные процессоры Blackfin. Как отметил докладчик, Johannes Horvath, применение RISC-процессора ARM7 дало возможность вдвое повысить производительность нового семейства микроконвертеров ADuC700 по сравнению с

самыми быстродействующими из семейства ADuC800 (ядро которых выполнено на основе CISC-процессора Intel 8052) и довести эту производительность до 45 MIPS. Рост производительности микроконвертеров нового семейства позволил существенно расширить области их применения. Наряду с измерительными системами и системами сбора данных на их основе можно строить прецизионные контроллеры и различные системы

управления. В настоящее время фирма поставляет отдельные образцы микроконвертеров семейства ADuC700 и средства отладки к ним, серийный выпуск запланирован на конец 2004 г.

Новые сигнальные процессоры семейства Blackfin могут быть одинаково успешно использованы для выполнения вычислительных операций и функций управления. Этому способствуют гибкое распределение памяти, наличие нескольких контроллеров DMA, широкий набор интерфейсов, вдвоенное ядро (BF561), возможность выполнения операций с 8-, 16- и 32-разрядными словами. В зависимости от скорости выполнения операций сигнальные процессоры семейства Blackfin могут автоматически изменять тактовую частоту в пределах от 600 до 200 МГц и напряжение питания ядра – от 0.8 до 1.2 В. В настоящее время сигнальные процессоры семейства Blackfin могут работать в среде uCLinux.



На семинаре в Киеве