

**ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ
И СИСТЕМЫ**

2002 февраль № 2 (54)

МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

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

Зарегистрирован
Министерством информации
Украины 24.07.96 г.

Свидетельство о регистрации
серия КВ № 2081Б
Издается с мая 1996 г.
Подписной индекс 40633

Главный редактор:
В.А. Романов

Зам. главного редактора:
А.В. Ермолович

Редакционная коллегия:

В.В. Гирич
В.А. Давиденко
Н.Б. Малиновский
Г.Д. Местечкина
В.А. Тодосийчук
С.Б. Яковлев

Набор:
Е.М. Шелест

Верстка:
М.С. Заславская

Дизайн:
А.А. Чабан,
М.С. Заславская

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

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

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

Подписано к печати 28.02.2002
Формат 60x84/8
Тираж 1000 экз.
Зак. № 202-157-0590

УСИЛИТЕЛИ

Защита измерительных каналов
от перенапряжений и радиопомех 3

АЦП И ЦАП

Новые 16- и 24-разрядные АЦП 6

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Средства отладки на базе JTAG-эмулятора 8

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

12-/14-разрядные АЦП для телекоммуникаций 12

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Аналого-цифровые преобразователи 17

КОНКУРС: ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА

Интеллектуальная видеокамера 33

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Силовые запираемые тиристоры 36

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

Особенности проектирования печатных плат
для высокочастотных логических ИМС 42

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Датчик влажности конденсаторного типа 43

Электронный мастер на все руки 44

Портативный тестер для проверки локальных сетей 44

Набор оптических датчиков положения
компания Agilent Technologies, Inc. 45

Высокоэффективные DC/DC преобразователи 46

Микросхема трехфазного счетчика электроэнергии 46

Одноплатные цифровые осциллографы 47

18-разрядный стереоЦАП
со встроенным голосовым кодеком 47

Почему электронные компоненты необходимо приобретать
у авторизованных дистрибьюторов? 48

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



AMPLIFIERS

Overvoltage and RFI Protection of Instrumentation Channels 3

ADCs AND DACs

New 16- and 24-bit ADCs 6

DSPs AND MICROCONTROLLERS

JTAG-Based Development Tools 8

COMMUNICATIONS

12-/14-bit ADC for Communications 12

THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN

Analog-to-Digital Converters 17

BEST DESIGN ANNUAL CONTEST

Intelligent Digital Camera 33

POWER ELECTRONICS

Integrated Gate-Commutated Thyristors 36

SURFACE MOUNT TECHNOLOGY

Dealing with High Speed Logic 42

NEWS BRIEFS

Capacitive Humidity Sensor 43

Electronic Jack of All Trades 44

Handheld Unit Tests Network Wiring and Performance 44

Agilent Technologies Introduces

Low-Cost Miniature Optical Encoders 45

DC/DC Converters 46

Three Phase Multi-Function Energy Metering IC with Serial Por 46

World Fastest Compact PCI Digitizers 47

18-Bit Stereo DAC with Embedded Voice CODEC 47

Why It Is Necessary to Buy Electronic Components from Authorized Distributors? 48



ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

February 2002
No 2 (54)

Monthly Scientific and Technical Journal

Founder and Publisher:
Scientific-Production Firm
VD MAIS

Director
V.A. Davidenko

Head Editor
V.A. Romanov

Managing Editor
A.V. Yermolovich

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

Type and setting
E.M. Shelest

Layout
M.S. Zaslavskaya

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

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

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

Fax:
(380-44) 227-3668

E-mail:
info@vdm.kiev.ua

Web address:
www.vdm.kiev.ua

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

Printed in Ukraine



ЗАЩИТА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И РАДИОПОМЕХ

Измерительные каналы на основе современных операционных и измерительных усилителей отличаются высокой точностью, низким уровнем шумов и нелинейных искажений. В промышленных условиях эксплуатации такие каналы должны быть надежно защищены от перенапряжений и радиопомех. В настоящей публикации рассмотрены схемотехнические методы, направленные на защиту измерительных каналов от перенапряжений и радиопомех.

В. Романов

Входными устройствами измерительных каналов являются, как правило, операционные и измерительные усилители. Эти усилители согласуют выходы различных датчиков и сенсоров со входами АЦП и других измерительных устройств. Выходное напряжение датчиков по тем или иным причинам может превышать допустимое для данного усилителя значение. Для большинства операционных и измерительных усилителей максимально допустимое значение входного напряжения не превышает напряжения питания или отличается от него не более чем на 0.3 В. При превышении этого значения наступает мгновенный пробой входных цепей усилителя [1], так как через них проходит ток в несколько сотен миллиампер. Как правило, максимальный входной ток усилителя не должен превышать 5 мА, что обусловлено шириной внутренних межсоединений входного каскада, причем даже незначительное и кратковременное превышение этой величины может привести к миграции электронов межсоединений в кристалл микросхемы и тем самым уменьшить надежность усилителя в целом.

Обобщенная схема защиты входных цепей операционного усилителя с помощью диодов Шоттки D1 и D2 и ограничительного резистора R_{LIMIT} приведена на рис. 1. Если усилитель содержит внутренние кремниевые диоды защиты по цепям питания, то уровень защиты входных цепей этого усилителя будет отличаться от напряжения питания на величину падения напряжения на открытом диоде, т. е. не более чем на 0.6 В. Величина сопротивления R_{LIMIT} выбирается исходя из того, что входной ток усилителя не должен превышать 5 мА. Если бы внешние диоды Шоттки отсутствовали, величина R_{LIMIT} для перенапряжения 100 В и выше составила бы более 20 кОм, что, в свою очередь, привело бы к увеличению уровня шумов и напряжения смещения нуля на входе такого измерительного канала. Наличие диодов D1 и D2 ограничивает уровень перенапряжения

величиной напряжения питания (с учетом падения напряжения на открытом переходе диода Шоттки, которое составляет не более 0.3 В). В этом случае максимальная величина R_{LIMIT} определяется предельным током через диод Шоттки и если этот ток составляет 200 мА, то при перенапряжении на входе усилителя 100 В сопротивление R_{LIMIT} составляет всего лишь 500 Ом. Для уменьшения погрешности смещения, вызванной протеканием входного тока смещения через резистор R_{LIMIT} , к инвертирующему входу усилителя следует подключить резистор, сопротивление которого равно R_{LIMIT} .

Обобщенная схема защиты входных цепей измерительного усилителя приведена на рис. 2. Сопротивление R_{LIMIT} , как и в предыдущей схеме, выбирается, исходя из величины перенапряжения и максимально допустимого тока через диоды защиты. Стабилитроны на входе измерительного усилителя ограничивают дифференциальное напряжение на уровне $|V_{\text{POS}} - V_{\text{NEG}}|$.

Схема защиты измерительного усилителя на основе двух операционных усилителей приведена на

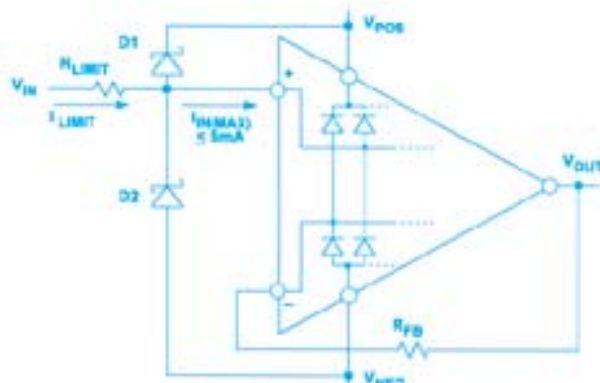


Рис. 1. Схема защиты операционного усилителя от перенапряжения

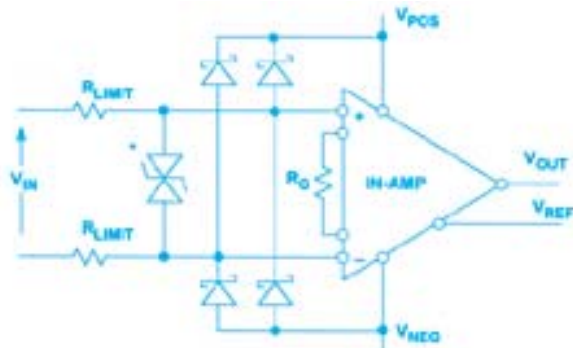


Рис. 2. Схема защиты измерительного усилителя от перенапряжения

рис. 3. Внешние диоды Шоттки и ограничительные резисторы обеспечивают защиту от перенапряжения входных цепей такого усилителя на уровне напряжения питания. Ограничительные стабилитроны во входных цепях данного усилителя можно не использовать.

Если входным устройством измерительного канала является АЦП, защита от перенапряжения также обеспечивается с помощью внешних диодов Шоттки и ограничительного резистора. Наличие внутренних диодов защиты от электростатического электричества не исключает использование внешних диодов, так как они позволяют снизить величину ограничительного резистора и тем самым уменьшить уровень шумов на входе АЦП (рис. 4). Если в АЦП имеется встроенный тонкопленочный аттенуатор (AD7890-10, рис. 5), вход такого АЦП может быть защищен от перенапряжения с помощью стабилитрона и ограничительного резистора.

В качестве устройств защиты измерительных каналов, в которых предусмотрено "горячее" отключение или подключение источника питания, используются специализированные ИМС типа AD6465, AD6466 и AD6467 фирмы Analog Devices. Каждый канал такой ИМС состоит из двух независимых NMOS и PMOS транзисторов (рис. 6). Защита измерительных каналов с помощью этих ИМС обеспечивается на уровне напряжения питания. Основные параметры AD6465, AD6466 и AD6467 приведены ниже:

- минимальное сопротивление в открытом состоянии (50 Ом для AD6465 и 80 Ом для AD6466/ AD6467)
- согласование открытых каналов обеспечивается с точностью 3 %
- максимальное напряжение питания $|V_{DD}-V_{SS}|$ составляет 44 В
- допустимое напряжение перенапряжения $V_{SS}+2$ В
- обеспечивается защита измерительных каналов при отключенном напряжении питания.

Типовая схема включения данных ИМС защиты показана на рис. 7, причем защита обеспечивается при "горячем" подключении АЦП (с устройством контроля) к источнику питания, а также к источникам входных сигналов. Наличие RC цепей позволяет обеспечить опережающее подключение напряжения питания к ИМС защиты по сравнению с другими ИМС измерительного канала при "горячем" подсоединении этого канала к источнику питания. Диоды в цепях питания защищают ИМС от возможного перенапряжения при "горячем" подключении к источнику питания.

На параметры измерительных каналов могут оказывать существенное влияние высокочастотные радиопомехи [2]. Известно, что частотный диапазон прецизионных измерительных и операционных усилителей достаточно узок, чтобы они могли усиливать радиосигналы. Однако высокочастотные радиопомехи, проникая в измерительный тракт или цепи питания, могут

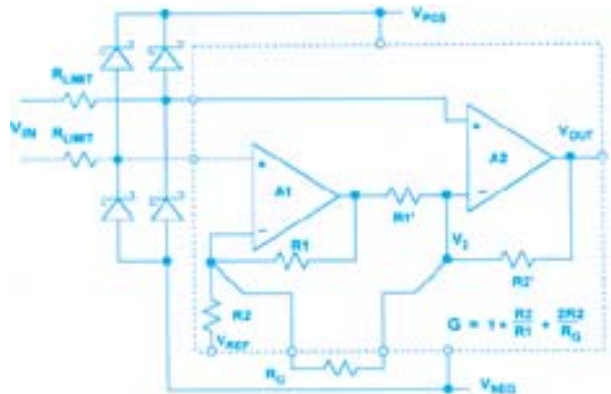


Рис. 3. Схема защиты измерительного усилителя на основе двух ОУ от перенапряжения

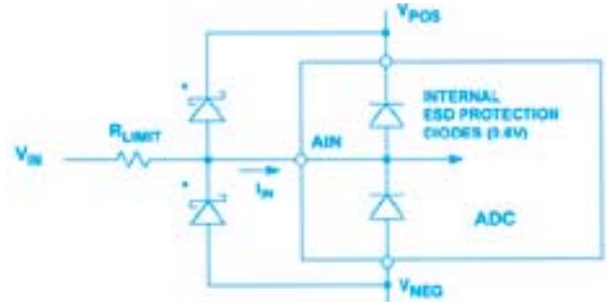


Рис. 4. Схема защиты АЦП от перенапряжения

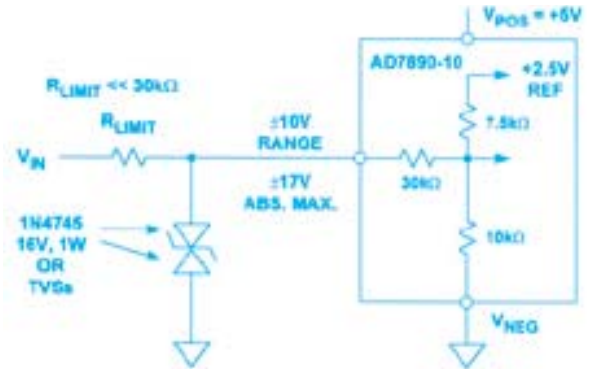


Рис. 5. Схема защиты АЦП с аттенуатором на входе от перенапряжения

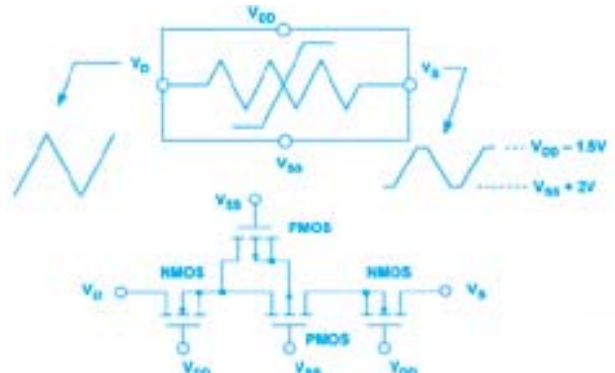


Рис. 6. Функциональная схема ИМС AD6465/466/467



быть преобразованы в сигналы постоянного тока, вызывая дополнительное смещение напряжения на выходе усилителя и внося другие изменения в параметры на постоянном токе. Анализ этих процессов достаточно подробно выполнен в [3]. Одним из путей ослабления влияния радиопомех на параметры измерительных каналов является оптимальное использование фильтров нижних частот. Простейшая схема фильтра на входе усилителя приведена на рис. 8. Емкость $C1$ не следует подключать непосредственно к инвертирующему входу операционного усилителя, так как это может повлиять на стабильность его параметров на постоянном токе. Полоса пропускания фильтра должна быть не менее чем в 100 раз шире частотного диапазона входного сигнала, чтобы не допустить его ослабления в области высоких частот. Элементы фильтра должны быть расположены в непосредственной близости от ИМС усилителя. Схема входного фильтра для измерительного усилителя приведена на рис. 9. Фильтр синфазных радиопомех собран на элементах $R1$, $C1$ и $R2$, $C2$, а фильтр дифференциальных помех — на элементах $(R1+R2)$, $C3$. Прецизионные измерительные усилители особенно чувствительны к дифференциальным радиопомехам. В связи с этим постоянная времени фильтра дифференциальных помех, равная $\tau_{\text{диф}} = (R1+R2)C3$, во много раз превышает постоянную времени фильтра синфазных помех, равную $\tau_{\text{синф}} = R1C1 = R2C2$. Если $R1$ и $R2$, а также $C1$ и $C2$ плохо согласованы между собой, на выходе фильтра синфазной помехи может образоваться дифференциальная составляющая радиопомехи. Поэтому емкости $C1$ и $C2$ должны быть подобраны с точностью 5 %, а резисторы $R1$ и $R2$ — с точностью 1 %. Желательно, чтобы элементы фильтра были симметрично установлены на печатной плате. Типовая схема фильтра на входе измерительного усилителя AD620 приведена на рис. 10. Ослабление влияния высокочастотных радиопомех на параметры этого усилителя с помощью такого фильтра проверялось в полосе частот от 0 до 20 МГц при размахе синусоиды 1 В и коэффициенте усиления усилителя AD620, равном 1000. Полоса пропускания фильтра составила 400 Гц. Смещение нуля при этом не превысило 1.5 мкВ.

Кроме входных цепей, от радиопомех должны быть защищены выходные цепи и цепи питания. Типовая схема НЧ фильтра на выходе усилителя приведена на рис. 11. Последовательное включение резистора обеспечивает стабильную работу усилителя. Непосредственное подключение емкости фильтра к выходу усилителя допускается, если данный усилитель нечувствителен к емкостной нагрузке. Для защиты усилителей от радиопомех по цепям питания к каждому выводу питания ИМС усилителя подключается развязывающая емкость. Желательно использовать конденсатор для поверхностного монтажа, так как он имеет мини-

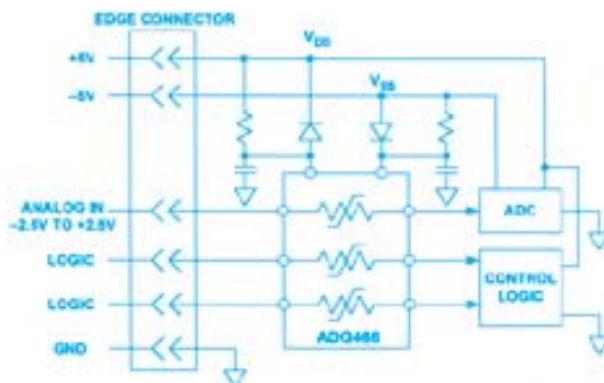


Рис. 7. Схема включения ИМС AD6466

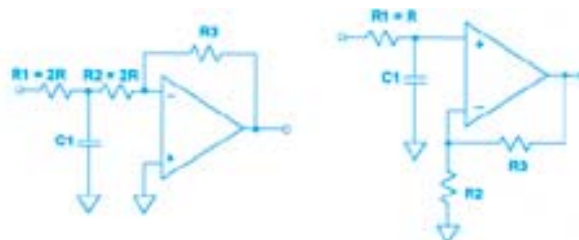


Рис. 8. Схема защиты ОУ от радиопомех

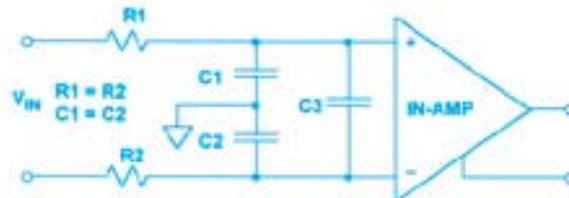


Рис. 9. Схема защиты измерительного усилителя от радиопомех

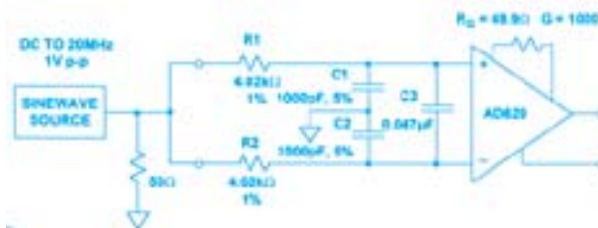


Рис. 10. Схема защиты измерительного усилителя AD620 от радиопомех

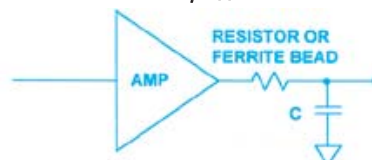


Рис. 11. Схема защиты выхода ОУ от радиопомех

мальные размеры, а земляную шину следует располагать как можно ближе к шине питания (рис. 12). Подключение конденсатора одновременно к выводу питания и земляному выводу нежелательно, так как это приводит к увеличению паразитной индуктивности [4].

В заключение отметим, что еще одним эффектив-

ным способом защиты измерительных каналов от радиопомех является экранирование. Этот способ достаточно подробно освещен в отечественной и зарубежной литературе. Совместное использование фильтрации и экранирования дает максимальный эффект при защите измерительных каналов от радиопомех.

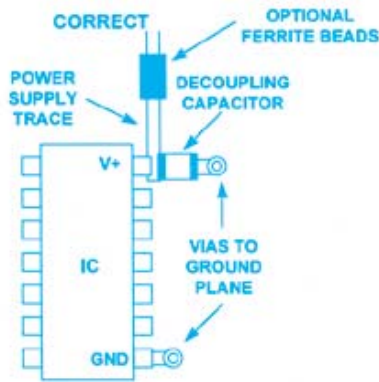


Рис. 12. Схема защиты ИМС от помех по цепям питания

ЛИТЕРАТУРА:

1. W. Kester, W. Freeman, J. Buxion. Over-voltage Protection. Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. — Analog Devices, Inc., 1999.
2. W. Kester, W. Jung, C. Kitchiu. Preventing RFI Rectification. Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. — Analog Devices, Inc., 1999.
3. System Applications Guide. — Analog Devices, Inc., 1993, Section 1.
4. W. Jung, W. Koster, B. Chesnut. Power Supply Noise Reduction and Filtering. Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. — Analog Devices, Inc., 1999.

НОВЫЕ 16- И 24-РАЗРЯДНЫЕ АЦП *

Фирма Texas Instruments предлагает новые экономичные высокоточные аналого-цифровые преобразователи.

В. Охрименко

ADS8343/45 — новые четырех- (ADS8343) и восьми-канальные (ADS8345) 16-разрядные АЦП, предназначенные для применения в системах сбора данных (DAS), измерительном оборудовании, цифровых ассистентах, медицинских приборах, сканерах, спектроанализаторах и интеллектуальных датчиках. Максимальная частота преобразования ADS8343/45 составляет 100 кГц. Структурная схема АЦП ADS8343/45 приведена на рис.1. АЦП работают от одного источника питания ($E_{пит}$) с напряжением от 2.7 до 5 В. Потребляемая мощность составляет 7.5 мВт при напряжении питания 5 В, частоте преобразования 100 кГц или 3.2 мВт при напряжении 2.7 В. Напряжение внешнего источника эталонного напряжения (V_{REF}) может быть в диапазоне от 0.5 В до половины напряжения источника питания ($0.5E_{пит}$). В АЦП ADS8343/45 имеется энергосберегающий режим работы (Shut-down). Потребляемая мощность ADS8343 в режиме Shut-down составляет менее 8.1 мкВт, ADS8345 — менее 1 мкВт. Напряжение входного сигнала зависит от напряжения эталонного источника и может находиться в диапазоне от $-V_{REF}$ до V_{REF} . Данные преобразования передаются через высокоскоростной последовательный порт. В таблице приведены основные параметры АЦП серии ADS83xx.

Микросхемы ADS8343 выпускаются в корпусах типа 16-SSOP, ADS8345 — 20-SSOP или 20-QSOP. Оба типа АЦП совместимы по расположению выводов с 12-разрядными версиями. Ориентировочная стоимость преобразователей ADS8343/45 составляет \$ 7.5 (в партии 1000 шт.)

* Technology Innovations. — Texas Instruments, Vol.10, 2001 (<http://www.to.com/sc/techinnovations>).

ADS8322/23 — одноканальные (дифференциальный вход) 16-разрядные АЦП с максимальной частотой преобразования 500 кГц, предназначенные для работы в диапазоне температур от -40 до 85 °С. Основные сферы применения АЦП ADS8322/23: интеллектуальные датчики, медицинские и измерительные приборы, высокоскоростные системы сбора данных и спектроанализаторы. ADS8322 предназначены для преобразования униполярного входного сигнала, ADS8323 — биполярного входного сигнала. АЦП ADS8322/23 имеют встроенный источник эталонного напряжения (2.5 В), однако при необходимости может быть использован внешний источник. Структурная схе-

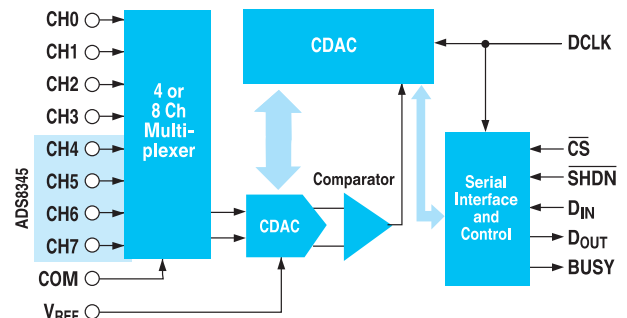


Рис. 1. Структурная схема АЦП ADS8343/45

Основные параметры ряда АЦП серии ADS83xx

Тип	Разрешение, бит	Частота преобразования, кГц	Кол-во входных каналов	Внешний интерфейс	Напряжение входного сигнала
ADS8345	16	100	8	последовательный	$\pm V_{REF}$
ADS8344					$0 \dots V_{REF}$
ADS8343			$\pm V_{REF}$		
ADS8341			$0 \dots V_{REF}$		
ADS7825		40	4	последовательный/параллельный	± 10 В



СРЕДСТВА ОТЛАДКИ НА БАЗЕ JTAG-ЭМУЛЯТОРА

Вряд ли можно эффективно и в сжатые сроки выполнить отладку систем на базе сигнальных процессоров без использования средств отладки. Статья знакомит с принципом граничного сканирования, на котором построена работа внутрисхемных JTAG-эмуляторов, и аппаратными особенностями этих эмуляторов. В статье приведены также краткий обзор внутрисхемных эмуляторов, выпускаемых фирмой Analog Devices, и рекомендации по их применению.

В. Охрименко

Технология граничного (краевого) сканирования — незаменимый инструмент для тестирования и отладки интегральных микросхем, электронных устройств и соединений между ними, особенно в случаях ограниченного доступа к выводам микросхем или устройств. Тестирование устройств на базе многослойных печатных плат или микросхем в корпусах типа BGA немислимо без использования технологии граничного сканирования, которая используется также как средство доступа к внутренним ресурсам микросхем (сигнальных процессоров) для контроля за их состоянием в процессе отладки [1 - 6]. В последние годы технология граничного сканирования широко применяется для внутрисхемного программирования (On Board Programming — OBP) памяти типа флеш и EEPROM и внутрисистемного программирования (In System Programming — ISP), под которым обычно подразумевается программирование систем на базе программируемых логических интегральных схем типа FPGA (Field Programming Gate Array) или других систем. Широкому внедрению технологии граничного сканирования способствовало также появление систем на кристалле типа SoC (System on Chip), тестирование и отладка которых намного сложнее, чем тестирование, к примеру, микропроцессоров. Кроме того, принцип граничного сканирования можно применять и для тестирования

аналоговых микросхем. Понимание основ технологии граничного сканирования позволит разработчикам не только получить навыки работы с внутрисхемными эмуляторами, но и освоить другие современные технологии, основанные на принципе граничного сканирования.

Цель данной статьи — познакомиться с принципом граничного сканирования и организации систем отладки, базирующихся на этом принципе, а также с аппаратными особенностями применения внутрисхемных эмуляторов при отладке сигнальных процессоров фирмы Analog Devices.

ИНТЕРФЕЙС JTAG И ПРИНЦИП ГРАНИЧНОГО СКАНИРОВАНИЯ

JTAG (Joint Test Action Group) — это аббревиатура названия группы (образована в середине 80-х годов прошлого столетия), в состав которой входят представители ведущих производителей электронных компонентов. Цель создания группы JTAG — сформулировать концепцию тестирования сложных электронных устройств. Предложенный группой JTAG принцип тестирования и последовательный тестовый интерфейс JTAG были одобрены комитетом IEEE, на его базе был разработан и принят в 1990 г. промышленный стандарт IEEE Std. 1149.1. В 1993 г. была выработана и принята новая версия стандарта — IEEE Std. 1149.1a, полное название которого "IEEE Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture" [2]. Встраиваемая в электронные устройства архитекту-

ра, обеспечивающая тестирование сложных электронных устройств, получила название "архитектура граничного сканирования" (Boundary-Scan Architecture).

В интерфейсе JTAG принят простой протокол последовательной передачи данных, а для управления передачей используются четыре сигнала: TDI (Test Data In — вход тестовых данных), TDO (Test Data Out — выход тестовых данных), TCK (Test Clock — тактовый сигнал), TMS (Test Mode Select — выбор тестового режима). В стандарте предусмотрен также пятый необязательный сигнал TRST (Test Reset — сброс).

Принцип граничного сканирования заключается в том, что элементы архитектуры граничного сканирования (элементы BSC) размещаются в блоках ввода/вывода микросхемы непосредственно между внешними выводами и устройствами внутренней логики, т. е. по границе логического ядра микросхемы, что, собственно, и объясняет название — граничное сканирование. Элементы BSC внутри микросхемы образуют последовательный сдвиговый регистр, через который осуществляется передача данных и управление элементами.

Элементы BSC состоят из триггеров и мультиплексоров. Предусматривается два режима работы элементов BSC: нормальный и тестирования. В нормальном режиме работы элемент BSC отключён и не оказывает влияния на работу микросхемы. В режиме тестирования элементы BSC обеспечивают контроль и управление состоянием блоков ввода/вывода, что позволяет не только тестировать логику работы микросхемы, но также и правильность межсоединений, причём без использования каких-либо дополнительных устройств (пробников), для подключения которых требуется физический контакт с микросхемой или печатной платой. Согласно стандарту для доступа к



элементам BSC в микросхеме необходимо добавить, по крайней мере, четыре или пять дополнительных выводов (контактов) — TMS, TDI, TDO, TCK и TRST. Таким образом, каждая микросхема или устройство, совместимые со стандартом IEEE 1149.1., для обмена данными по интерфейсу JTAG должны иметь дополнительные выводы. Для управления элементами BSC внутри микросхемы имеется порт тестового доступа (Test Access Port — TAP), в составе которого содержатся специальный контроллер (TAP-контроллер) и набор сдвиговых регистров управления/контроля. TAP-контроллер управляет переключением потока данных между регистрами, а его собственное состояние определяется последовательностью состояний тактового сигнала TCK и сигнала управления TMS. Регистры управления/контроля предназначены для приёма и хранения команд.

Структурная схема процессора, совместимого со стандартом IEEE 1149.1., приведена на рис. 1.

В стандарте оговаривается также обязательный набор команд, которые должны выполняться во всех устройствах, рассчитанных на совместимость со стандартом IEEE 1149.1. Необходимо подчеркнуть, что в сигнальных процессорах фирмы Analog Devices кроме обязательных выводов предусмотрен ещё и дополнительный — EMU.

ВНУТРИСХЕМНЫЙ JTAG-ЭМУЛЯТОР

Чтобы достичь максимальной отдачи при использовании технологии граничного сканирования, необходим универсальный инструмент, состоящий из программных и аппаратных средств. В качестве аппаратных средств служат внутрисхемные JTAG-эмуляторы.

Схема подключения внутрисхемного JTAG-эмулятора приведена на рис. 2. Обмен данными между отлаживаемым сигнальным процессором и эмулятором осуществляется по интерфейсу JTAG. На

печатной плате с установленным сигнальным процессором должен быть предусмотрен 14-контактный разъём, к которому подсоединяется разъём JTAG-порта внутрисхемного эмулятора. Сам эмулятор может быть установлен или непосредственно в компьютер (шины PCI или ISA) или же соединяется с компьютером с помощью кабеля (интерфейсы RS-232, USB, Ethernet или другие). Основное назначение внутрисхемного JTAG-эмулятора — обеспечение интерфейса между JTAG-портом сигнального процессора и персональным компьютером.

В традиционном подходе, который использовался ранее, предполагалось подключение вместо от-

лаживаемого сигнального процессора (обязательно устанавливаемого на панельку) микросхемы прототипа или специального устройства — эмулятора, т. е. работа процессора, по сути, эмулировалась внешними устройствами. Подобный подход имеет много недостатков. К примеру, невозможно осуществить подключение к месту установки таких микросхем в корпусах типа BGA, конструкция которых вообще не предусматривает возможности установки в панельку. Для отладки сигнальных процессоров, выпускаемых в корпусах типа BGA, не существует других способов отладки, кроме тех, в которых используется принцип граничного сканирования. Использование вну-

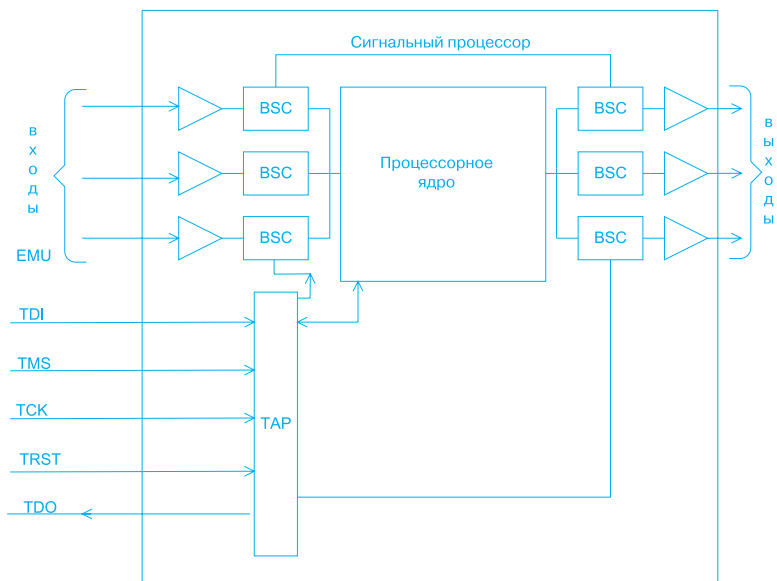


Рис. 1. Структурная схема процессора, совместимого со стандартом IEEE 1149.1.

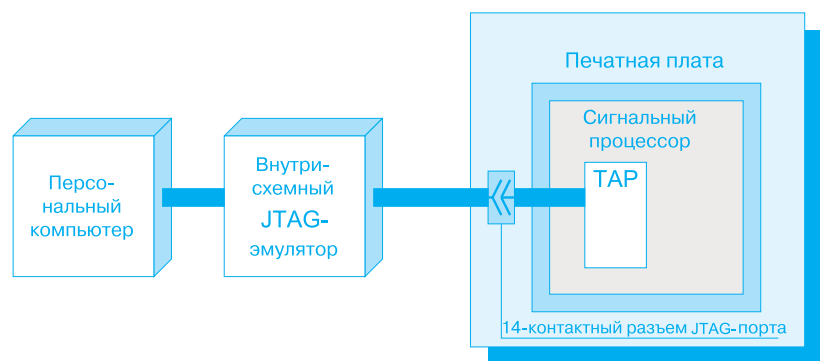


Рис. 2. Схема подключения аппаратных отладочных средств

трисхемных JTAG-эмуляторов и технологии граничного сканирования даёт возможность перейти от эмуляции работы процессора с помощью внешних устройств к непосредственному контролю за работой процессора при выполнении программы, что обеспечивает следующие преимущества. Сигнальный процессор всегда может работать с максимальной тактовой частотой (на этот счёт не существует каких-либо ограничений). Для всех типов сигнальных процессоров можно использовать один и тот же внутрисхемный эмулятор, при этом изменяется только программное обеспечение. Такой подход обеспечивает гибкость при выборе типа сигнального процессора, поскольку обычно при переходе на другой тип сигнального процессора приходится приобретать ещё один эмулятор. Новые сигнальные процессоры фирмы Analog Devices (ADSP-2106x/2116x/2191/2192/2195/2196) имеют единый отладочный интерфейс JTAG и работают с внутрисхемными JTAG-эмуляторами, выпускаемыми как фирмой Analog Devices, так и фирмами-партнёрами. С помощью новых отладочных средств на базе внутрисхемных эмуляторов можно загружать программный код и список точек останова, контролировать и изменять содержимое ячеек памяти и регистров процессорного ядра и т. п. Для изменения содержимого регистров или ячеек памяти процесс выполнения программы должен быть остановлен. Однако после завершения обмена данными и старта процессора программа будет выполняться на максимальной скорости без ограничений по производительности.

Фирма Analog Devices выпускает не только широкий спектр совместимых со стандартом IEEE 1149.1. сигнальных процессоров. В последние годы Analog Devices разработала интегрированную отладочную среду (Integrated Development Environment — IDE), включающую программное обеспече-

ние VisualDSP++, оценочные платы и внутрисхемные JTAG-эмуляторы. Предлагаемые фирмой Analog Devices средства отладки сигнальных процессоров отличаются простотой использования, а их применение способствует эффективной отладке систем в сжатые сроки. Ниже приведены особенности выпускаемых фирмой Analog Devices внутрисхемных эмуляторов, которые полностью удовлетворяют требованиям стандарта IEEE 1149.1.

Все программное обеспечение внутрисхемных эмуляторов работает в среде Windows. Минимальные требования к компьютеру: процессор типа Pentium 166 МГц или лучше, оперативная память — 32 Мбайта.

- Эмулятор Summit-ICE предназначен для встраивания в персональные компьютеры (занимает один слот шины PCI). Может использоваться для отладки ADSP-2106x, ADSP-2116x и сигнальных процессоров с портом JTAG. Длина кабеля — один метр. Для защиты от электромагнитных помех кабель помещён в медный экран.
- Эмулятор Mountain-ICE предназначен для встраивания в компьютеры (занимает один 8-разрядный слот шины ISA). Может использоваться для отладки сигнальных процессоров ADSP-2106x/2116x, ADSP-2191/92/95/96. Длина кабеля — один метр.
- Эмулятор APEX-ICE подключается к USB-порту компьютера. Может использоваться для отладки сигнальных процессоров типа ADSP-2106x/2116x, ADSP-2191/92/95/96. Длина кабеля — три метра.
- Эмулятор Trek-ICE предназначен для отладки удалённых процессоров, имеющих порт JTAG. Эмулятор подключается к сети Ethernet. Длина кабеля — один метр.

Во всех внутрисхемных JTAG-эмуляторах фирмы Analog Devices соединение с JTAG-портом сигнальных процессоров осуществляется с помощью 14-контактного

разъёма, вид и размеры которого приведены на рис. 3. Схема соединения, назначение контактов и названия сигналов ответной части этого разъёма приведены на рис. 4. TMS, TCK, TDI, TDO, TRST — стандартные сигналы интерфейса JTAG. EMU — дополнительный сигнал. Сигналы BTMS, BTCK, BTDI, BTDO, BTRST используются при подключении отдельного контроллера граничного сканирования, который может быть расположен на той же печатной плате, на которой находится сигнальный процессор. Назначение сигналов интерфейса, используемых в процессе отладки, приведено в таблице. На рис. 4 приведена схема соединения сигнального процессора с разъёмом JTAG-порта.



Рис. 3. Разъём JTAG-порта эмулятора

ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

Ниже приведены некоторые рекомендации по применению внутрисхемных эмуляторов фирмы Analog Devices.

Пространство печатной платы вокруг места подключения разъёма внутрисхемного эмулятора должно иметь свободную зону, не занятую другими компонентами. Размеры этой зоны приведены на рис. 5.

Если сигналы BTMS, BTCK, BTRST, BTDI, BTDO не используются, то соответствующие им контакты необходимо соединить с общим проводом (рис. 4) с помощью перемычек, устанавливаемых на штыри разъёма, что обеспечит надёжную работу сигнального процессора. При подключении разъёма эмулятора перемычки следует удалить.

Необходимо всегда помнить, что сигнал (CLKIN) тактовой частоты сигнального процессора не ис-

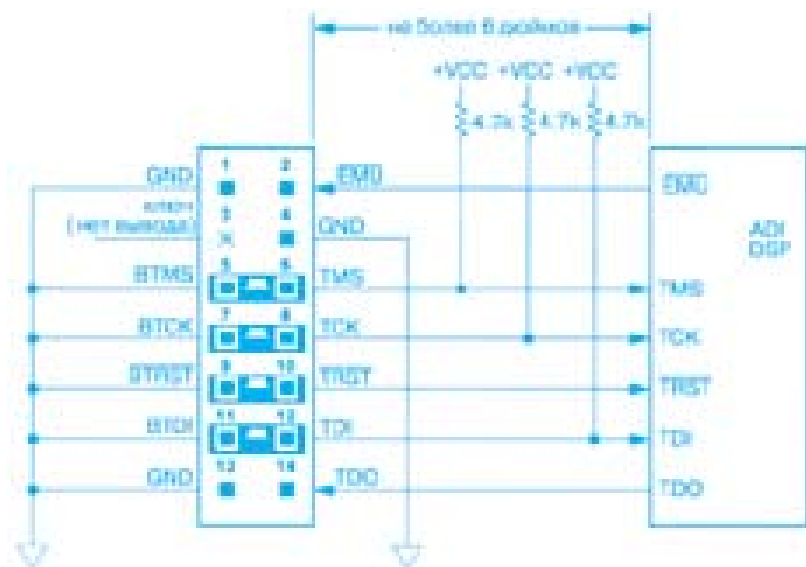


Рис. 4. Схема соединения сигнального процессора с разъёмом JTAG-порта

пользуется в интерфейсе JTAG. В некоторых документах показано соединение входа CLKIN сигнального процессора с контактом 4 разъёма JTAG-порта. Контакт 4 должен быть соединён только с общим проводом источника питания. Если уже имеется соединение входа CLKIN сигнального процессора с контактом 4 разъёма, оно должно быть устранено.

Максимальная длина проводников между сигнальным процессором и разъёмом JTAG-порта не должна превышать 150 мм. Неко-

торые цепи должны быть подключены к шине питания через резисторы сопротивлением 4.7 кОм (рис. 4).

В случае одновременной отладки нескольких сигнальных процессоров или если длина проводников превышает 150 мм, необходимо применять дополнительные буферные микросхемы.

При размещении печатных проводников (сигналы интерфейса JTAG) должны быть приняты меры по уменьшению индуктивных связей с другими проводниками на плате и они не должны располагаться рядом с проводниками, которые служат для передачи высокочастотных тактовых сигналов.

Надёжная работа порта TAP сигнальных процессоров в значительной мере зависит от помехозащищённости цепей TMS и TCK.

Проблемы с JTAG-эмулятором могут возникнуть вследствие не-

правильной трассировки цепей питания, перекрёстных помех от других цепей и т. п. Поэтому расположению проводников, по которым передаются сигналы TMS и TCK, следует уделить особое внимание. Для снижения уровня помех может возникнуть необходимость в согласовании линий (сигналы TMS и TCK), что достигается включением в линию низкоомного резистора или резисторов между шинами питания и линией.

Чтобы избежать потенциальных проблем, которые могут возникнуть в момент включения питания, рекомендуется следующая последовательность действий при включении источников питания:

- установить перемычку в цепь TRST (рис. 4)
- включить источник питания сигнального процессора
- удалить перемычку в цепи TRST
- подсоединить разъём JTAG-эмулятора.

Описанная последовательность действий после включения питания гарантирует правильную работу сигнального процессора. После включения питания JTAG-эмулятора сигнал TRST перейдёт в состояние логического "0", а контроллер порта TAP — в состояние сброса, в котором будет находиться до поступления команды от эмулятора.

При отключении питания рекомендуется следующая последовательность действий: отсоединить разъём JTAG-эмулятора, отключить питание сигнального процессора, установить перемычку в цепь TRST (рис. 4).

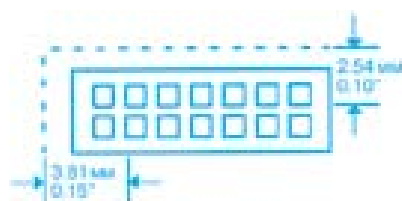


Рис. 5. Размеры свободной зоны

Назначение сигналов интерфейса JTAG

Название сигнала	Назначение	Функция	
		со стороны эмулятора	со стороны процессора
TMS	выбор режима тестирования	выход	вход
TCK	тактовая частота (10 МГц)	выход	вход
TRST	сброс	выход	вход
TDI	входные данные	выход	вход
TDO	выходные данные	вход	выход
EMU	эмуляция	вход	выход (открытый коллектор)

При разработке систем на базе сигнальных процессоров необходимо учитывать, что нагрузочная способность приёмопередатчиков, используемых в модификациях внутрисхемных эмуляторов, зависит от напряжения их питания (2.5 или 3.3 В) [1].

Более полную информацию, относящуюся к технологии граничного сканирования, можно найти в [1 - 6].

Детальную информацию о средствах отладки, предлагаемых фирмой Analog Devices, можно найти в сети Интернет по адресу: www.analog.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. Analog Devices DSP Connection. — Analog Devices, Volume 5, 2001.
2. <http://standards.ieee.org>
3. Методы внутрисхемного тестирования

в производстве электронной техники// ЭКиС. — Киев: VD MAIS, 2000, 10.

4. Технология разработки eXpressDSP// Chip News, 2001, 2.

5. «Разделяй и властвуй» — принцип граничного сканирования// Chip News, 2001, 6.

6. Средства отладки сигнальных процессоров// ЭКиС. — Киев: VD MAIS, 2000, 10.

12-/14-РАЗРЯДНЫЕ АЦП ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Описываются новые 12/14-разрядные АЦП серий AD922x, AD923x, AD924x и AD943x фирмы Analog Devices, предназначенные, прежде всего, для преобразования полосовых сигналов промежуточной частоты. Среди АЦП — новый 12-разрядный AD9430 со скоростью преобразования 170 MSPS.

В. Голуб

Микросхемы серий AD922x, AD923x, AD924x и AD943x фирмы Analog Devices предназначены для использования в радиоприемных каналах и выполняют аналогово-цифровое преобразование сигналов промежуточной частоты [1-4]. На рис. 1 приведена структурная схема радиоприемного канала с АЦП, среди которых AD9226 и AD9433, а также новые AD9244 и AD9430 [1, 4]. Особенностью применения АЦП в радиоприемном канале (рис. 1) является преобразование сигналов промежуточной частоты (ПЧ) [5]. Так как сигналы ПЧ являются узкополосными, частота дискретизации при цифровом преобразовании может быть меньше верхней частоты спектра сигнала ПЧ [6]. Применение АЦП для преобразования ПЧ сигналов рассматривалось в ЭКиС №№ 12/1999 и 10/2001, но для приемных каналов с двойным преобразованием частоты. Рассматриваемые АЦП используются для преобразования более высокочастотных сигналов в каналах, в которых второе преобразование отсутствует.

На структурной схеме (рис. 1) после АЦП показано включение устройств из семейства VersaCOMM (Versatile Communications Product) [1]. Микросхемы VersaCOMM используются для предварительной цифровой обработки сигналов ПЧ перед их окончательной обработкой в процессорах общего применения. Ver-

saCOMM охватывает несколько групп микросхем, среди которых — группа RSP (Receive Signal Processing), а в ее составе — процессоры AD6620/24/34 для приемных каналов. Для передающих каналов VersaCOMM предусматривает две другие группы — TSP (Transmit Signal Processing) и QDUC (Quadrature Digital Upconversion/Modulation). К микросхемам группы QDUC относятся AD9853/6/7, рассмотренные в ЭКиС №№ 5/1999 и 7/2001.

Отметим, что для процессоров AD66xx входной поток данных должен быть в дополнительном коде. Тенденция развития рассматриваемых ниже АЦП такова, что ранее разработанные AD9220/1/3/4/5 имеют выходной поток данных в смещенном бинарном коде, в то время как в АЦП последующих разработок, наряду со смещенным, используется еще и дополнительный код (в AD9432 — только дополнительный). Структура обоих кодов позволяет, при необходимости, преобразовывать смещенный код в дополнительный путем инвертирования старшего разряда.

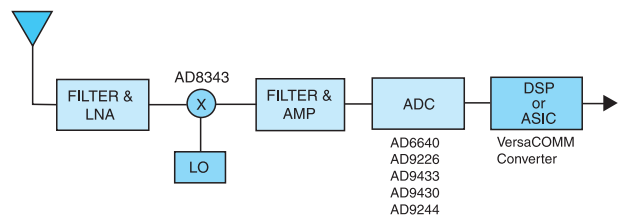


Рис. 1. Применение АЦП в приемном канале

АЦП AD9220/1/3/4/5. Структурная схема AD9220/1/3/4/5 приведена на рис. 2. Она является типовой и для других АЦП, используемых для преобразования сигналов ПЧ. АЦП различаются частотой дискретизации — от 1.5 MSPS для AD9221 до 40 MSPS для AD9224 в диапазонах частот входного сигнала до 25 и 120 МГц соответственно. Потребление микросхем

зависит от их частотных свойств: ток потребления составляет 14,5 и 92 мА при напряжении питания 5 В для AD9221 и AD9224 соответственно. АЦП AD9220/1/3/5 выпускаются в корпусах SOIC-28 и SSOP-28 (AD9224 — в корпусе SSOP-28) и конструктивно совместимы.

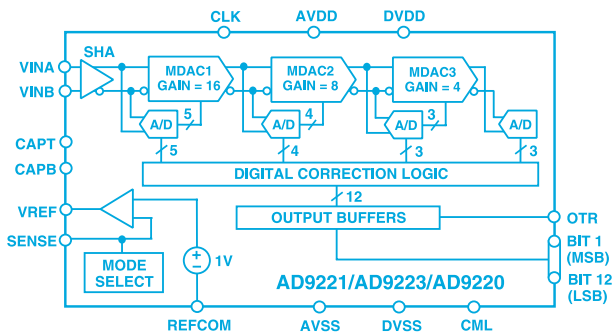


Рис. 2. Структурная схема АЦП AD9220/1/3

На входе АЦП (рис. 2) используется усилитель с устройством выборки и хранения SHA. Вход АЦП — дифференциальный. Способы подключения к АЦП источников входного сигнала и опорного напряжения показаны на рис. 3. Опорное напряжение, подаваемое на оба входа, определяет нормальный режим работы устройства выборки и хранения. На рис. 3, а показано подключение внутреннего источника опорного напряжения 2,5 В с вывода VREF на входной вывод VINB. На другой входной вывод VINA подается сигнал $\pm 2,5$ В (р-р) с постоянной составляющей 2,5 В, являющейся опорным напряжением для входа VINA. В результате дифференциальное напряжение на входе АЦП определяется напряжением сигнала. При этом оба постоянных опорных напряжения компенсируются на дифференциальном входе, обеспечивая получение на выходе АЦП цифровых данных в смещенном коде, значения которого пропорциональны преобразуемому сигналу (с учетом знака).

На оба входных вывода VINA и VINB (рис. 3, б) от внутреннего источника подается одно и то же опорное напряжение. Такая схема включения обеспечивает более высокую точность установки нуля, но, благодаря разделительным конденсаторам C1 и C2, она может использоваться только для сигнала, не содержащего постоянной составляющей. На рис. 3, в показана схема с разделительным трансформатором на входе АЦП (типа T4-1, T4-6T или др. [2]). Опорное напряжение (общее для VINA и VINB) снимается с вывода CML, но возможно использование и другого источника. Дифференциальный сигнал с постоянной составляющей может быть получен на входе АЦП при использовании, например, операционного усилителя с дифференциальным выходом.

Для аналого-цифрового преобразования используется высокоскоростной конвейерный способ [6 - 8]. Канал АЦП содержит четыре каскада преобразования с дифференциальными входами/выходами и устройство "корректирующей логики". С выхода устройства снимается 12-разрядный поток данных, который в параллельном формате через буферные каскады поступает на выход микросхемы (рис. 2). Цифровой код выходного потока — смещенный бинарный, при котором нулевому значению входного сигнала соответствует значение кода 1000..., нижнему (отрицательной полярности) — 0000..., верхнему (положительной полярности) — 1111... Микросхема снабжена цепью контроля (вывод OTR), предназначенной для предупреждения о перегрузке, т. е. о том, что входное аналоговое напряжение вышло за пределы, соответствующие значениям кода 0000... и/или 1111... При этом выходной код будет иметь указанные предельные значения, но на выводе OTR вместо "0" появится "1".

АЦП AD9226 [2] обладает, по сравнению с AD9220/1/3/4/5, следующими отличиями и преимуществами. Во-первых, считывание его выходных данных осуществляется с более высокой частотой (65 MSPS), чем в других АЦП серии AD922x. Частотный диапазон аналогового входа до 200 МГц. Во-вторых, он обладает дополнительными функциональными возможностями. В АЦП AD9226 реализуется два вида кодов выходных данных: смещенный (его значения равны приведенным для AD9220/1/3/4/5) и дополнительный

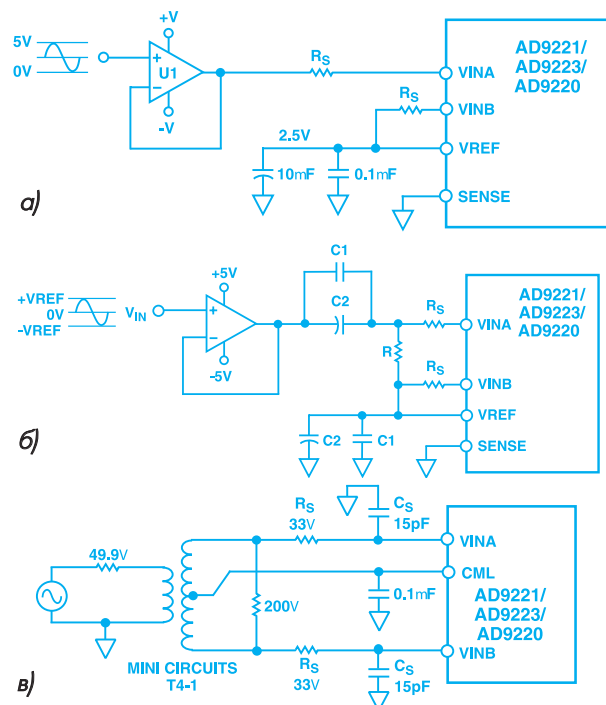


Рис. 3. Варианты схем подключения источников входного сигнала

(с соответствующими им значениями 0000..., 1000..., 0111...). Кроме того, АЦП содержит устройство стабилизации параметров тактовых импульсов (Duty Cycle Stabilizer), поступающих от внешнего источника. Стабилизация заключается в формировании импульсной последовательности типа "меандр" и в устранении дрожания фронтов импульсов.

Микросхема AD9226 выпускается в корпусах двух типов: LQFP-48 и SSOP-28. Корпус LQFP-48 имеет большее количество выводов, что дает возможность, в частности, включать требуемый вид кода (смещенный или дополнительный), а также, при необходимости — устройство стабилизации параметров тактовых импульсов. В корпусе SSOP-28 также обеспечивается переключение кода и включение устройства стабилизации, но другим путем, описанным в [3]. Параметры АЦП AD9226 приведены в табл. 1.

АЦП AD9235 [2]. Структурная схема 12-разрядного AD9235 аналогична схеме AD9226. Тракт преобразования — трехступенчатый. Первая ступень — 4-разрядный преобразователь конвейерного типа, вторая — 16-разрядный также конвейерный и третья — 3-разрядный флэш-АЦП. Результирующий поток данных через устройство корректирующей логики поступает на выход микросхемы с разрядностью 12. В АЦП используются два вида кодов — смещенный и дополнительный. Выпускаются три разновидности АЦП, отличающиеся скоростью считывания: 20, 40 и 65 MSPS.

Параметры АЦП AD9235 приведены в табл. 1. Упрощенная схема запатентованного фирмой устройства выборки и хранения приведена на рис. 4.

АЦП AD9244 [3]. В отличие от других рассматриваемых АЦП, AD9244 — 14-разрядный, выпускаемый в двух вариантах: со скоростью считывания 40 и 65 MSPS. Для обоих вариантов частотный диапазон входного сигнала до 750 МГц. АЦП — конвейерного типа с дифференциальными входами/выходами в каждом из восьми каскадов. В микросхеме содержится также устройство стабилизации параметров тактовых импульсов. Параметры AD9244 приведены в табл. 1.

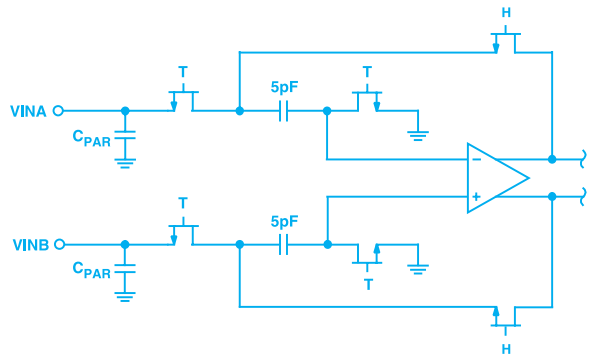


Рис. 4. Упрощенная схема устройства выборки и хранения AD9235

Таблица 1. Параметры новых АЦП серии AD92xx

Параметры	AD9226	AD9235-20	AD9235-40	AD9235-65	AD9244-40	AD9244-65
Разрядность, бит	12				14	
Частота отсчетов, МГц	≤ 65	1 ... 20	1 ... 40	1 ... 65	0.5...40	0.5...65
Диапазон частот, МГц	0 ... 750	0 ... 500			0 ... 750	
Напряжения на входе, В	сигнала (p-p)	1; 2			2; 4	
	смещения	1; 2	0.5; 1		1; 2	
Тип кода на выходе	смещенный	•	•		•	
	дополнительный	•	•		•	
Ошибка при 25 °С, макс, %	"нуля"	±1.4	±1,2		—	
	коэфф. усиления	±2.0	±2.40	±2.50	±2.60	—
Дрейф, тип, ppm/ °С	"нуля"	±2			±3	—
	коэфф. усиления *	±26/±0.4	±12/-		—	—
Нелинейность, макс, ЕМР	дифференц.	±1.0	±0.65	±0.75	±0.80	±0.9
	интегральная	±1.6	±0.80	±0.90	±1.30	±3.6
Питание аналоговых цепей	напряжение, В	4.75...5.25	2.7 ... 3.6		5 (ном)	
	макс. ток, мА	90.5	30	55	100	100
Питание цифровых цепей	напряжение, В	2.85...5.25	2.25 ... 3.6		3 и 5 (ном)	
	макс. ток, мА	16.5	2	5	7	20
Диапазоны температур: рабочих/хранения, °С	-40 ... 85 / -65 ... 150					
Тип корпуса	SSOP-28, LQFP-48	TSSOP-28			LQFP-48	

* Дрейф коэффициента усиления показан для внешнего/внутреннего источника опорного напряжения.

Таблица 2. Параметры АЦП серии AD943x

Параметры		AD9432-80	AD9432-105	AD9433-105	AD9433-125	AD9430-170
Разрядность, бит		12				
Частота отсчетов, МГц		1 ... 80	1 ... 105	10 ... 105	10 ... 125	100... 170
Диапазон частот, МГц		0 ... 500		0 ... 750		0 ... 700
Напряжения на входе, В	сигнала (p-p)	±1.0		1.0; 2.0		±0.766; ±1.533
	смещения	2.5				1.235
Тип кода на выходе	смещенный	—		•		•
	дополнительный	•		•		•
Ошибка при 25 °С, макс, %	"нуля"	±5				—
	коэфф. усиления	-5 ... 7		±1		—
Дрейф, тип, ppm/°С	"нуля"	—				—
	коэфф. усиления, %	150				—
Нелинейность, макс, МЗР	дифференциальная	±1.0		±0.6		±1
	интегральная	±1.5		±0.5		±1.5
Питание аналоговых цепей	напряжение, В	4.75 ... 5.25				3.0... 3.6
	макс. ток, мА	200		250	270	320
Питание цифровых цепей	напряжение, В	2.7 ... 3.3				3.0... 3.6
	макс. ток, мА	12.2		12.5	16	55
Диапазоны температур: рабочих/хранения, °С		-40 ... 85 / -65 ... 150				
Тип корпуса		LQFP-48		LQFP-48		TQFP-100

АЦП AD9432/3/0 [3, 4]. АЦП AD943x, параметры которых приведены в табл. 2, отличаются от рассмотренных АЦП серии AD92xx более высокими значениями частоты дискретизации и, соответственно, более широкой полосой преобразуемых сигналов ПЧ. Преобразуемой, как и для AD922x/35/44, является дифференциальная составляющая сигнала, но микросхемы AD9432/3/0 характеризуются также допустимым синфазным значением сигнала. Имеется и конструктивная особенность: микросхемы могут выдерживать во включенном состоянии воздействие температур за пределами рабочего диапазона — от -40 до -55 и от 85 до 125 °С.

На рис. 5 приведены временные диаграммы AD9432, характерные и для других АЦП. Показанные на диаграммах отсчеты берутся с частотой, которая меньше несущей ПЧ, что характерно для цифрового

преобразования узкополосных сигналов.

АЦП AD9433 [4] является усовершенствованным вариантом AD9432. Он выпускается в том же корпусе LQFP-48 и совместим с AD9432. AD9433 обеспечивает более высокую скорость преобразования (до 125 MSPS) и имеет граничную частоту аналогового входа 750 МГц. Кроме того, в AD9433 реализуются два вида цифрового кода — смещенный и дополнительный (в AD9432 — только смещенный).

АЦП AD9430 [4] является новым 12-разрядным АЦП, в котором скорость преобразования увеличена до 170 MSPS, что позволяет преобразовывать сигналы ПЧ с более широкой полосой частот. В AD9430 имеются два выходных устройства — LVDS и CMOS. Выходной поток данных первого из них аналогичен показанному на рис. 5. Второе устройство имеет два выхода — CMOS Parallel и CMOS Interleaved. Каждый из

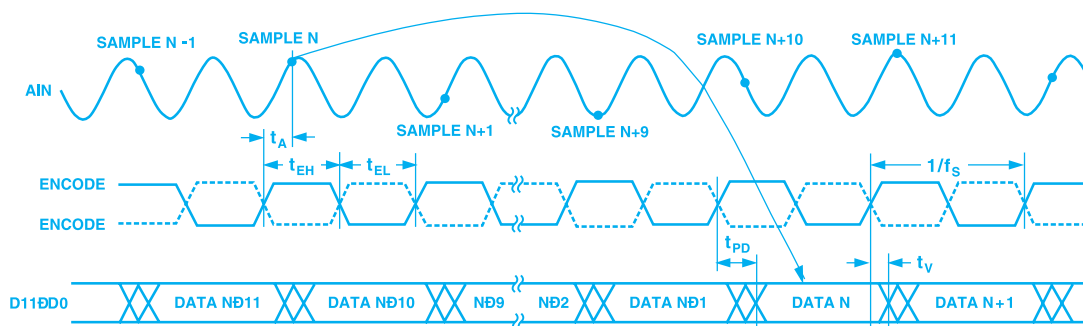


Рис. 5. Временные диаграммы формирования цифровых данных AD9432

потоков состоит из двух "полупотоков", имеющих уменьшенную вдвое частоту считывания. Один из них — это последовательность четных, другой — нечетных посылок. На выходе CMOS Parallel посылки следуют параллельно, без взаимного сдвига, но с разной задержкой относительно момента считывания (на величину одного интервала считывания). На выходе CMOS Interleaved посылки следуют со взаимным сдвигом, но с одной и той же задержкой относительно момента считывания.

В AD9430 предусмотрена возможность перепрограммирования кода выходных данных (смещенного или дополнительного) и диапазона входных напряжений (± 0.766 В, р-р, или ± 1.533 В, р-р). Кроме того, путем программирования включается один из трех выходов формирователей выходных данных: LVDS, CMOS Parallel или CMOS Interleaved. AD9430 выпускается в корпусе TQFP-100.

Для всех АЦП выпускаются оценочные платы, позволяющие ознакомиться с работой АЦП и оценить их технические возможности.

Подробнее с параметрами и другими данными рассмотренных АЦП можно ознакомиться в сети Интернет на web-сайте фирмы Analog Devices по адресу: <http://www.analog.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. The Analog Devices Solutions Bulletins: Communications, January 2001; RF and Communications, October/November 2001; Analog-to-Digital Converters, November 2001.
2. Short Form 2000 Designers' Guide. — Analog Devices, 2000.
3. Analog Devices' Data Sheets: AD9221/AD9223/AD9220, Rev. C, 1999; AD9224, Rev. A, 1999; AD9225, Rev. A, 1998; AD9226, Rev. B, 2001; AD9235, Rev. 0, 2001; AD9432, Rev. D, 2001.
4. Analog Devices' Preliminary Technical Data: AD9244, Rev. PrA, 2001; AD9430, Rev. PrF; AD9433, Rev. PrF, 2001.
5. Шлеев С. Е. Элементная база и архитектура цифровых радиоприемных устройств // Цифровая обработка сигналов, 1999, № 1.
6. Теория передачи сигналов / А. Г. Зюко и др. — М.: Радио и связь, 1986.
7. Analog-to-Digital Converters (Section 4) // New Product Applications — 2000, Autumn Edition. — Analog Devices, 2000.
8. Kester W., Brannon B., Hendriks P. High Speed ADC Applications (Section 5) // High Speed Design Techniques. — Analog Devices, 1996.
9. Kester W., Bryant J. ADCs for DSP Applications (Section 3) // Mixed-Signal and DSP Design Techniques. — Analog Devices, 2000.



**Выставочный центр «ЭКСПОНИКОЛАЕВ»,
приглашает Вас 13-15 марта 2002 года принять участие
в VI специализированной выставке
«ТЕХМАШ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

В экспозиции:

**научные разработки, проекты, программы в области энергосбережения;
энергосберегающие машины, материалы, оборудование и технологии;
нетрадиционная энергетика; холодильное и климатическое оборудование;
котельное оборудование, трубопроводы, арматура; приборы регулирования и учёта
расхода воды, газа, тепла и электроэнергии; сварочная техника и расходные материалы;
электротехника; кабельная продукция; метрология, приборы; оборудование для
переработки и утилизации вторресурсов; системы очистки воды;
экология и защита окружающей среды.**

Время работы с 10.00 до 18.00

**Мы ждем Вас по адресу: Украина, 54017, г. Николаев,
пл. Судостроителей, 3-Б, Выставочный центр «ЭКСПОНИКОЛАЕВ»
Справки по тел./факс (0512) 36-22-06; 37-44-75; 36-31-62; 37-40-23; 36-02-49.
E-mail: expo@biz.mk.ua**

Аналого-цифровые преобразователи

Ноябрь, 2001

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

В этом номере

Цифровое перо	18
12- и 14-разрядные АЦП с частотой выборки 3 МГц	18
Многоканальные АЦП	19
Двухканальный АЦП с одновременной выборкой по обоим каналам	19
АЦП с улучшенными шумовыми характеристиками	20
АЦП с минимальным напряжением питания	20
АЦП с низким потреблением и частотой выборки 1 МГц	21
АЦП для преобразования сигналов промежуточной частоты	22
Новое поколение усилителей мощности с линеаризацией передаточной характеристики	23
Основные характеристики АЦП	24
Быстродействующие АЦП с напряжением питания 3 В	26
Преобразователи в обратном канале кабельных сетей	27
Быстродействующие АЦП для перспективных плоских дисплеев с высоким разрешением	28
Микросхемы счетчиков энергии с управлением шаговыми двигателями	29
Однокристалльные видеокодеки для цифрового TV	30
Каскадируемые АЦП для микшерных консолей	30
Новый микроконвертер с большим объемом встроенной памяти	31
Новый АЦП с высокой точностью и разрешением	31
Микроэлектронные системы температурного мониторинга	32

В средствах отображения магнитного резонанса и сетевых анализаторах используются высокочастотные и быстродействующие АЦП. Такие преобразователи должны иметь 16 достоверных разрядов при частоте выборки 1 МГц. Они, как правило, выполняются по гибридной технологии, отличаются большими размерами и высокой стоимостью.

Сетевые анализаторы, как и другое контрольно-измерительное оборудование, работают в определенном частотном диапазоне. Поэтому необходимые для этого оборудования АЦП с высоким разрешением должны обладать соответствующим быстродействием. Так как задержки в таких системах недопустимы, в них используются АЦП с выборкой сигналов, 16-разрядной точностью и частотой преобразования не менее 0.5 МГц. Новый 16-разрядный преобразователь фирмы Analog Devices AD7671 уже преодолел мегагерцовый барьер, его интегральная нелинейность находится в пределах 2.5 ЕМР.

В общем случае потребители высокоточных и быстродействующих аналоговых компонентов всегда сталкиваются с проблемами выбора АЦП, т. к. высокоточные преобразователи имеют относительно невысокое быстродействие, а высокоскоростные АЦП недостаточно точны. В оптических коммуникациях приходится жертвовать точностью для обеспечения необходимого быстродействия, а в медицинских приборах — скоростью преобразования для достижения требуемого разрешения. В недалеком прошлом разработчикам сетевых анализаторов, быстродействующих систем сбора данных и других систем, к которым предъявляются высокие требования как по точности, так и быстродействию, приходилось использовать гибридные АЦП. Стоимость такого АЦП достигала 300 долларов.



- частота выборки 1 МГц
- интегральная нелинейность 1 ЕМР
- пропуски кодов отсутствуют
- отношение сигнал/шум плюс искажения 94 дБ
- мощность потребления 120 мВт

Решение

В настоящее время фирмой Analog Devices разработан преобразователь AD7677, имеющий одновременно высокую точность и быстродействие. В основу этого АЦП положена Pulsar™ технология.

Отметим, что данный преобразователь сочетает не только высокую точность и быстродействие. Его потребление не превосходит 120 мВт, размеры — 9×9 мм, в то время как аналогичный гибридный АЦП потребляет 1.25 Вт, а его размеры составляют 41×23 мм. Стоимость нового преобразователя на порядок ниже стоимости гибридных аналогов. Преобразователь AD7677 работает от одного источника напряжением 5 В, имеет как последовательный, так и параллельный интерфейс, внутренний генератор тактовых импульсов, совместим по выводам с другими АЦП этого семейства.

Тип АЦП	Частота выборки, кГц	Нелинейность, ЕМР	Отношение сигнал/шум плюс искажения, дБ	Потребляемая мощность, мВт	Входной сигнал, В	Стоимость, \$ *
AD7676	570	94	94	60	дифф. ±2.5	29.17
AD7671	1000	2.5	90	120	бипол. ±2.5, ±5, ±10; унипол. 2.5, 5, 10	30.0
AD7677	1000	1	94	120	дифф. ±2.5	39.76

* Цена FOB USA в партии 1000 шт.



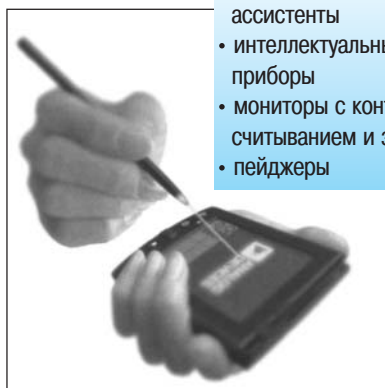
Цифровое перо с разрешением 12 разрядов содержит АЦП AD7873 или AD7843

Решение Преобразователи AD7843 и AD7873 – совместимые по выводам 12-разрядные АЦП поразрядного уравнивания. Эти АЦП имеют низкое сопротивление ключей в открытом состоянии для управления контактным считыванием данных. Преобразователи работают при напряжении питания от 2.2 до 5.25 В. Производительность преобразователей составляет 125×10^3 преобразований в секунду. В АЦП имеется режим пониженного потребления. Ток потребления в этом режиме не более 1 мкА. Внешний эталонный источник имеет выходное напряжение от 1 В до величины напряжения питания, входной диапазон АЦП – от 0 В до U_{REF} . В отличие от AD7843, АЦП AD7873 имеет встроенный температурный сенсор с диапазоном от -40 до 85 °С, встроенный эталонный источник напряжением 2.5 В. AD7873 обеспечивает измерение напряжения батарейного питания и величины давления при контактном считывании данных. Оба АЦП выпускаются в корпусе 16-QSOP или 16-TSSOP.

Функциональный состав и особенности	12-разрядный АЦП, прямое измерение напряжения батарейного питания и величины давления при контактном считывании данных, встроенный эталонный источник 2.5 В (только в AD7873)	
Уровень защиты от электрических разрядов по входу, кВ	10-12	
Обеспечение прерывания	Открытый коллектор, высокоскоростная КМОП логика	
Потребляемая мощность	AD7873	AD7843
125 кГц, внешний эталон, мВт	1.368	1.368
125 кГц, внутренний эталон, мВт	2.412	–
Совместимость по выводам между AD7873 и AD7843	полная	
Стоимость, \$	2.30	2.15

ПРИМЕНЕНИЕ

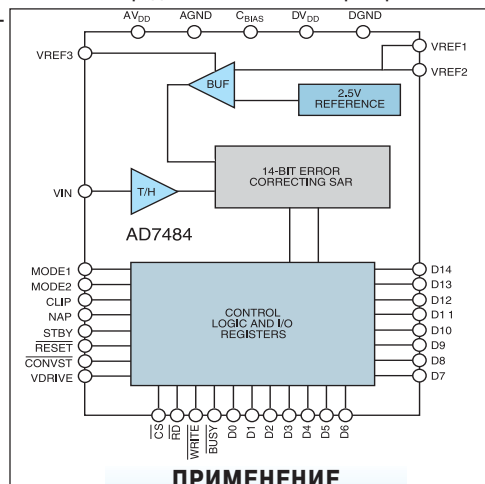
- персональные цифровые ассистенты
- интеллектуальные портативные приборы
- мониторы с контактным считыванием и записью данных
- пейджеры



12- / 14-разрядные АЦП с низким потреблением, производительностью 3 миллиона преобразований в секунду и отсутствием задержки выходного кода

12- и 14-разрядные АЦП с частотой выборки 3 МГц, как правило, имеют конвейерную (pipeline) архитектуру и отличаются высоким потреблением. Кроме того, среди таких АЦП отсутствуют 14-разрядные преобразователи с нелинейностью в пределах 1 ЕМР. Новые преобразователи фирмы Analog Devices AD7482 и AD7484, имеющие разрядность 12 и 14 бит соответственно, обладают частотой выборки 3 МГц и потребляют не более 60 мВт.

Решение 12- и 14-разрядные преобразователи поразрядного уравнивания AD7484 и AD7482 отличаются высоким быстродействием и низким потреблением. Преобразователи имеют стандартный интерфейс и совместимы с современными контроллерами и сигнальными процессорами. Эти АЦП содержат широкополосный с низким уровнем шумов усилитель выборки/хранения, который обеспечивает выборку сигналов в полосе до 50 МГц. Преобразователь AD7484 имеет отличные характеристики на постоянном и переменном токе. Благодаря подгонке в условиях производства, этот АЦП отличается высокой линейностью, малой погрешностью смещения нуля и наклона передаточной характеристики. Эти преобразователи предназначены для новых разработок, обеспечивают при максимальной производительности мощность рассеяния не более 80 мВт. Преобразователи имеют два режима с пониженным потреблением: в одном из них эталонные цепи находятся в активном состоянии для быстрого перехода в активный режим (потребление в этом режиме 5 мВт), в другом – все узлы находятся в "спящем" режиме и потребление составляет 5 мкВт. АЦП AD7484 может работать как с внутренним, так и внешним эталонным источником напряжения 2.5 В. В преобразователе допускается перерегулирование входного сигнала на $\pm 8\%$. Для индикации перерегулирования введен дополнительный пятнадцатый разряд. Таким образом, входной сигнал АЦП может отличаться от номинального и быть ниже уровня "земли" на 200 мВ, что необходимо учитывать при разработке устройств на основе этого преобразователя.



ПРИМЕНЕНИЕ

- измерительные приборы
- тестовое оборудование для телекоммуникаций
- медицинская ультразвуковая аппаратура
- сканеры

AD7482
AD7484

\$ 6.95
\$ 19.00



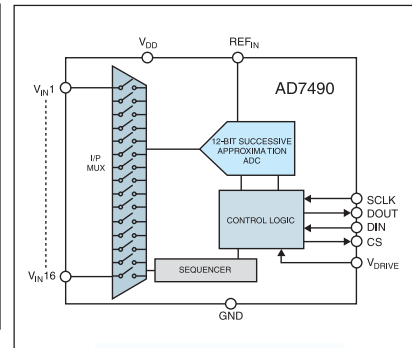
Многоканальные 12-разрядные АЦП с низким потреблением и частотой выборки 1 МГц

В оптоволоконных системах связи используются многоканальные АЦП. В связи с увеличением числа каналов одной из основных проблем в таких АЦП является программный выбор требуемого канала.



ИМС AD7490 — 12-разрядный АЦП поразрядного уравнивания с низким потреблением и частотой выборки 1 МГц. В составе АЦП коммутатор на 16 линейных каналов и программный блок (sequence), в который предварительно записана программа опроса каждого канала. Опрос каналов осуществляется путем программирования соответствующих разрядов теневого регистра.

Напряжение питания АЦП AD7490 — от 2.7 до 5.25 В. Предусмотрена специальная функция V_{DRIVE} , обеспечивающая прямое сопряжение АЦП с вычислительными системами, напряжение питания которых составляет 3 или 5 В, независимо от величины напряжения питания преобразователя. Уровень входного сигнала находится в пределах $0 - U_{REF}$ или $0 - 2U_{REF}$. Выходной код — прямой или дополнительный. В АЦП имеются режимы с пониженным потреблением, что позволяет оптимизировать энергозатраты при низкой частоте выборки.



ПРИМЕНЕНИЕ

AD7490

- оптические сети
- средства измерения
- системы сбора данных

\$ 6.35

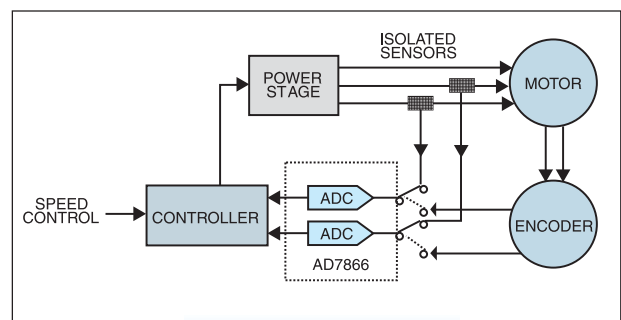
- производительность 1 МГц
- напряжение питания от 2.7 до 5.25 В
- мощность потребления 4.5 мВт при напряжении питания 3 В и частоте преобразования 1 МГц и 10.5 мВт при напряжении питания 5 В
- 16 линейных каналов с программируемым блоком опроса
- тип корпуса TSSOP или CSP

Двухканальный АЦП с одновременной выборкой по обоим каналам

В многих системах требуется одновременная выборка сигналов по двум каналам, что повышает скорость преобразования и позволяет привязать отсчеты по каждому из каналов к единому моменту времени. Отметим, что одновременная выборка важна в АЦП с большим числом каналов, однако это связано с увеличением потребляемой мощности. Двухканальный АЦП AD7866 представляет собой оптимальное устройство как по скорости преобразования, так и по мощности потребления.



ИМС AD7866 — двухканальный 12-разрядный АЦП последовательного уравнивания, отличающийся низким потреблением. Напряжение питания преобразователя от 2.7 до 5.5 В, производительность — 1 миллион преобразований в секунду. В составе преобразователя два АЦП с низким уровнем шумов и два широкополосных усилителя выборки/хранения, которые осуществляют выборку входного сигнала в диапазоне до 1 МГц. Особенностью AD7866 является низкое потребление при максимальной производительности. При напряжении питания 3 В потребление составляет 3 мА, а при 5 В — 6 мА. Предусмотрена оптимизация режима по критерию потребление/производительность. В составе AD7866 имеется опорный источник напряжения 2.5 В. Тип корпуса 20-TSSOP.



ПРИМЕНЕНИЕ

AD7866

- управление двигателями
- оптические сети
- средства измерения
- системы сбора данных

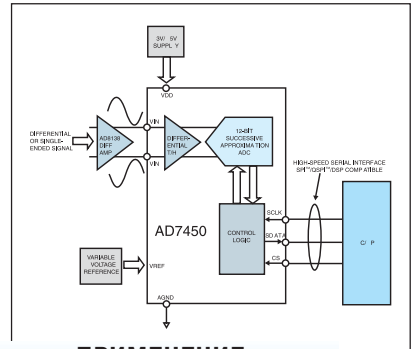
\$ 5.78

Новый 12-разрядный АЦП с дифференциальным входом и изменяемым с целью снижения уровня шумов опорным напряжением

Устойчивость системы к шумам и искажениям можно повысить, если работать с дифференциальными сигналами. Уровень шумов растет при передаче сигналов по печатной плате или длинному кабелю. Если информативный сигнал является дифференциальным, шумы проявляются как синфазная помеха и могут быть ослаблены в АЦП.



Поразрядный преобразователь AD7450 имеет 12 разрядов. Вход АЦП дифференциальный. В зависимости от напряжения питания АЦП может работать с линейными и дифференциальными сигналами. Напряжение питания AD7450 – 3 или 5 В. Встроенный широкополосный с низким уровнем шумов дифференциальный усилитель выборки/хранения обеспечивает выборку входного сигнала в диапазоне до 1 МГц. Изменяемое напряжение опорного источника открывает широкие возможности использования АЦП AD7450. Так, например, дифференциальный вход и опорный источник с изменяемым напряжением позволяют в широких пределах регулировать входной диапазон и напряжение смещения нуля преобразователя. Потребляемую мощность можно снизить за счет уменьшения производительности или тактовой частоты. Кроме того, в АЦП имеются режимы с пониженным потреблением.



- производительность 1 млн. преобразований в секунду
- напряжение питания 3 или 5 В
- вход АЦП дифференциальный
- отношение сигнал/шум 70 дБ на частоте входного сигнала 300 кГц

AD7450

ПРИМЕНЕНИЕ

- интерфейсы для датчиков
- телекоммуникации
- системы с батарейным питанием
- системы сбора данных
- управление двигателями
- портативные приборы

\$ 4.30

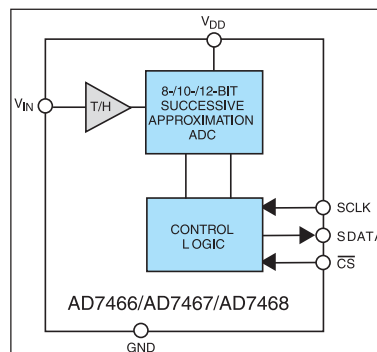
АЦП с минимальным напряжением питания, малым потреблением, выполненный в миниатюрном корпусе – вот то, что необходимо разработчику

Большинство современных портативных систем работает с низким напряжением питания. В таких системах используется не более двух NiCd батарей напряжением 1.2 В каждая. Необходимо, чтобы напряжение питания АЦП в этих системах не превышало двух вольт, а размеры корпуса были минимальными. Все эти параметры обеспечивает семейство преобразователей AD746x фирмы Analog Devices.



8-, 10- и 12-разрядные АЦП с малым потреблением и низким уровнем напряжения питания

ИМС AD7466, AD7467 и AD7468 – 8-, 10- и 12-разрядные АЦП с малым потреблением и напряжением питания от 1.8 до 3.6 В. При производительности 100 тысяч преобразований в секунду АЦП потребляют 0.4 мВт. Средний ток потребления может быть уменьшен до 0.5 мкА, если используется автоматический режим пониженного потребления. Малая потребляемая мощность и низкое напряжение питания позволяют создавать на основе этих АЦП эффективные портативные приборы с большим ресурсом батарейного питания. Еще одной особенностью этих преобразователей является корпус минимальных размеров 6-SOT23 или 6-микроSOIC.



ПРИМЕНЕНИЕ

- средства измерения \$ 4.00
- оборудование для тестирования систем связи \$ 2.20
- медицинские ультразвуковые приборы \$ 0.95
- сканеры

- напряжение питания от 1.8 до 3.6 В
- потребление 0.4 мВт при напряжении питания 1.8 В и производительности 100 тысяч преобразований в секунду
- гарантируемая точность АЦП AD7466 – 12 разрядов, пропуски кодов отсутствуют
- совместимость по выводам AD7466/AD7467/AD7468



АЦП высокой производительности с одним источником питания напряжением 3 или 5 В



Семейство микросхем AD747x и AD749x — это 8-, 10- и 12-разрядные АЦП поразрядного уравнивания, полностью совместимые по выводам. К особенностям преобразователей следует отнести низкое потребление (4.8 мВт), однополярное напряжение питания (3 или 5 В), высокую производительность (1 млн. преобразований в секунду). Все АЦП позволяют кодировать сигналы с частотой до 1 МГц и имеют гибкое управление мощностью рассеяния в зависимости от скорости преобразования. Отсутствие задержки выходного кода приближает эти поразрядные преобразователи по быстродействию к параллельным АЦП. Преобразователи AD7478, AD7477 и AD7476 — совместимые по выводам 8-, 10- и 12-разрядные АЦП, выпускаемые в корпусе SOT-23.

Преобразователи AD7475 и AD7495 выпускаются в корпусе больших размеров (8-микроSOIC), однако отличаются повышенной гибкостью. Например, AD7495 имеет встроенный опорный источник. Преобразователи имеют

высокоскоростные последовательные интерфейсы типа SPI/QSPI™/MICROWIRE™. Они непосредственно сопрягаются с сигнальными процессорами. Преобразователи AD7470, AD7472 и AD7492 — это 10- и 12-разрядные АЦП поразрядного уравнивания, совместимые по выводам и имеющие параллельный интерфейс. В составе AD7492 встроенный опорный источник.

В дополнение к рассмотренным семействам фирмой Analog Devices выпускается новый преобразователь AD7866. Это двухканальный 12-разрядный АЦП с одновременной выборкой по обоим каналам. Преобразователь имеет последовательный интерфейс типа SPI/QSPI™/MICROWIRE™ и совместим с сигнальным процессором. К новым изделиям относится преобразователь AD7490. Это 16-канальный 12-разрядный АЦП с производительностью 1 млн. преобразований в секунду. Выбор каналов — программный и осуществляется с помощью встроенного блока. АЦП выпускается в корпусе 24-TSSOP.

Низкая мощность потребления, напряжение питания 3 или 5 В, производительность 1 млн. преобразований в секунду

Generic	Res	kSPS	mW
AD7478	8	1000	4.8
AD7477	10	1000	4.8
AD7476	12	1000	4.8

совместимы
по выводам

Generic	Res	kSPS	mW
AD7470	10	1750	4.5
AD7472	12	1500	4.5
AD7492	12	1200	9 On-Chip Ref

последовательный
интерфейс

параллельный
интерфейс

двухканальный АЦП
с одновременной
выборкой

16-канальный АЦП
с последовательным
интерфейсом

Generic	Res	kSPS	mW
AD7490	12	1000	6

NEW—16-CHANNEL ADC

Generic	Res	kSPS	mW
AD7866	12	1000	9

новый двухканальный
АЦП

совместимы
по выводам

Generic	Res	kSPS	mW
AD7475	12	1000	4.5
AD7495	12	1000	6.0 On-Chip Ref

AD6645 – 14-разрядный высокопроизводительный АЦП для нового поколения беспроводных телекоммуникаций

В беспроводных телекоммуникациях наблюдается тенденция повышения производительности и эффективности использования спектра. Стандарты GSM 900 и IS-136/EDGE определяют требования к средствам связи третьего поколения, которые будут обладать таким быстродействием, чтобы обеспечить режим "online" для всех пользователей. В соответствии с требованиями новых стандартов приемники и передатчики будут иметь более совершенные динамические характеристики и более высокий уровень программируемости основных параметров. Архитектура "программируемого радио" основана на цифровых технологиях, что является основным требованием к системам третьего поколения. С помощью новых технических средств будет осуществляться прямое цифровое преобразование сигналов промежуточной частоты с последующей обработкой этих сигналов в цифровом сигнальном процессоре. Критическим звеном в цепи "программируемого радио" является преобразователь данных. Создание таких преобразователей с высокими динамическими характеристиками является одной из основных задач в области телекоммуникаций третьего поколения.



ИМС AD6645 – 14-разрядный АЦП с производительностью 80 млн. преобразований в секунду. Этот преобразователь является подлинным достижением в области высоких технологий и полностью отвечает требованиям систем телекоммуникаций новых поколений. Преодолен следующий рубеж в области параметров преобразователей данных – динамический диапазон неискаженного сигнала 100 дБ при частоте выборки 80 МГц, что отвечает требованиям беспроводных базовых станций. AD6645 является ключевым элементом Softcell™ чипсетов фирмы Analog Devices для "программируемого радио" и, по мнению

разработчиков, будет соответствовать требованиям не только настоящих, но и будущих стандартов. Softcell™ чипсет полностью поддерживает платформу "программируемого радио", которая должна соответствовать требованиям множества стандартов. Кроме того, чипсет позволяет наращивать число каналов и вводить дополнительные функции. АЦП, ЦАП, процессоры-приемники и передатчики, а также сигнальные процессоры – все эти компоненты образуют Softcell™ чипсет, который в настоящее время представляет собой лучшее решение для "программируемого радио". В составе чипсета, кроме АЦП AD6645, ИМС AD6624, AD6622, AD9772A.



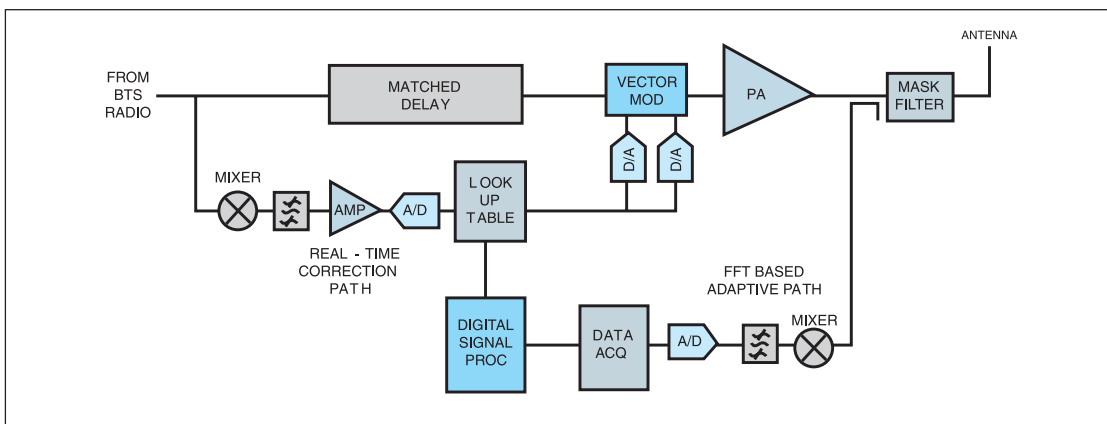
Подробную информацию о компонентах VersaCOMM можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/versacomm

Новое поколение усилителей мощности с линейризацией передаточной характеристики

Применение схем модуляции более высокого порядка в "программируемом радио" систем связи третьего поколения с мультимедийными требует повышения линейности таких систем. Самым нелинейным узлом этих систем является усилитель мощности, поэтому на повышение линейности именно этого узла должны быть направлены основные усилия разработчиков.

Решение Существует много методов повышения линейности усилителей мощности. К этим методам относятся введение обратной связи и предварительное ослабление искажений. В программе фирмы Analog Devices имеется достаточное количество АЦП, с помощью которых могут быть реализованы данные методы. Для линейризации характеристики усилителя мощности должны быть использованы

высокоскоростные АЦП с частотой выборки 100 МГц и выше. К таким АЦП относятся AD9054A, AD9410, AD9433 или AD9430. Кроме этого, фирма Analog Devices предлагает и другие компоненты для линейризации характеристики усилителя мощности, такие как логарифмические усилители, передающие ЦАП и сигнальные процессоры.



Параметры высокоскоростных АЦП

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Потребляемая мощность, мВт	Частотный диапазон, МГц	Стоимость, \$
AD9054A	8	135/200	600/640	350	18.98
AD9410	10	210	2100	500	53.10
AD9226	12	65	475	750	18.56
AD9432	12	80/105	790/850	500	35.79
AD9433	12	105/125	1250/1350	750	59.95
AD9430	12	170/210	1000/1100	700	—
AD6644	14	40/65	1300	250	29.00
AD9244	14	40/65	400/650	750	29.07
AD6645	14	80	1500	250	—

- частотный диапазон до 750 МГц
- частота выборки до 210 МГц
- отношение сигнал/шум 65 дБ при частоте входного сигнала 65 МГц и частоте выборки 170 МГц (AD9430)
- отношение сигнал/шум 67 дБ при частоте входного сигнала 70 МГц и частоте выборки 105 МГц (AD9433)

АЦП общего назначения и быстродействующие АЦП

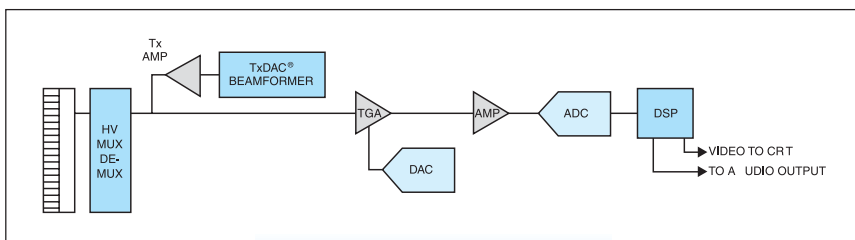
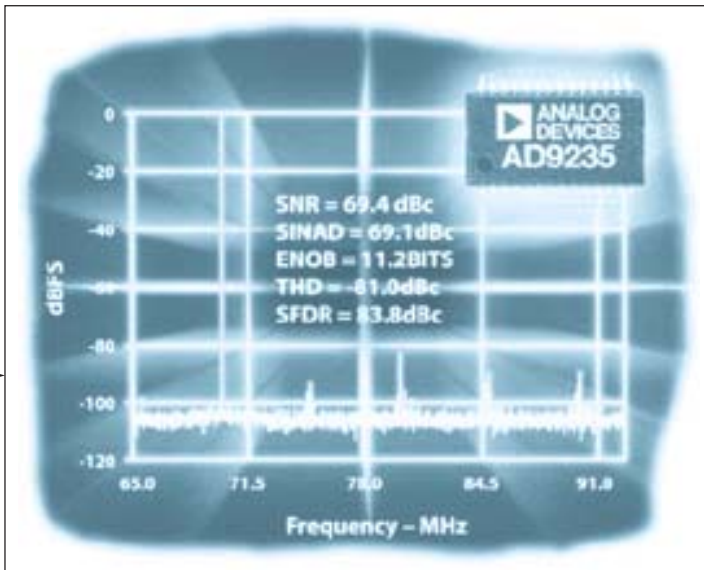
Тип	Разрешение, бит	Частота преобразования, кГц	Число каналов	Напряжение питания, В	Макс. мощность рассеивания, мВт	Источник опорного напряжения, внутр./внешн.	Особенности
16-разрядные АЦП с выборкой сигнала							
AD676/677	16	100/100	1	12, -12, 5	480/630	-/+	16 разрядов, 100 кГц
AD7660/7664	16	100/500	1	5	-	-/+	16 разрядов, 100/500 кГц
AD7676/7677	16	100/570	1	12, -12, 5	100	-/+	16 разрядов, 100/570 кГц
AD974	16	200	4	5	120	+/+	4 канала, 16 разрядов, 200 кГц
12- и 14-разрядные АЦП с одним источником питания							
AD7490	12	1000	16	2.7 ... 5.25	6	-/+	16 каналов, 12 разрядов, 1 МГц
AD7450	12	1000	1	3...5	5	-/+	дифференциальный вход, 8-микроSOIC
AD7492	12	1250	1	2.7 ... 5.25	9	+/-	12 разрядов, 1.25 МГц
AD7887/7888	12	125	2/8	2.7 ... 5.5	3.5	+/+	сдвоенный, 8-канальный, 12-разрядный, 125 кГц
AD7866	12	1000	2/4	3 или 5	10	+/+	2/4 канала, 12 разрядов
AD7475	12	1000	1	2.7 ... 5.25	5	-/+	12 разрядов, 1 МГц
AD7495	12	1000	1	2.7 ... 5.25	6	+/-	12 разрядов, 1 МГц
AD7476	12	1000	1	2.35 ... 5.25	4.2	-/+	12 разрядов, 1 МГц
AD7472	12	1500	1	2.7 ... 5.25	4.5	-/+	12 разрядов, 1.5 МГц
AD7856/7851	14	285/333	8/1	5	90	+/+	8/1 каналов, 14 разрядов
AD7466	12	1000	1	1.8...3.6	0.4	-/+	питание 1.8 В, низкое потребление
AD7482	12	3000	1	5	80	+/-	12 разрядов, 3 МГц, параллельный интерфейс
AD7843	12	125	6	2.2...5.25	1.368	-/+	4-проводная схема кодирования
AD7873	12	125	6	2.5...5.25	1.368	+/+	4-проводная схема кодирования
AD7484	14	3000	1	5	80	+/-	14 разрядов, 3 МГц
12- и 14-разрядные АЦП с напряжением питания 5 В с биполярным входным сигналом							
AD7862	12	250	4	5	75	+/+	12 разрядов, 250 кГц
AD7898	12	220	1	5	22.5	-/+	12 разрядов, 220 кГц
AD7864	12	500	4	5	120	+/+	4 канала, 12 разрядов
AD7895	12	200	1	5	20	-/+	12 разрядов, последовательный выход
AD7894	14	160	1	5	27.5	-/+	14 разрядов, последовательный выход
AD7863	14	175	4	5	52.5	+/+	14 разрядов, 175 кГц
AD7865	14	350	4	5	130	+/+	4 канала, 14 разрядов
AD7899	14	400	1	5	70	+/+	14 разрядов, 400 кГц
Промышленные сигма-дельта АЦП с высоким разрешением							
AD7705/6/7	16	0.1	3	3.3 или 5 или 2.7...5.25	1.05	-/+	16 разрядов, последовательный выход
AD7709	16	32	4	2.7 ... 5.5	10	-/+	16 разрядов
AD7715	16	0.5	1	3 ... 5	5	-/+	16 разрядов, последовательный выход
AD7756	16	28	2	5	27.5	+/+	счетчик электроэнергии
AD7708/01	16/24	32	8	2.7 ... 5.25	10	-/+	16/24 разряда
AD7716	22	0.14	4	5, -5	50	-/+	4 канала, 22 разряда
AD1555	24	1	1	5, -5	97	-/+	24 разряда
AD7713	24	0.2	3	5	5.5	-/+	24 разряда, внутренний источник тока
AD7714	24	1	5	3 ... 5	5	-/+	24 разряда, последовательный выход

Широкополосные сигма-дельта АЦП для обработки сигналов									
AD7719	24	32	2	3 ... 5	10	-/+	24/16 разрядов	24 разряда, последовательный выход	24 разряда, низкий уровень шумов
AD7710/11/12	24	1	2	5 или 5, -5	45	+/+	24 разряда, последовательный выход	24 разряда, последовательный выход	24 разряда, низкий уровень шумов
AD7731	24	6.4	5	5	67.5	-/+	24 разряда, последовательный выход	24 разряда, последовательный выход	24 разряда, низкий уровень шумов
AD7729	15	270	2	3	60	+/-	сдвоенный, последовательный выход	16 разрядов, параллельный/последовательный выход	12/16 разрядов, параллельный/последовательный выход
AD7722	16	220	1	5	375	+/+	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, со сверхвыборкой
AD7721	16	470	1	5	150	-/+	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, со сверхвыборкой
AD9260	16	2500	1	5	630	+/+	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, со сверхвыборкой
AD7720	16 (200 кГц)	12.5 МГц (модулятор)	1	5	215	+/-	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, со сверхвыборкой
AD7724	16 (200 кГц)	12.5 МГц (модулятор)	2	5	300	+/-	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, со сверхвыборкой
AD7725	16 (600 кГц)	1.2 МГц	1	5	450	+/-	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, последовательный выход	16 разрядов, со сверхвыборкой
8-, 10- и 12-разрядные АЦП с напряжением питания 3/5 В									
AD7823	8	133	1	3 ... 5	17.5	-/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD7819	8	200	1	3 ... 5	17.5	-/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD7478	8	1000	1	2.35 ... 5.25	48	-/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD7829/25/22	8	2000	8/4/1	3 ... 5	36	+/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD7478/7/6	8/10/12	1000	1	2.35 ... 5.25	3.6	-/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD7417/7418	10	100	4/1	3 ... 5	5	+/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD7813	10	350	1	3 ... 5	17.5	-/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD7812/7811	10	350	8/4	3 ... 5	10.5	+/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD7470	10	1750	1	2.7 ... 5.25	4.5	-/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD7477	10	1000	1	2.35 ... 5.25	4.8	-/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD7468/67	8/10	1000	1	1.8...3.6	0.4	-/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
Быстродействующие 8-, 10-, 12- и 14-разрядные АЦП									
AD9057/59	8	80/60/40 МГц	1/2	5	505/281	+/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD9483	8	140/100 МГц	3	5	1300	+/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD9054A	8	200/135 МГц	1	5	600	+/+	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход	8 разрядов, последовательный выход
AD9071/51	10	100/60 МГц	1	5	450/250	+/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD9214/18	10	105/80/60 МГц	1/2	3	350/190	+/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD9410	10	210 МГц	1	5	2100	+/+	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход	10 разрядов, последовательный выход
AD6600	11	20 МГц	1	5	775	+/+	11 разрядов, последовательный выход	11 разрядов, последовательный выход	11 разрядов, последовательный выход
AD9220/23/21	12	10/3/1.5 МГц	1	5	250/100/59	+/+	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход
AD9235	12	65/40/20 МГц	1	3	302	+/+	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход
AD6640	12	65 МГц	1	5	710	+/+	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход
AD9226/24/25	12	65/40/25 МГц	1	5	475/415/290	+/+	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход
AD9433/32	12	125/105/80	1	5	1350/790	+/+	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход
AD9430	12	210/170 МГц	1	3.3	1100	+/+	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход	12 разрядов, последовательный выход
AD9240/43/41	14	10/3/1.5 МГц	1	5	285/110/65	+/+	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход
AD6644	14	65/40 МГц	1	5	1300	+/+	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход
AD9244	14	65/40 МГц	1	5	400	+/+	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход
AD6645	14	80	1	5	1500	+/+	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход	14 разрядов, последовательный выход

Быстродействующие АЦП с напряжением питания 3 В

Большинство современных систем отображения данных, тестовое оборудование, приемники радиоканалов выполняются в виде портативных устройств. Поэтому при проектировании таких систем важно правильно выбрать АЦП, оптимальный по быстродействию и потребляемой мощности. Следует учесть, что снижение мощности потребления АЦП в системах с батарейным питанием не должно отразиться на частоте его выборки и частотном диапазоне.

Решение — Последней разработкой фирмы Analog Devices в области быстродействующих АЦП с низким потреблением является ИМС AD9235, стоимость и потребляемая мощность которого меньше, чем у аналоговичных преобразователей такого класса. Этот преобразователь предназначен для портативных систем с батарейным питанием, отличающихся высокими динамическими характеристиками. AD9235 имеет несколько вариантов исполнения — с частотой выборки 65, 40 или 20 МГц. При максимальной частоте выборки (65 МГц) мощность потребления АЦП составляет 300 мВт. В преобразователе предусмотрен режим с пониженным потреблением, тип корпуса 28-TTSOP.



ПРИМЕНЕНИЕ

- ультразвуковое оборудование
- приборы с батарейным питанием
- портативные осциллографы
- телекоммуникационные сети

- дифференциальный или линейный вход
- изменяемая шкала входного сигнала — 1 или 2 В от пика к пику
- стабилизация цикла преобразования
- отношение сигнал/шум 70 дБ при частоте входного сигнала 35 МГц
- динамический диапазон неискаженного сигнала 85 дБм при частоте входного сигнала 35 МГц
- частотный диапазон входных сигналов от 0 до 500 МГц

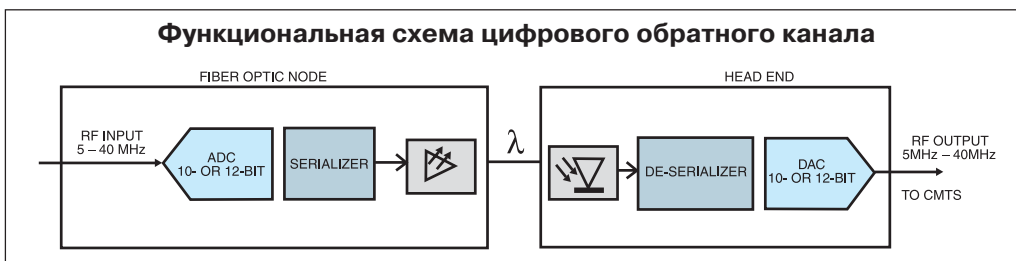
Параметры быстродействующих АЦП с низким потреблением

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Потребляемая мощность, мВт	Частотный диапазон, МГц	Стоимость, \$
AD9283	8	50/80/100	80/90/90	475	3.00
AD9288	2×8	40/80/100	156/171/180	475	5.40
AD9203	10	40	74	390	4.90
AD9214	10	65/80/105	190/250/285	300	8.20
AD9218	2×10	40/65/80/105	325/350/515/550	300	9.25
AD9235	12	20/40/65	90/166/302	500	12.38
AD9430	12	170/210	1000/1100	700	—

10- и 12-разрядные АЦП высокой производительности в обратном канале кабельных сетей

Кабельная сеть домашнего Интернет, управляемая от ПК и поддерживающая, кроме того, телефонную связь, видеоприложения и т. п. должна иметь высокую производительность. В соответствии с требованиями стандарта DOCSIS 1.1 производительность обратного канала должна составлять не менее 2 Мбит в секунду, однако в настоящее время производительность кабельных сетей в большинстве случаев не превышает 500 Кбит в секунду. Операторы мультикабельных сетей добиваются повышения производительности существующих сетей путем использования цифровой архитектуры в обратном канале. Цифровые обратные каналы имеют более высокий порядок модуляции — 64-QAM или OFDM, обеспечивающий более высокую скорость передачи данных. В обратных каналах должны использоваться быстродействующие АЦП, отличающиеся высоким отношением сигнал/шум в частотном диапазоне от 5 до 42 МГц (в Северной Америке) или от 5 до 65 МГц (в странах Европы).

Функциональная схема цифрового обратного канала



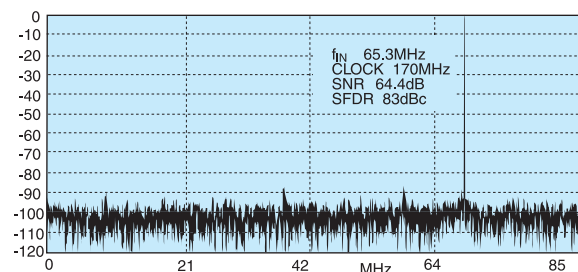
AD9430 является одним из самых новых преобразователей фирмы Analog Devices. Это быстродействующий 12-разрядный АЦП с высоким отношением сигнал/шум, что соответствует требованиям обратного канала кабельных сетей. АЦП выпускается в двух вариантах — с частотой преобразования 170 и 210 МГц.

Особенности АЦП AD9430:

- отношение сигнал/шум 65 дБ при частоте входного сигнала 65 МГц и частоте выборки 170 МГц
- максимальная частота входного сигнала полной мощности 700 МГц
- размах входного сигнала 1.5 В
- два типа входных демультимплексируемых схем: CMOS с максимальной частотой 105 МГц и LVDS с максимальной частотой 210 МГц.

Наряду с AD9430, фирма Analog Devices выпускает следующие 10- и 12-разрядные АЦП, которые могут быть использованы в обратных каналах кабельных сетей: AD9071, AD9214 и AD9432. В дополнение к набору АЦП фирма Analog Devices выпускает набор передающих быстродействующих ЦАП, таких как AD9753 и AD9751.

Спектральные характеристики AD9430 при частоте 170 МГц



ПРИМЕНЕНИЕ

- обратные каналы кабельных сетей
- системы с широкополосными несущими
- телекоммуникационное тестовое оборудование
- радары и спутниковые системы связи
- цепи линейризации передаточной характеристики усилителя мощности

Параметры быстродействующих АЦП для обратных каналов кабельных сетей

Тип АЦП	Разрешение, бит	Частота выборки, МГц	Потребляемая мощность, мВт	Частотный диапазон, МГц	Стоимость, \$
AD9071	10	100	450	280	45.08
AD9214	10	60/80/105	190/250/285	300	8.20
AD9410	10	210	2100	500	53.10
AD9432	12	80/105	790/850	500	35.79
AD9430	12	170/210	1000/1100	700	—
AD9433	12	105/125	1250/1350	750	59.95

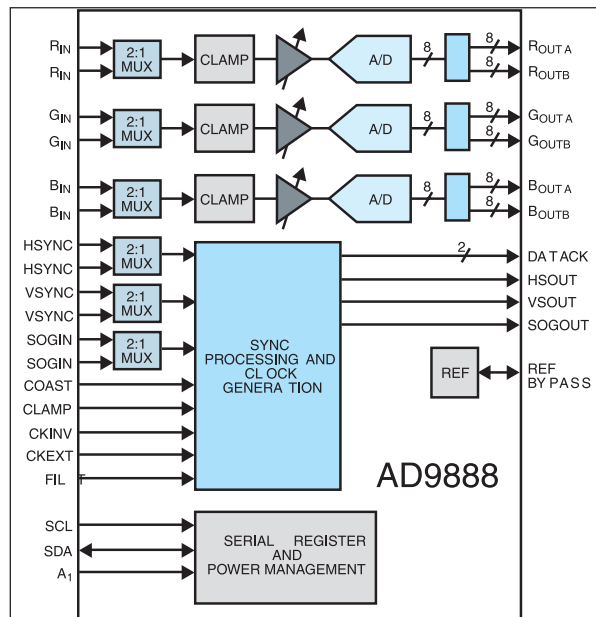
Быстродействующие АЦП для перспективных плоских дисплеев

Основной тенденцией в развитии плоских дисплеев является повышение разрешающей способности при увеличении размеров согласно стандарту UXGA до величины 1600×1200 пикселов. Большинство компьютеров с дисплеем в стандарте UXGA обеспечивают частоту регенерации 75 Гц, что в пересчете на один пиксел составляет 202.5 МГц. Для обеспечения такой производительности необходимы АЦП, которые позволяют кодировать аналоговые RGB сигналы со сверхвысокой скоростью. Но высокая скорость преобразования недостаточна для получения высококачественного изображения. АЦП должен иметь высокую точность во всем диапазоне частот. Такие параметры АЦП, как дифференциальная нелинейность, частотный диапазон сигнала полной мощности, погрешность смещения и наклона передаточной характеристики, дрожание тактовых импульсов во многом определяют качество изображения плоского дисплея.



Микросхема AD9888 представляет собой первый в мире интерфейс для плоских дисплеев, который обеспечивает частоту преобразования графических сигналов в стандарте UXGA. В составе ИМС: три АЦП с частотой выборки 205 МГц, устройство фазовой подстройки частоты тактовых импульсов (дрожание не более 450 пс на частоте 205 МГц), цепи подстройки смещения и наклона передаточной характеристики, а также согласования уровней по каждому из каналов, и блок обработки синхросигналов. Объединение в одном кристалле трех преобразователей и других узлов уменьшает стоимость и сокращает время проектирования интерфейсов для плоских дисплеев в стандарте UXGA. Кроме того, ИМС AD9888 отличается простотой применения и отвечает всем требованиям, предъявляемым к интерфейсам для плоских дисплеев, обеспечивая максимальное качество изображения.

- частота преобразования 205 МГц, необходимая для обеспечения разрешения плоских дисплеев в стандарте UXGA (1600×1200 пикселов) с частотой регенерации 75 Гц
- программируемый частотный диапазон входных сигналов 500 МГц (возможна оптимизация с целью обеспечения требуемого разрешения)
- малое дрожание сигналов тактовой частоты (не более 450 пс при частоте преобразования 205 МГц), что обеспечивается с помощью ФАПЧ
- подстройка смещения и наклона передаточной характеристики, обработка синхросигналов для обеспечения максимальной совместимости
- выравнивание сигналов для DVD, HDTV и TV приложений.



Основные параметры интерфейсов

Наименование параметра	AD9888	AD9883A	AD9887
Максимальная частота преобразования, МГц	205	140	140
Частотный диапазон сигнала полной мощности, МГц	500	300	330
Напряжение питания, В	3.3	3.3	3.3
Мощность рассеяния, мВт	900	500	800
Тип корпуса	128-MQFP	80-LQFP	160-MQFP
Регулирование смещения и наклона	+	+	+
Обработка синхросигналов	+	+	+
Мультиплексор с коэффициентом передачи 2:1	+	-	-
DVI приемник	-	-	+

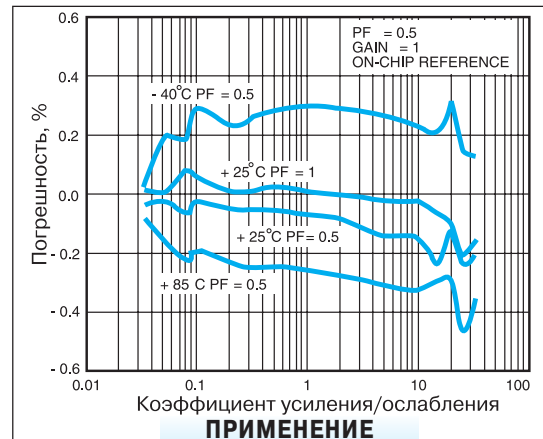
Микросхемы счетчиков энергии с управлением шаговыми двигателями

Появление высокоточных твердотельных счетчиков энергии заставило производителей электромеханических счетчиков снизить цены на свои изделия. В Китае, например, отпускная цена базовых электромеханических счетчиков, выполняющих измерения в киловатт-часах, не превышает 10 долларов. Использование механических дисплеев на основе шаговых двигателей и шунтов позволяет обеспечить низкую стоимость счетчиков энергии.



Микросхема AD7755 — твердотельный счетчик для измерения мощности потребления. На базе этой ИМС в прошлом году в Китае выпущены миллионы счетчиков энергии.

- погрешность счетчика составляет 0.1 % в динамическом диапазоне по току 500:1
- минимальный стартовый ток — согласно стандартам IEC1036 и ANSI C12.16
- счетчики работают совместно с усилителями, коэффициент усиления которых задается программно, и с низкоомными шунтами сопротивлением 200 микроОм
- рабочий диапазон температур от -40 до 85 °C
- низкая частота выходного сигнала обеспечивает прямое управление шаговым двигателем
- совместно с AD7755 может поставляться руководство AN-559 по проектированию счетчиков на основе этой ИМС.



AD7755

ПРИМЕНЕНИЕ

- счетчики энергии
- счетчики киловатт-часов

\$ 2.55

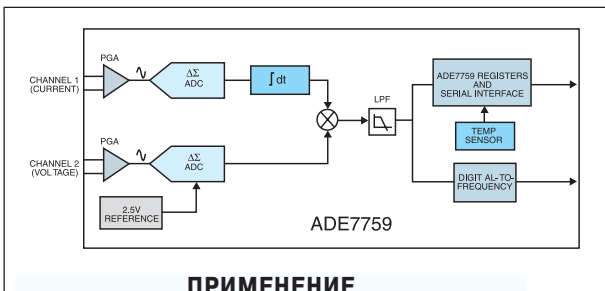
Микросхема счетчика энергии с интерфейсом для микроконтроллеров и преобразователем тока во временной интервал

В настоящее время в связи с расгосударствлением энергогенерирующих компаний во многих западных странах возникла необходимость в замене ранее установленных миллионов счетчиков энергии на новые объединенные в сети недорогие изделия. Новые счетчики должны иметь входные цепи, рассчитанные на большой ток, а также высокий уровень изоляции для обеспечения безопасности при периодических поверках.



ИМС ADE7759 является функциональным аналогом счетчика энергии AD7755 и может сопрягаться непосредственно с датчиком магнитного поля. Этот датчик имеет все преимущества трансформатора тока. Стоимость такого датчика сравнима со стоимостью резистивного шунта.

По стоимости счетчик на основе ИМС ADE7759 (или AD7756) сравним с аналогичными электромеханическими изделиями (без учета стоимости средств передачи данных).



ПРИМЕНЕНИЕ

ADE7759

- измерители энергии
- сетевые счетчики энергии
- интеллектуальные домашние приборы, например, для учета нагрузочной способности и т. п.
- средства защиты двигателей
- мониторинг потребляемой мощности на промышленных предприятиях при нелинейной нагрузке
- средства измерения (низкочастотные амплитудные демодуляторы)

\$ 3.11

- высокая эффективность за счет цифровой калибровки
- встроенный цифровой интегратор
- частота выборки изменяющегося сигнала достигает 28 кГц
- изменяемый цикл интегрирования мощности, позволяющий продавать и покупать энергию
- регистр контроля передаваемых данных
- совместимость по выводам с ИМС AD7756

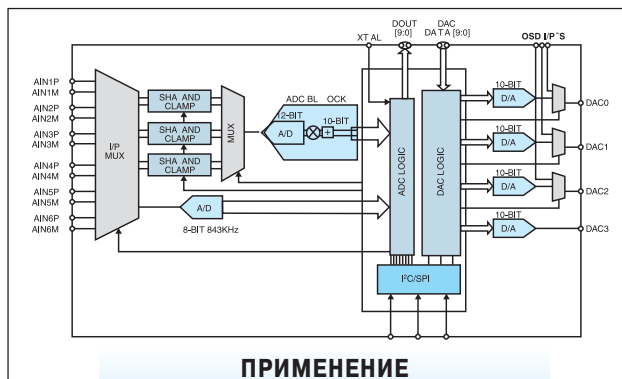
Подробную информацию о счетчиках энергии фирмы Analog Devices можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/energymeter

Однокристалльный кодек для цифрового TV

Фирма Analog Devices — признанный лидер в области производства всех типов АЦП, ЦАП, а также видеокодеров и декодеров. ИМС ADV7202 — новейший представитель семейства микросистемных кодеров/декодеров. Кодек ADV7202 с одновременной выборкой содержит преобразователи данных с высокими характеристиками и отличается тем, что кодирование или декодирование по разным каналам в нем осуществляется одновременно.

ADV7202 обеспечивает выборку до шести телевизионных NTSC/PAL/SECAM I/P сигналов. Разрешение аналогового интерфейса ИМС — 12 рядов. Два разряда (12 дБ) используются для подстройки смещения и наклона передаточной характеристики. В связи с тем, что частота кодирования составляет 54 МГц, возможна выборка по двум CVBS входам. Гибкость кодера, кроме того, обеспечивается дополнительным 8-разрядным АЦП поразрядного уравнивания с частотой преобразования 843 кГц, который имеет 8 входных каналов и используется для выполнения функций мониторинга. Выходной блок содержит четыре 10-разрядных ЦАП с частотой выборки 54 МГц, которые поддерживают выходы CVBS, а также YCrCb и RGB сигналы. Три мультиплексируемых OSD входа позволяют цифро-аналоговым преобразователям поддерживать режим Picture-in-Picture.

- четыре 10-разрядных ЦАП (поддерживают 4:2:2, YCrCb, RGB входы)
- кодирование видеосигналов с 10-разрядным разрешением и частотой выборки 54 МГц
- встроенное АРУ (± 6 дБ)
- контроль уровня по трем каналам
- шесть входных CVBS каналов или два YUV, или три S-видеосигнала
- дополнительный 8-разрядный АЦП поразрядного уравнивания с частотой выборки 843 кГц, обеспечивающий выборку по восьми каналам
- интерфейс типа I²C и SPI с I²C фильтром
- RGB входы для поддержки функций Picture-in-Picture



ADV7202

ПРИМЕНЕНИЕ

- видеосистемы типа Picture-in-Picture
- обработка видеосигналов с одоверенной выборкой
- гибридные адаптеры кабельного и беспроводного телевидения

\$ 6.11

Как объединить восемь аудиовходов в один канал и через последовательный порт подключить его к сигнальному процессору?

АудиоАЦП AD1871

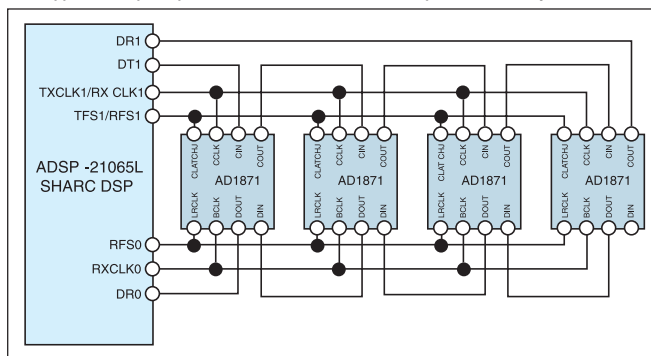
Новый 24-разрядный аудиоАЦП AD1871 с частотой выборки 96 кГц обеспечивает возможность объединения (каскадирования) с несколькими подобными преобразователями. Данная особенность позволяет объединить до четырех АЦП AD1871 (до восьми входных аналоговых каналов) и подключить их к сигнальному процессору через один аналоговый порт. Это особенно важно в многоканальных микшерных консолях.

Преобразователь AD1871 содержит два 24-разрядных канала аналого-цифрового преобразования, в каждом из которых имеется усилитель с программируемым коэффициентом усиления, многоразрядный сигма-дельта модулятор и фильтр-дециматор. Преобразователь отвечает требованиям потребителей и имеет динамический диапазон 107 дБ и отношение сигнал/шум с учетом нелинейных искажений 97 дБ. Каналы АЦП могут быть использованы как линейные или дифференциальные. Интерфейс отвечает требованиям стандартов I²S с выравниванием влево и вправо. АЦП выполнены в корпусе 28-SSOP.

АудиоАЦП AD1870

Новый недорогой 16-разрядный аудиоАЦП AD1870 полностью совместим по выводам с широко известным преобразователем AD1877 и имеет те же технические характеристики — отношение сигнал/шум плюс искажения до 90 дБ. Последовательный интерфейс достаточно гибкий и удовлетворяет требованиям восьми стандартных интерфейсов, обеспечивает работу в режиме "ведущий" или "ведомый".

Преобразователь AD1870 сопрягается с сигнальными процессорами типа ADSP219х или SHARC, при этом используется минимальное число логических ИМС. Основными потребителями этого преобразователя являются производители коммерческой аудиоаппаратуры. Основное применение: CD-считыватели, высококачественная автомобильная аудиоаппаратура, цифровые TV и HDTV.



Новый микроконвертер с большим объемом встроенной памяти

Дальнейшее совершенствование программируемых кристаллов идет по пути повышения гибкости и контроля пригодности, расширения функциональных возможностей и режимов работы. Для выполнения этих требований разработчики увеличивают размеры программ к таким кристаллам. В то же время новые устройства должны быть конкурентоспособными по стоимости с уже выпускаемыми ИМС и не уступать им по основным параметрам.



Для облегчения данной задачи фирма Analog Devices поставила на рынок два новых микроконвертера. Это ADuC824B2 с объемом встроенной flash/EE-памяти 64 Кбайт, прототипом которого является микроконвертер ADuC824, и ADuC812S — менее дорогой и отличающийся меньшими размерами по сравнению с микроконвертером ADuC812. Большой объем памяти ADuC824B2 расширяет возможности программирования, включая указатель вершины стека и стека данных, более эффективное С-программирование, а также увеличение числа функций без использования внешней памяти, что снижает стоимость и уменьшает размеры разрабатываемого на основе этого микроконвертера устройства.

Основные параметры новых микроконвертеров

Состав и параметры	ADuC812S	ADuC824B2
АЦП	6 каналов, 12 разрядов, поразрядный	два 24/16 сигма-дельта АЦП
ЦАП	2×12	1×12 разрядов, два ШИМ-выхода
Опорный источник	+	+
RAM-память, байт	256	256 (с расширением до 2 К)
Flash-память	640 байт (данных), 8 Кбайт (программ)	4125 байт (данных), 62 Кбайт (программ)
Тип ядра	8051/8052	8051/8052
Тактовый генератор	+	+
Тип корпуса	28-TSSOP	52-PQFP

ПРИМЕНЕНИЕ

- портативные интеллектуальные сенсоры с сетевой архитектурой
- телекоммуникации
- системы управления технологическими процессами
- средства измерения
- системы сбора данных

Все микроконвертеры совместимы с операционной средой Windows и поддерживаются средствами отладки, такими как симулятор, дебаггер, ассемблер 8051, загрузчик, внутрисхемный программатор, анализатор программ, которые входят в отладочный набор к микроконвертерам QuickStart.

Подробную информацию о новых микроконвертерах можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/microconverter

Новый АЦП с высокой точностью и разрешением

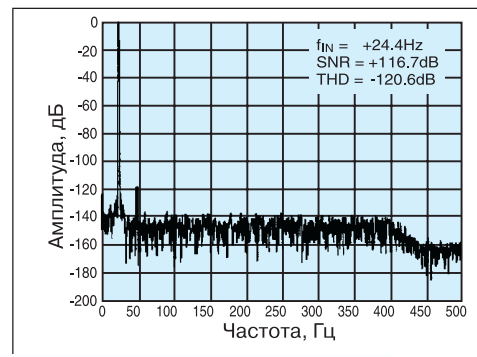
В геофизических измерительных приборах для анализа сейсмоколебаний используются низкочастотные АЦП с очень широким динамическим диапазоном. Основными требованиями к таким устройствам являются: невысокая стоимость, малые габариты, батарейное питание для обеспечения работы в удаленном режиме (в том числе в полевых условиях). До последнего времени системы и приборы с высокой разрешающей способностью строились на основе дискретных фильтров и АЦП с высоким разрешением. Такое решение отличалось сложностью, громоздкостью и не всегда обеспечивало необходимый динамический диапазон.



Чипсет AD1555/AD1556 обеспечивает динамический диапазон 120 дБ и ориентирован на применение в системах с максимальной разрешающей способностью. ИМС AD1555 — 24-разрядный сигма-дельта модулятор, выходные сигналы которого пропорциональны входному аналоговому сигналу. ИМС AD1556 — цифровой фильтр-дециматор, который вместе с AD1555 образует АЦП с высоким разрешением. Частотный диапазон АЦП — до 1 кГц.

- встроенный усилитель с программируемым коэффициентом усиления
- отсутствует необходимость в фильтре нижних частот
- встроенное тестирование на основе сейсмодатчика
- улучшенная защита от электростатического электричества
- частота выходного кодового слова от 250 Гц до 4 кГц

AD1555
AD1556



ПРИМЕНЕНИЕ

- приборы для обнаружения залежей нефти и газа
- промышленные весоизмерительные приборы
- хроматографы
- калибраторы автоматизированного тестового оборудования
- сейсмомониторинговое оборудование \$ 73.73
- приборы для исследования строительных конструкций \$ 24.86

Три причины, по которым следует использовать температурные датчики фирмы Analog Devices

Температурные датчики AD7414 и AD7814, а также диодный температурный монитор ADM1032 являются именно теми устройствами фирмы Analog Devices, которые имеют высокие параметры, минимальные размеры и полностью отвечают всем современным требованиям, предъявляемым к системам измерения температуры. К особенностям AD7414 относятся низкое потребление (менее 3 мкВт), двухпроводный последовательный интерфейс, отвечающий требованиям стандартов SMBus и I²C, корпус минимальных размеров типа SOT-23. В таком же корпусе выпускается датчик AD7814, который содержит температурный сенсор типа bandgap и 10-разрядный АЦП для слежения за температурой с разрешением 0.25 °C. ADM1032 — двухканальный диодный температурный монитор (в его составе один внешний и один внутренний канал) в корпусе 8-микроSOIC.

AD7414 Temperature Sensor

—40° to +85°C

SOT-23 Package

AD7414
AD7814
ADM1032

ПРИМЕНЕНИЕ

- портативное оборудование
- ЖКИ-проекторы
- принтеры
- оборудование с батарейным питанием
- сотовые телефоны \$ 0.94
- персональные компьютеры \$ 1.99

Подробную информацию о температурных сенсорах можно найти в сети Интернет по адресу: www.analog.com/temp-sensors

Основные параметры температурных сенсоров

Наименование параметра	AD7414	AD7814	ADM1032 с внешним диодом
Тип интерфейса	SMBuS	SPI	SMBuS
Погрешность, С°	± 2	± 2	± 1
Температурный диапазон, °C	-40...85	-55...125	0...100
Напряжение питания, В	2.7...5.5	2.7...5.5	2.7...5.5
Тип корпуса	6 SOT-23	6 SOT-23, 8-микроSOIC	8-микроSOIC
Дополнительные особенности	- SMBus с функцией предупреждения - программируемые верхний и нижний пределы - эффективный режим по потреблению - объединение до восьми датчиков по шине I ² C	- выводы: CS, RD, WR - "спящий" режим - широкий температурный диапазон	- программируемые верхний и нижний пределы - программируемый предел гистерезиса - программируемые граничные пределы - высокая скорость — 32 измерения с секунду

Информационные бюллетени фирмы Analog Devices

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

Центральный офис

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

Офис в Германии

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

Офис в Австрии

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

Дистрибьютор в Украине VD MAIS

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



Внимание! Конкурс!

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

Лучшие разработки будут отмечены ценными подарками и дипломами.

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

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ВИДЕОКАМЕРА *

В Институте кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины разработана первая отечественная интеллектуальная видеокамера ИВК-1, ориентированная на высокоскоростной ввод и обработку изображений в реальном времени с использованием видеосенсора с программируемыми параметрами считывания и процессора цифровой обработки сигналов, обеспечивающих выделение полезной (динамической) информации из изображения и ее первичную обработку (фильтрацию, сегментацию, оконтуривание, распознавание и т. п.), что обуславливает ее высокую эффективность для широкого спектра применения. Особенности видеокамеры рассмотрены в настоящей статье.

В. Боюн, Ю. Сабельников

Традиционно системы обработки визуальной информации или, как их часто называют, системы технического зрения создаются на базе видеокамер и ПК, которые объединяются с помощью специальных плат захвата видеокадров.

В последнее время осуществлен переход от аналоговых видеокамер к цифровым, что расширило их функциональные возможности и значительно увеличило информационные потоки между камерой и компьютером.

Наиболее часто в видеокамерах используются фотодетекторные матрицы со стационарной структурой связей элементов и постоянными параметрами считывания информации со всех элементов видеосенсора. Такие видеосенсоры были разработаны для телевизионных систем и систем видеозаписи и наблюдения.

Учитывая то, что пользователем таких систем является человек, эти системы должны обеспечивать высокое качество изображения, которое зависит от количества пикселей и цветов, качества реализации видеосенсора и от помех при передаче и регистрации информации. Улучшение качества изображения приводит к значительному увеличению количества информации, которое необходимо передавать по каналам свя-

зи или регистрировать, что требует применения сложных методов компрессии изображения (стандарты: JPEG — для сжатия фотоизображений, MPEG-4 — для сжатия видеопоследовательностей).

Кроме того, дефекты изготовления видеосенсоров, погрешности при считывании и передаче информации требуют сложных вычислений для их компенсации (коррекции цветов, фильтрации шумов и т. п.) на основе высокопроизводительных вычислительных средств предварительной обработки изображений. Большая производительность необходима и для решения задач выявления, распознавания и классификации объектов. Значительно усложняются эти задачи и возрастают требования к вычислительным средствам для трехмерного распознавания и видения динамических сцен.

Как показали исследования, выполненные в Институте кибернетики, к системам технического зрения, которые работают большей частью в автоматическом режиме и в реальном времени, предъявляются иные по сравнению с человеко-машинными системами требования. В частности, исследования в области динамической теории информации показали широкие возможности выделения полезной информации из сигналов, изображений и видеопоследовательностей и уменьшения ее избыточности для разных режимов работы в реальном времени [1]. Разработанные модели систем панорамирования, кругового обзора, поиска, выявления динамических объектов и слежения за ними подтвердили возможность уменьшения избыточности на 1-2 порядка, упрощения алгоритмов поиска и распознавания объектов в реальном времени [2]. Уменьшение избыточности целесообразно и возможно проводить на сенсорном уровне за счет изменения параметров считывания, к которым относятся параметры окна, прореживание строк и столбцов матрицы, использование отдельных составляющих цвета, изменение

* Работа выполнена с частичной финансовой поддержкой по Программе "Образный компьютер", проект № ОК_2001_23_ЦЕНТР_ИК.

пространственного положения оптической оси, масштабирование изображения, и предварительной обработки изображения: вычисления гистограмм, законов распределения значений яркости или цвета, преобразования формы представления изображений, повышения контрастности, выделения контуров, сегментации и выделения объектов с заданными свойствами.

Для реализации интеллектуальной видеокамеры выбраны наиболее подходящие видеосенсоры HDCS-2020 фирмы Agilent Technologies, обеспечивающие некоторые возможности изменения параметров считывания, а для предварительной обработки использован процессор цифровой обработки сигналов ADSP-2183 фирмы Analog Devices.

Представленная на рис. 1 интеллектуальная видеокамера ИВК-1 предназначена для решения задач обработки видеоизображений в реальном времени и содержит: оптическое устройство, видеосенсор, процессор цифровой обработки изображений, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), перепрограммируемое запоминающее устройство (ППЗУ) для сохранения программ и параметров настройки при полном отключении электропитания, приемопередатчик для подключения к стандартному каналу RS-232, цифровые входы/выходы для связи с периферийной аппаратурой.

ИВК-1 может функционировать как в системе с дистанционной загрузкой программ из ПК, так и автономно: в охранных системах, в системах контроля технологических процессов, контроля качества и т. п. Во втором случае программа работы ИВК-1 должна быть занесена в ППЗУ.

Центральным управляющим и обрабатывающим устройством является сигнальный процессор ADSP-2183. Процессор данного класса предназначен для обработки 16-разрядных данных с фиксированной запятой и имеет достаточное быстродействие и объем "быстрой" внутренней памяти программ и данных для решения широкого класса задач по обработке видеоинформации. Внешние параллельные и последовательные каналы позволяют без внешних компонентов

подключать к ним видеосенсор, внешнюю память емкостью до 4 Мбайт, приемопередатчик для физического сопряжения с интерфейсом RS-232, а также периферийную аппаратуру.

Развитые средства программной поддержки ADSP-2183 позволяют легко перепрограммировать ИВК-1 для решения новых задач.

Структурная схема ИВК-1 представлена на рис. 2.

Краткие технические характеристики:

- тип видеокамеры цветная
- максимальная разрешающая способность 640x480 пикселей
- скорость ввода и обработки изображений до 150 кадров/с
- установка экспозиции, коэффициента усиления видеосигнала, размера окна программная
- тип объектива теле- и фотообъектив
- производительность сигнального процессора 33 (52) MIPS
- объем памяти программ 48 Кбайт
- объем памяти данных 3 Мбайта
- напряжение электропитания (4-7) В
- ток потребления (в зависимости от режима) от 0.5 до 120 мА
- интерфейсы последовательный RS-232, параллельный байтовый порт
- масса с элементами электропитания 180 г.

Примеры использования ИВК-1:

- система визуального контроля качества (размеров, цвета, формы, ориентации)
- автономный регистратор динамических объектов
- высокоскоростной детектор движения
- система панорамирования и монтажа видеопоследовательностей
- система поиска и слежения за динамическими объектами
- идентификатор предметов
- система доступа к объекту и др.

ИВК-1 позволяет производить съемку как всего сектора обзора, так и отдельных зон с фиксированной и автоматической установкой экспозиции и коэффициента усиления видеосигнала. Программирование координат и размеров снимаемых окон и их ввод с повышенной скоростью весьма важны при слежении за высокодинамичными объектами.

Оптическое устройство допускает применение различных теле- и фотообъективов.

Потребление электроэнергии ИВК-1 составляет не более 120 мА в активном режиме при напряжении питания 5 В. Допускается снижение напряжения внутреннего источника



Рис. 1. Интеллектуальная видеокамера ИВК-1

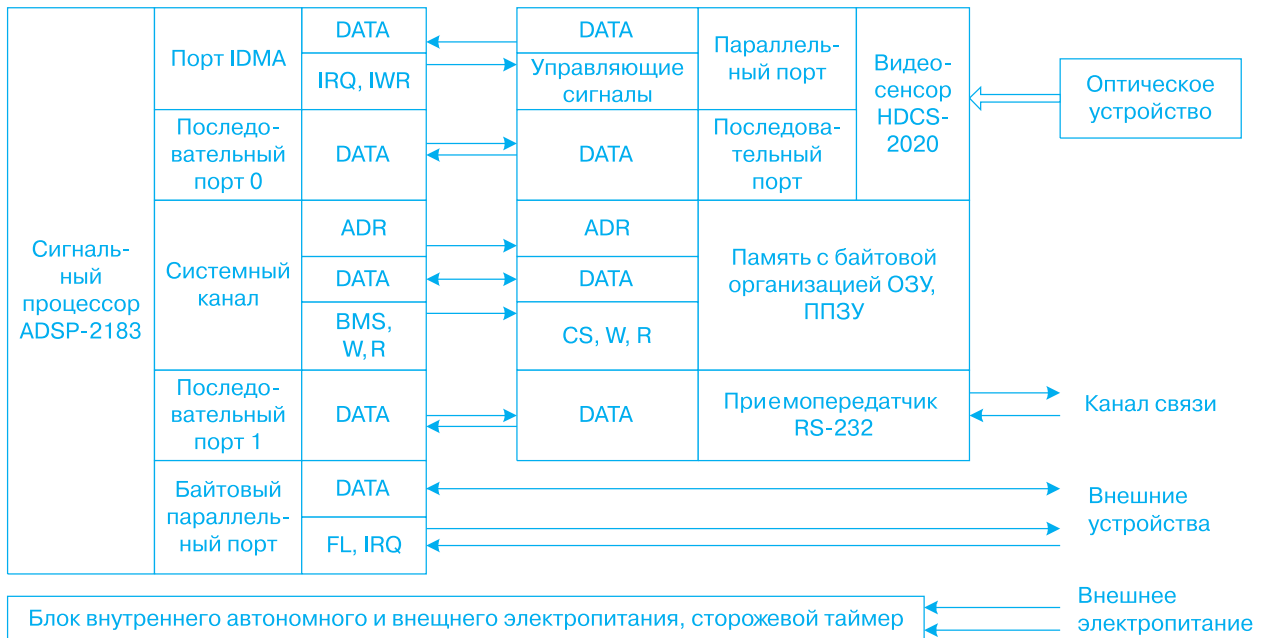


Рис. 2. Структурная схема интеллектуальной видеокамеры ИВК-1

питания до 4 В. В блоке питания предусмотрено автоматическое включение/выключение автономного электропитания при выключении/включении внешнего источника. Возможен программный и внешний перевод ИВК-1 в режимы более низкого потребления электроэнергии.

Имеющийся сторожевой таймер позволяет производить автоматический перезапуск ИВК-1 в случае сбоя, если сигнал подтверждения работы от обрабатывающего устройства не поступает в течение 1.5-2 с.

Интеллектуальная видеокамера может служить базой для создания широкого класса автономных видеокomпьютерных приборов, а также интеллектуальных систем для автоматизации производственных процессов, робототехники и гибких производств, научных и медико-биологических исследований, систем видеонаблюдения и специальных систем.

ИВК-1 позволяет считывать и обрабатывать высо-

кодинамичные изображения с частотой кадров, которая более чем на порядок превышает возможности обычной видеокамеры с ПК, дает возможность использовать низкоскоростные каналы связи с центральным процессором, а также открывает новые возможности для обработки и распознавания динамических изображений.

Более подробную информацию об ИВК-1 можно получить в ИК НАН Украины по тел.: (044) 266-21-49.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боюн В.П. Динамическая теория информации. Основы и приложения. — Киев: Издание ИК НАНУ, 2001.
2. Боюн В.П, Довгань В.В. Компрессия видеоизображений в системах кругового обзора// Праці Міжнародної конференції з автоматичного управління (Автоматика-2000). — Львів: Державний НДІ інформаційної інфраструктури. — Том 6. 2000.

Во всех отделениях связи Украины и Российской Федерации
продолжается подписка на 2002 год
на журнал «Электронные компоненты и системы»
Подписной индекс 40633 в каталогах периодических изданий
ДП «Преса» (в Украине) и «Подписка 2002» (в России).
Среди подписчиков, приславших в редакцию журнала копию квитанции о подписке,
будет проведена лотерея. Призы: мониторы, CD-ROM, каталоги продукции всемирно
известных фирм-производителей электронных компонентов и систем и мн. др.
Стоимость годовой подписки в Украине — 41.04 грн.

СИЛОВЫЕ ЗАПИРАЕМЫЕ ТИРИСТОРЫ

Развитие энергосберегающих технологий требует разработки новой элементной базы и, соответственно, других подходов к проектированию устройств управления, построенных на базе этих элементов. Более половины электроэнергии, производимой в мире, потребляется электроприводом. Регулируемый электропривод позволяет намного снизить потребление энергии. Использование интегральных управляемых коммутационных тиристорных (IGCT) позволяет успешно решать проблему построения высокоэффективных мощных электроприводов.

В. Макаренко

По разным оценкам около 60 % всей вырабатываемой электроэнергии потребляется электроприводом. Причем в настоящее время порядка 80 % используемых электроприводов реализовано на базе асинхронных двигателей. В последнее десятилетие во всем мире наблюдается опережение роста энергопотребления по сравнению с вводом новых генерирующих мощностей. В нашей и других странах СНГ эта тенденция проявляется еще более ярко, т. к. большое количество энергогенерирующего оборудования выработало свой ресурс, что может привести к снижению производства электроэнергии на 20...30 % и к повышению цены на нее.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих снижение потребления электроэнергии, является внедрение регулируемого электропривода. Хорошо известно, что одним из основных потребителей электроэнергии являются насосы и, таким образом, такие предприятия, как водоканалы и теплоэнерго, в первую очередь, будут влиять на потребление энергии. Повсеместное внедрение регулируемого электропривода может более чем на половину компенсировать рост энергопотребления [1].

Для управления электроприводом используются силовые модули на базе биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT — Insulated Gate Bipolar Transistors). Они выпускаются на токи 10...2400 А и коммутационные напряжения до 4500 В. Имея лучшие характеристики (малые мощность управления и коммутационные потери, высокие скорости коммутации, стойкость к перегрузкам и т. п.), они вытеснили в этих областях применения не только силовые биполярные транзисторы, но даже и запираемые тиристоры (GTO — Gate Turn-off Thyristor) [2, 3].

Рынок IGBT модулей динамично развивается, ведутся разработки и начато их производство на коммутационные напряжения 4.5-6.5 кВ. Одновременно с

разработкой более совершенных приборов IGBT ведутся работы по созданию и совершенствованию новых приборов — IGCT тиристорных. Интегрированные управляемые коммутационные тиристоры (IGCT — Integrated Gate-Commutated Thyristor) представляют собой четырехслойную структуру, аналогичную запираемым тиристорам (GTO). Они были разработаны в середине 90-х годов фирмами ABB и Mitsubishi.

Особенностью IGCT является то, что они выполнены по интегральной технологии и управляющий электрод максимально приближен к соответствующему переходу. Это обеспечивает очень малое значение индуктивности между полупроводниковой структурой и управляющим электродом и дает возможность выключать тиристор низким напряжением, не превышающим по величине 20 В. Вертикальная структура IGCT, хотя и получена из GTO, имеет преимущества перед высоковольтными транзисторами IGBT, благодаря применению “прозрачного” эмиттера (Transparent Emitter) и буферного слоя (Buffer Layer). Это позволило снизить потери на переключение, как следствие, сделать слои более тонкими по сравнению с GTO и создать монолитную интегральную структуру из тиристора и защитного диода, включенного параллельно тиристорному (anti-parallel diode) [2]. В результате получился электронный ключ, который ведет себя подобно IGBT при выключении и имеет такие же малые потери. При отпирании же он ведет себя как тиристор и имеет намного меньшие потери, чем IGBT. Подобно транзистору такой тиристор не критичен к скорости нарастания входного напряжения, но, в отличие от него, регулировать время включения или выключения IGCT невозможно.

Тиристор GCT представляет собой цилиндрический полупроводниковый кристалл, имеющий более двух тысяч сегментов, каждый из которых может пропускать ток до 2 А. Поскольку все сегменты кристалла соединены параллельно, то суммарный запираемый ток при одновременном срабатывании всех сегментов составит 4 кА или больше.

Для обычных тиристорных GTO последнее условие недостижимо. Их относительно слабый сигнал управления изменяется медленно, в то время как сам процесс переключения тиристора протекает во много раз быстрее. Для того чтобы обычный тиристор GTO надежно запирался даже при больших значениях анодного тока, необходимо часть этого тока в момент начала переключения отводить в защитную (снабберную) цепь, подключенную параллельно тиристорному (рис. 1). Благодаря этому замедляется рост анодного напряжения.

Основной недостаток GTO заключается в больших потерях энергии в защитных цепях прибора при

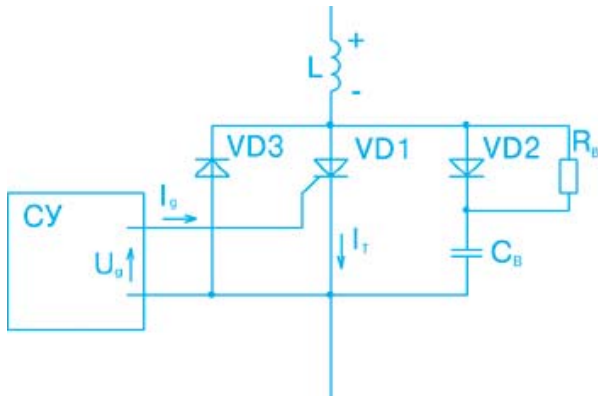


Рис. 1. Схема включения тиристора GTO с защитной цепью

его коммутации. Повышение частоты коммутации увеличивает потери, поэтому на практике тиристоры GTO коммутируются с частотой не более 250...300 Гц [4]. Основные потери возникают в резисторе R_B (см. рис. 1) при выключении тиристора VD1 и, следовательно, разряде конденсатора C_B . Конденсатор C_B предназначен для ограничения скорости нарастания прямого напряжения du/dt при выключении прибора.

Принципиальное отличие тиристора IGCT состоит в том, что он нечувствителен к скорости изменения напряжения du/dt . Это дало возможность отказаться от снабберной цепи, определяющей характер переключения тиристора во времени.

Жесткое управление тиристором GTO (HDGTO), предназначенное для тех же целей, что и снабберная цепь, имеет иной механизм действия. Все сегменты катодного кристалла получают одновременно сигнал на запираение и обесточиваются. Величина анодного тока в этом случае определяется только током через управляющий электрод. Именно поэтому такой тиристор получил название GCT (Gate-Commutated Thyristor). На этом этапе (когда катодный ток равен нулю) сегменты катода уже не оказывают никакого влияния на дальнейшее протекание процесса. Из четырехслойной структуры, которую прибор имел в проводящем состоянии, остается в работе трехслойная, аналогичная транзисторной, которую можно запирает даже при высоком анодном напряжении (рис. 2).

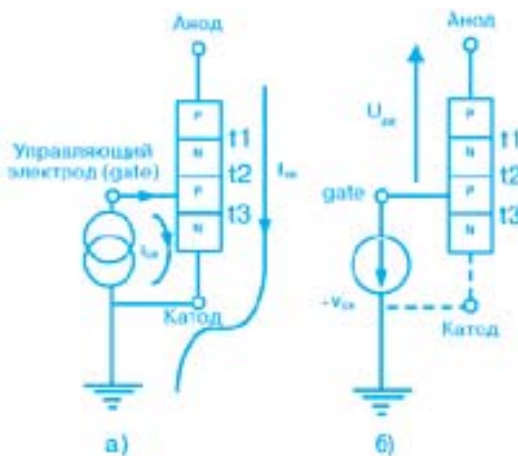


Рис. 2. Распределение токов в структуре тиристора GCT при включении (а) и выключении (б)

Благодаря концепции жесткого управления (тонкое регулирование легирующих профилей, мезотехнология, протонное и электронное облучение для создания специального распределения контролируемых рекомбинационных центров, технология так называемых «прозрачных» или «тонких» эмиттеров, применение буферного слоя в n-базовой области и др.), разработчикам удалось добиться значительного улучшения характеристик GTO при выключении. При жестком управлении обеспечивается равномерное переключение сегментов кристалла катода, что увеличивает область безопасной работы IGCT до пределов, ограниченных лавинным пробоем, т. е. до физических возможностей кремния. Не требуется никаких защитных цепей от превышения du/dt . Улучшенные показатели потерь мощности позволили найти новые области применения, благодаря увеличению частоты коммутации до нескольких килогерц. Мощность, необходимая для управления, снижена в 5 раз по сравнению со стандартными GTO, в основном, за счет «прозрачной» конструкции анода. Новое семейство приборов IGCT с монокристаллическими интегрированными мощными диодами было разработано для применения в диапазоне 0.5...6 мегавольт-ампер. При существующей технической возможности последовательного и параллельного соединения приборы IGCT позволяют наращивать уровень мощности преобразователей до нескольких сотен мегавольт-ампер.

Снабберная цепь, облегчающая процесс запираения обычных GTO, в то же время требует от изготовителей тиристоров определенных компромиссов, поскольку при больших частотах переключения в этой цепи и самом GTO имеют место повышенные потери энергии. При использовании жесткого управления необходимость в таких компромиссах отпадает, поэтому тиристор GCT, не требующий применения снабберной цепи, имеет более широкую область применения.

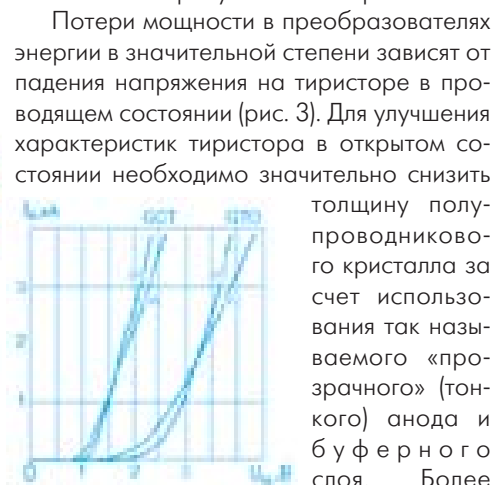


Рис. 3. Характеристики тиристоры GTO и GCT в проводящем состоянии

Потери мощности в преобразователях энергии в значительной степени зависят от падения напряжения на тиристоре в проводящем состоянии (рис. 3). Для улучшения характеристик тиристора в открытом состоянии необходимо значительно снизить толщину полупроводникового кристалла за счет использования так называемого «прозрачного» (тонкого) анода и буферного слоя. Более тонкий кристалл обеспечи-

вадет уменьшение падения напряжения на тиристоре в открытом состоянии и, следовательно, уменьшение рассеиваемой на нем мощности. Таким образом, улучшение характеристик полупроводниковых приборов способствует снижению потерь в преобразователе. Так, замена тиристорных HDGTO однофазного преобразователя мощностью 66 МВХА новыми тиристорами GCT с уменьшенной толщиной полупроводникового кристалла позволила снизить суммарные потери на 20 % [5].

Свойства тиристора GCT позволяют использовать его в различных силовых схемах. Точность изготовления сегментов полупроводникового кристалла обеспечивает линейное нарастание протекающего тока при увеличении числа активизированных сегментов, т. е. рабочей поверхности кристалла. Такой прибор, имеющий большую активную поверхность, обладает высокой нагрузочной способностью по току.

С уменьшением толщины кристалла до минимально возможной он приобретает качества, характерные для диодной структуры. В связи с этим в одном и том же кристалле интегрируют тиристор GCT и антипараллельный диод. Таким образом получают GCT обратной проводимости или RGCT.

Объединение GCT с блоком формирования импульсов управления образует интегрированный GCT или IGCT, позволяющий значительно упростить конструкцию преобразователей.

Система управления (СУ) IGCT должна содержать следующие функциональные блоки: включающий контур, состоящий из схемы формирования отпирающего импульса и источника сигнала для поддержания тиристора в открытом состоянии; контур формирования запирающего сигнала; контур поддержания тиристора в закрытом состоянии. Для некоторых типов СУ не нужны все перечисленные блоки, но контуры формирования отпирающих и запирающих импульсов должна содержать каждая СУ. При этом необходимо обеспечить гальваническую развязку схемы управления и силовой цепи выключаемого тиристора [4].

Основной особенностью тиристорных GCT по сравнению с GTO является быстрое выключение, которое достигается благодаря изменению принципа управления и более совершенной конструкции прибора. Быстрое выключение реализуется превращением тиристорной структуры в транзисторную при запирающем приборе, что делает его нечувствительным к скорости изменения напряжения.

GCT в фазах включения, проводящего и блокирующего состояния управляется так же, как и GTO. При выключении управление GCT имеет две особенности:

- ток управления I_g равен или превосходит анодный ток I_a (для тиристорных GTO I_g меньше в 3...5 раз),
- управляющий электрод имеет малую индуктивность, что позволяет достичь скорости нарастания то-

ка управления di_g/dt более 3000 А/мкс (для тиристорных GTO значение di_g/dt составляет 30...40 А/мкс).

На рис. 2 показано распределение токов в структуре тиристора GCT при включении и выключении прибора. Как указывалось выше, при включении GCT ведет себя аналогично тиристорному GTO. Процесс выключения отличен. После подачи отрицательного импульса управления ($-I_g$), равного по амплитуде величине анодного тока (I_a), весь прямой ток, проходящий через прибор, отклоняется в систему управления и достигает катода, минуя переход t_3 (между областями p и n). Переход t_3 смещается в обратном направлении, и катодный транзистор при закрывается. Дальнейшее выключение GCT протекает аналогично выключению любого биполярного транзистора. При этом не требуется внешнего ограничения скорости нарастания прямого напряжения du/dt и, следовательно, не нужна снабберная цепочка.

Изменение конструкции GCT связано с тем, что динамические процессы, возникающие в приборе при выключении, протекают на один-два порядка быстрее, чем в GTO. Так, если минимальное время выключения и блокирующего состояния для GTO составляет 100 мкс, для GCT эта величина не превышает 10 мкс. Скорость нарастания тока управления при выключении GCT составляет 3000 А/мкс, а для GTO — не превышает 40 А/мкс.

Чтобы обеспечить высокую скорость коммутационных процессов, разработчики GCT изменили конструкцию вывода управляющего электрода и соединение прибора с формирователем импульсов системы управления. Вывод выполнен кольцевым, опоясывающим прибор по окружности. Кольцо проходит сквозь керамический корпус тиристора и контактирует внутри с ячейками управляющего электрода, а снаружи — с пластиной, соединяющей управляющий электрод с формирователем импульсов.

В настоящее время тиристоры GTO производят несколько крупных фирм Японии и Европы: Toshiba, Hitachi, Mitsubishi, ABB, Eupec. Параметры приборов по напряжению U_{DRM} : 2500, 4500 и 6000 В; по току I_{TGM} (максимальный повторяющийся запираемый ток): 1000, 2000, 2500, 3000, 4000 и 6000 А.

Тиристоры GCT выпускают фирмы Mitsubishi и ABB. Приборы рассчитаны на напряжение U_{DRM} до 4500 В и ток I_{TGM} до 4000 А. Их выпуск также освоен на российском предприятии ОАО "Электровыпрямитель" (г. Саранск). Выпускаются тиристоры серий ТЗ-243, ТЗ-253, ТЗ-273, ЗТА-173, ЗТА-193, ЗТФ-193 (типа GCT) и др. с диаметром кремниевой пластины до 125 мм и диапазоном напряжений U_{DRM} 1200...6000 В и токов I_{TGM} 630...4000 А.

При интегрированном блоке управления катодный ток снижается до того, как анодное напряжение начинает увеличиваться. Это достигается за счет низкой

Таблица 1. Сравнительные характеристики транзисторов IGBT и тиристоров IGCT

Характеристики в режиме переключения при температуре 125 °С, $I_{TGM}=3 \text{ кА}$, $U_{DRM}=3 \text{ кВ}$	IGBT модуль 3×1500 А	IGCT тиристор 4000 А
Падение напряжения во включенном состоянии, В	3.7	2.2
Мощность, потребляемая от источника управляющего напряжения, Вт	15	75
Энергия, рассеиваемая в выключенном состоянии, Вт·с	15	17
Энергия, рассеиваемая во включенном состоянии, Вт·с	22	1.2

индуктивности цепи управляющего электрода, обеспечиваемой коаксиальным соединением управляющего электрода с многослойной платой блока управления. В результате стало возможным достичь скорости отключения тока 4 кА/мкс. При напряжении управления $U_{GK}=20 \text{ В}$, когда катодный ток становится равным нулю, оставшийся анодный ток переходит в блок управления, который имеет в этот момент низкое сопротивление. За счет этого потребление энергии блоком управления минимизируется.

Работая при "жестком" управлении, тиристор переходит при запираании из р-п-р-п состояния в р-п-р режим за 1 мкс. Выключение происходит полностью в транзисторном режиме. В этом режиме возникновение триггерного эффекта невозможно.

Уменьшение толщины прибора достигается за счет использования буферного слоя на стороне анода. Буферный слой силовых полупроводников улучшает характеристики традиционных элементов за счет снижения их толщины на 30 % при том же прямом пробивном напряжении. Главное преимущество тонких элементов — улучшение технологических характеристик при низких статических и динамических потерях. Такой буферный слой в четырехслойном приборе требует устранения анодных закороток, но при этом сохраняется эффективное освобождение электронов во время выключения. В IGCT буферный слой комбинируется с «прозрачным» анодным эмиттером («прозрачный» анод — это р-п переход с управляемой током эффективностью эмиттера).

Для максимальной помехоустойчивости и компактности блок управления окружает IGCT, формируя единую конструкцию с охладителем, и содержит только ту часть схемы, которая необходима для управления непосредственно IGCT. Как следствие, уменьшено число элементов управляющего блока, снижены тепловые потери, уменьшены электрические и тепловые перегрузки. Это привело к существенному снижению интенсивности отказов и стоимости блока управления. Тиристор IGCT с интегрированным управляющим блоком подключается с помощью специальной прижимной пружины, которая обеспечивает надежный электрический и тепловой контакт и соединяется с источником управляющего сигнала через оптоволоконно. Таким образом достигается максимальное облегчение сборки силовых модулей и наибольшая их надежность. При

работе IGCT без снабберной цепи обратный диод тоже должен работать без него. В качестве обратного используют диод большой мощности с улучшенными характеристиками. Максимальная скорость изменения тока через тиристор будет зависеть от характеристик диода.

На рис. 4 приведены зависимости управляющего и анодного напряжения, а также тока анода тиристора IGCT от времени. В табл. 1 приведены сравнительные характеристики транзисторов IGBT и тиристоров IGCT.

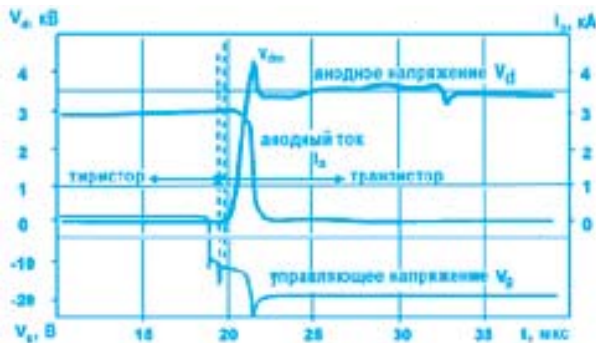


Рис. 4. Изменение анодного тока и напряжения при выключении тиристора IGCT

Полные потери, складывающиеся из потерь в выключенном и включенном состояниях, в тиристорах IGCT меньше, чем в IGBT транзисторах. Однако тиристоры при включении требуют принудительного ограничения скорости изменения тока di/dt . Для этого используется дроссель, как показано на рис. 5. В момент отпирания тиристора в дросселе запасается энергия, 70...80 % которой затем рассеивается на сопротивлении демпфирующей цепи, состоящей из резистора R_d и конденсатора C_d . Оставшаяся энергия подводится к тиристорам в момент его запираания, сохраняя энергию, которая иначе была бы отобрана от источника постоянного напряжения. Таким образом, дроссель, ограничивающий величину di/dt , фактически увеличивает эффективность системы. Ограничивать скорость нарастания тока необходимо для уменьшения импульсов тока, протекающего через защитные диоды в момент перехода тиристора из режима, аналогичного IGBT, в режим IGCT. На рис. 5 диоды, защищающие транзисторы и тиристоры от обратного напряжения, показаны черным цветом.

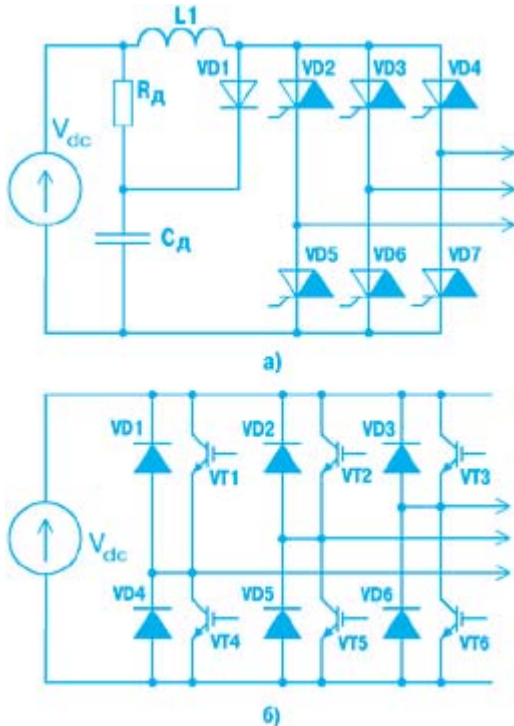


Рис. 5. Типовые схемы инверторов: на тиристорах IGCT в инверсном включении (а), на транзисторах IGBT (б)

На рис. 6 приведены зависимости напряжения и тока ключей на тиристорах IGCT и транзисторах IGBT для инверторов, схемы которых приведены на рис. 5. На рис. 6 использованы следующие обозначения: V_{dc} — напряжение источника постоянного тока, V_L и I_L — соответственно, напряжение и ток нагрузки, I_{sw} — ток, протекающий через ключ, I_{pk} — пиковое значение тока через ключ, I_{rr} — максимальное значение импульса прямого тока через тиристор после подачи сигнала его запираения, t_{on} — время включения ключа.

В течение времени $t_0 \dots t_2$ происходит включение ключа. За это время на нем рассеивается энергия, равная:

$$E_{on} = (t_2 - t_0) \cdot V_{dc} \cdot (I_L + I_{rr}) / 2.$$

Применение тиристоров IGCT позволяет уменьшить габариты аппаратуры за счет меньшей рассе-

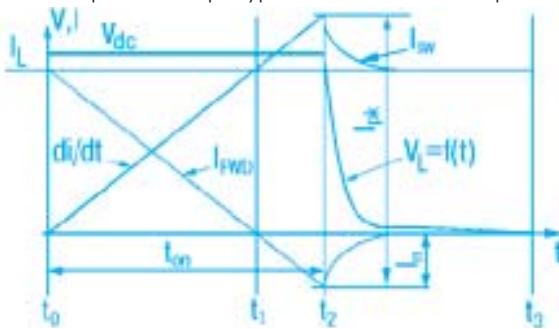


Рис. 6. Форма тока и напряжения на нагрузке для инверторов, показанных на рис. 5

ваемой мощности и повысить ее надежность, благодаря объединению в интегральной структуре силового тиристора и защитного диода. В настоящее время на IGCT тиристорах реализованы преобразователи с удельной мощностью 250 кВт/см², но по предварительным оценкам в ближайшие годы эта величина может быть удвоена. Совершенствование технологии позволит уменьшить индуктивность выводов управляющего электрода (по предварительным прогнозам в четыре раза), что, в свою очередь, обеспечит повышение скорости нарастания тока при включении тиристорного ключа. Для примера на рис. 7 приведен внешний вид силового тиристорного ключа IGCT с разветвленным интегрированным затвором, предназначенного для управления тяговым приводом электропоезда пригородного сообщения. Технические характеристики ключа: максимальное напряжение 4500 В, максимальный ток 2000 А, номинальная частота переключений 1000 Гц.



Рис. 7. Силовой тиристорный ключ IGCT

В табл. 2 приведены сравнительные характеристики современных мощных силовых ключей с двусторонним теплоотводом, которые позволяют оценить достоинства и недостатки различных приборов.

Модули преобразователей энергии, построенные с использованием тиристоров IGCT, широко применяются в железнодорожном транспорте — в понижающих преобразователях для контактной сети и в системах управления двигателями. Например, в схемах преобразователей для контактной сети в Карлсфельде (Германия) использованы IGCT тиристоры [5]. Общая мощность преобразователей 100/132 МВхА обеспечивается двумя блоками мощностью 50/66 МВхА.

Каждый из преобразователей имеет восемь выходных ступеней, содержащих по пять включенных последовательно тиристоров на один схемный вентиль, при этом один из них — резервный. Каждый блок содержит 160 запираемых тиристоров. В Карлсфельде имеется возможность сравнивать работу двух эксплуатируемых идентичных преобразователей, один из которых построен на запираемых тиристорах с жестким управлением HDGTO, а второй — на IGCT с «прозрачным» анодом.

Были проведены эксплуатационные испытания тиристоров IGCT в течение 3000 ч в схеме отдельного четырехквadrантного регулятора, собранного из расчета — один тиристор на один схемный вентиль. Тиристоры использовались без снабберной цепи и переключались с частотой, в 7 раз превышающей рабочую частоту преобразователя тягового электроснабжения. Целью этих испытаний была проверка состояния полупроводниковых кристаллов, схемных соединений

Таблица 2. Характеристики современных мощных силовых ключей с двусторонним теплоотводом

Тип прибора	Преимущества	Недостатки	Области применения
Традиционный тиристор (SCR)	Самые низкие потери во включенном состоянии. Самая высокая перегрузочная способность. Высокая надежность. Легко соединяются параллельно и последовательно.	Невозможно принудительно запереть тиристор по управляющему электроду. Низкая рабочая частота.	Привод постоянного тока, мощные источники питания, сварка, плавление и нагрев, статические компенсаторы реактивной мощности, ключи переменного тока.
GTO	Возможно принудительное запирающее тиристора. Сравнительно высокая перегрузочная способность. Возможность последовательного соединения. Рабочие частоты до 250 Гц при напряжении до 4 кВ.	Высокие потери во включенном состоянии. Большие потери на переключение. Очень большие потери в системе управления. Сложные системы управления.	Электропривод, статические компенсаторы реактивной мощности, системы бесперебойного питания, индукционный нагрев.
IGCT	Возможно принудительное запирающее тиристора. Перегрузочная способность та же, что и в GTO. Низкие потери во включенном состоянии и на переключение. Рабочая частота до нескольких кГц. Встроенный блок управления (драйвер). Возможность последовательного соединения.	Не выявлены из-за отсутствия опыта эксплуатации.	Мощные источники питания (инверторная и выпрямительная подстанции линий передач постоянного тока), электропривод (инверторы напряжения для преобразователей частоты и электроприводов различного назначения).
IGBT	Способность к управляемому запирающему. Самая высокая рабочая частота (до 10 кГц). Простая неэнергоёмкая система управления. Встроенный драйвер.	Очень высокие потери во включенном состоянии.	Электропривод (чопперы), системы бесперебойного питания, ключевые источники питания, статические компенсаторы реактивной мощности и активные фильтры.

и блока формирования импульсов управления после длительной работы в тяжелом режиме. Одновременно осуществлялась проверка распределения напряжения между пятью тиристорами IGCT, включенными последовательно, и оценка влияния индуктивности рассеяния.

Исследование тиристорных по окончании серии проверочных испытаний показало, что в них не произошло никаких изменений. В ходе испытаний проверялась степень совпадения расчетных параметров преобразователя с реальными, полученными с помощью измерений. Результаты испытаний подтвердили высокую эффективность преобразователей, построенных на тиристорах IGCT [5].

IGCT по технологии изготовления и форме во многом сходны с приборами предшествующего поколения — запираемыми тиристорами GTO. Практика доказала высокую надежность последних. Запираемые тиристоры могут работать без отказов в течение нескольких лет в жестких режимах переменных нагрузок, как это имеет место в преобразователях для тягового электроснабжения.

Преобразователи на IGCT имеют значительно меньшее число схемных компонентов за счет отсутствия снабберной цепи и схем ограничения скорости нарастания тока di/dt , а также в связи с упрощением

схем управления тиристорами. Благодаря этому, они имеют меньшие потери мощности. При почти одинаковой с GTO устойчивости к режимам переменных нагрузок их надежность в перспективе будет еще выше. Рассмотренные новые полупроводниковые приборы находят все более широкое применение в системах управления электроприводом, в мощных преобразователях электрической энергии, обеспечивая хорошие эксплуатационные характеристики и малые потери энергии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Энергосберегающие преобразователи частоты ЗАО «Электротекс» (<http://www.etx.ru/turin.htm>).
2. IGCTs are going application specific. // PCIM Europe, October 2001.
3. С.Н. Флоренцев, Ф.И. Ковалев. — Состояние и перспективы развития приборов силовой электроники для транспорта (http://www.setri.spb.ru/rus/conference/p_5.html).
4. К.Д. Рогачев. Современные силовые запираемые тиристоры (<http://www.gaw.ru/html.cgi/publ/igbt/tiristor.htm>).
5. Новые силовые полупроводниковые приборы для тягового электроснабжения // Железные дороги мира, № 1, 2000.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИМС

При проектировании устройств на основе высокоскоростных логических и широкополосных аналоговых ИМС в проводниках печатной платы могут возникать отраженные сигналы, являющиеся источником помех и искажений. Ниже рассмотрены конструктивно-схемотехнические методы борьбы с отраженными сигналами.

Для того чтобы в проводниках печатной платы, на которой расположены высокоскоростные ИМС, не возникали отраженные сигналы, проводники следует нагружать на характеристическое сопротивление. Использовать этот прием следует в случае, если задержка в проводнике больше или равна 1/2 времени нарастания или спада передаваемого импульса в логической ИМС. При этом исходят из того, что проводник длиной 2 дюйма задерживает сигнал на 1 нс. Это значит, что если время нарастания/спада передаваемого импульса в логической ИМС составляет 5 нс, а длина проводника с учетом изгибов имеет 10 дюймов, то данный проводник следует нагрузить на характеристическое сопротивление. Типы логических микросхем с указанием времени нарастания/спада и длины проводников, при которой необходимо использовать в качестве нагрузки характеристическое сопротивление, приведены в таблице [1].

Эти же приемы используются при проектировании изделий на основе широкополосных аналоговых ИМС. Например, если максимальная частота сигнала

Время нарастания/спада импульсов и минимальная длина проводника для логических ИМС разных типов, при которой используется характеристическое нагрузочное сопротивление

Тип логических ИМС	Время нарастания/спада, нс	Длина проводника, см/дюйм
GaAs	0.1	0.5/0.2
ECL	0.75	3.8/1.5
Schottky	3	15/6
FAST	3	15/6
AS	3	15/6
AC	4	20/8
ALS	6	30/12
LS	8	40/16
TTL	10	50/20
HC	18	90/36

на выходе усилителя равна $f_{\text{макс}}$, то эквивалентное время нарастания вычисляется по формуле $t_n = 0.35/f_{\text{макс}}$. Задержка сигнала в проводнике определяется так же, как и для логических ИМС — 1 нс на 2 дюйма. После того, как установлены те проводники печатной платы, которые следует нагрузить на характеристическое сопротивление, необходимо определить величину этого сопротивления для каждого проводника. Для этого можно воспользоваться выражением

$$Z_0(\text{Ом}) = [87/\sqrt{\epsilon_r + 1.41}] \times \ln[5.98d/(0.98w + t)],$$

где ϵ_r — диэлектрическая постоянная материала печатной платы,

d — толщина печатной платы между слоями металлизации (в 0.001 дюйма),

w — ширина проводника (в 0.001 дюйма),

t — толщина проводника (в 0.001 дюйма).

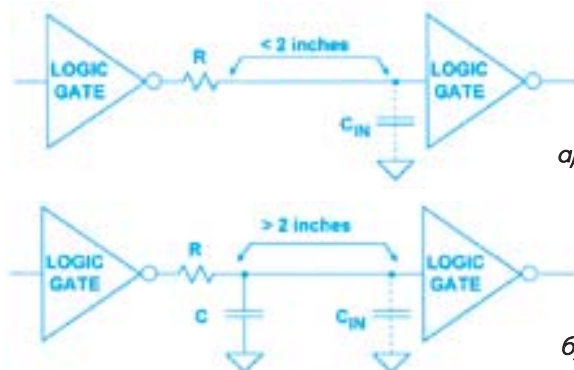
Данное выражение справедливо для случая, при котором сигнальные проводники печатной платы, шины питания и "земли" отделены друг от друга диэлектриком, т. е. находятся на разных слоях многослойной печатной платы.

Величина характеристического сопротивления для медного проводника шириной 0.008 дюйма и толщиной 0.0014 дюйма, расположенного на четырехслойной печатной плате из стеклотекстолита FR-4 ($\epsilon_r = 4.7$), составляет 88 Ом. Задержка передачи сигнала в таком проводнике при наличии характеристического сопротивления определяется по формуле:

$$t_3(\text{нс/фут}) = 1.017\sqrt{(0.475\epsilon_r + 0.67)}$$

и составляет 1.7 нс/фут или 7 дюймов/нс.

Одним из путей снижения влияния высокоскоростной логики на работу аналоговых схем является конструктивное разделение их при проектировании устрой-



Введение дополнительной задержки в цепи передачи высокочастотных сигналов при длине проводника менее 2 дюймов (а) и более (б)

ства в целом. Следует использовать высокоскоростные логические ИМС только в случае необходимости, хотя это приводит к применению одновременно нескольких семейств логических ИМС в одном устройстве. Если такое решение является неприемлемым, следует ограничить скорость передачи сигналов в тех цепях, в которых это возможно. Это достигается введением последовательного резистора на выходе и конденсатора на входе логической ИМС, как показано на рисунке. Величина емкости, как правило, не превышает 10 пФ, а величина резистора выбирается, исходя из максимально допустимой задержки передаваемого сигнала. При этом уровень передаваемого логического сигнала не должен выходить из заданного диапазона. Время нарастания для схемы рис. а определяется из выражения $t_{н} = 2.2RC_{IN}$, а для схемы рис. б — из вы-

ражения $2.2R(C+C_{IN})$. Таким образом, используя достаточно простые схематические и конструктивные приемы, можно свести к минимуму влияние высокоскоростных логических ИМС на точность и надежность работы измерительных и вычислительных устройств [2, 3].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Dealing with High Speed Logic. Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. — Analog Devices, 1999.
2. Ralph Morrison. Grounding And Shielding Techniques In Instrumentation, Fourth Edition, New York, John Wiley & Sons, 1998.
3. Henry Ott. Noise Reduction Techniques In Electronic Systems, Second Edition, New York, John Wiley & Sons, 1998.



Редакция журнала подготовила новый каталог «Микросхемы Analog Devices». Подписчикам журнала каталог высылается бесплатно. Заявки на каталог принимаются по адресу:
01033, г. Киев, а/я 942, НПФ VD MAIS,
по электронной почте:
info@vdm.kiev.ua
или по факсу: (044) 227-3668.
В заявке следует указать: Ф. И. О. (название предприятия), почтовый и электронный адреса, номер квитанции о подписке.

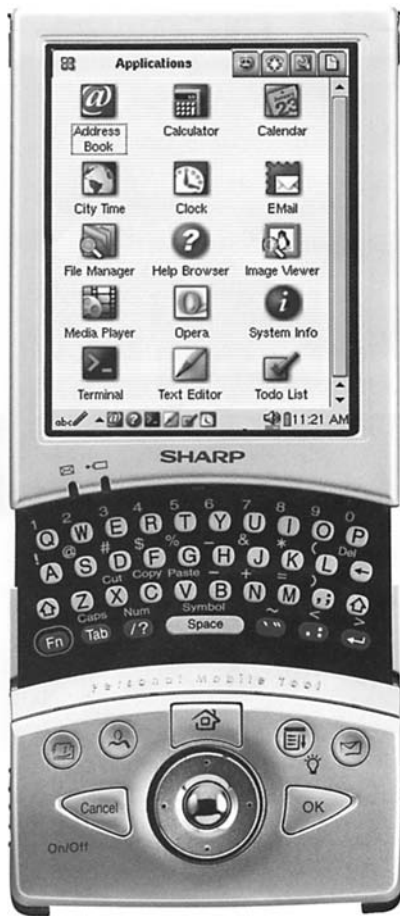
Датчик влажности конденсаторного типа *

Датчик влажности P14 конденсаторного типа разработан фирмой Innovative Sensor Technology и предназначен для использования в кондиционерах, вентиляционных установках, сушильных машинах и т. п. Датчик отличается высокой линейностью, малым гистерезисом, большой устойчивостью к термоударам и механическим нагрузкам. Базовое значение емкости датчика 150 пФ, диапазон измерения относительной влажности воздуха от 0 до 100 %, температурный диапазон от -30 до 150 °С. Размеры датчика 3.8×7.7×0.4 мм.



* *Capacitive Humidity Sensor.* — EPN, January, No 1, 2002, Vol. 31.

Электронный мастер на все руки *



Корпорация Sharp объединила возможности карманного компьютера, доступа к Интернет и электронной почте, мобильного телефона и многого другого в одном миниатюрном устройстве, которое получило название Zaurus MI-E21. Отличительной особенностью Zaurus MI-E21 является то, что все модули расширения имеют одинаковые размеры (формата PC CompactFlash или SD карт).

В отличие от карманного компьютера (PDA) этот электронный помощник может быть использован как цифровой фотоаппарат или видеокамера, проигрыватель DVD дисков или файлов формата mр3, как мобильный телефон для исходящих звонков (вызов другими абонентами Zaurus MI-E21 невозможен, то есть он может быть использован как мобильный телефон-автомат). С его помощью можно пользоваться полнофункциональной электронной почтой через сеть Интернет.

Корпорация Sharp продает каждое из дополнительных устройств в виде отдельного модуля на PC карте. В базовый блок, содержащий RISC процессор, 32 мегабайта памяти, 3,5-дюймовый отражающий ЖК экран, электронное перо и клавиатуру, может быть установлено до двенадцати модулей расширения, стоимость которых может превышать стоимость базового блока. Даже интерфейсный модуль для связи с персональным компьютером необходимо приобретать отдельно. Модуль цифровой камеры в стандартной поставке программного обеспечения может использоваться как цифровой фотоаппарат. Для использования его в качестве видеокамеры необходимо приобрести дополнительное программное обеспечение. А для записи видеоизображения со звуком необходимо установить дополнительный модуль записи звука.

Конструктивно устройство выполнено в виде плоского корпуса со сдвигающейся крышкой, под которой располагается клавиатура. Встроенный аккумулятор обеспечивает непрерывную работу устройства в течение одиннадцати часов.

Ориентировочная стоимость базового блока около \$ 500, а дополнительных модулей — \$ 575 или более, в зависимости от комплектации.

Дополнительная информация: <http://sharpelectronics.com>

* IEEE SPECTRUM, December 2001.

Портативный тестер для проверки локальных сетей *

Прибор Agilent FrameScore, сочетающий функции тестера кабельных линий и анализатора параметров локальных сетей, предназначен для инсталляторов и пользователей локальных сетей.

С его помощью можно тестировать сети, построенные на витых парах. Хотя с помощью FrameScore можно определять некоторые параметры локальных сетей, для полного анализа всех характеристик необходим второй блок — Dual Remote 350, который подключается к удаленному концу кабеля. С дополни-

тельными аксессуарами возможно тестирование коаксиальных и оптоволоконных кабелей.

Как анализатор Agilent FrameScore дает полную характеристику локальной сети. Он подключается в любой точке сети и в автоматическом режиме обнаруживает сервер и всех пользователей, собирает информацию о загрузке сети и о состоянии каждого компьютера.

Анализатор может обнаруживать конфликты и ошибки в конфигурировании сети, накапливать стати-

* IEEE SPECTRUM, December 2001.



стику этих ошибок. В частности, может распознавать ситуацию, когда один и тот же IP адрес был ошибочно присвоен двум компьютерам. С помощью анализатора можно контролировать состояние компьютера при удаленном доступе.

Предусмотрена возможность дистанционного управления анализатором по локальной сети, к которой он подключен для анализа. Результаты испытаний сохраняются на CompactFlash картах, которые периодически могут заменяться.

Встроенные инструменты для тестирования включают: генератор трафика, который позволяет тестировать даже сильно загруженную сеть; отправитель пакетов Интернет для проверки доступности адреса-та путем передачи специального сигнала; формирователь пакетов для измерения пропускной способности сети, времени задержки и потерь в линии.

Набор оптических датчиков положения компании Agilent Technologies, Inc.

Компания Agilent Technologies, Inc. — мировой лидер в сфере высоких технологий в таких областях, как коммуникации, электроника и естественные науки. Компания насчитывает 43 000 сотрудников и предлагает свои услуги в более чем 120 странах. Доход компании в 2000 финансовом году составил 9.4 млрд. долларов США с учётом деятельности в области здравоохранения.

Компания Agilent Technologies, Inc. представила новое семейство простых в установке двухканальных миниатюрных оптических импульсных датчиков положения по весьма конкурентоспособной цене — менее 15 долларов за устройство в партии 1000 штук. В этих устройствах используется рефлективный модуль датчика, обеспечивающий высокую степень миниатюризации конструкции устройства.

Новые датчики положения являются компактными устройствами диаметром 23 мм и высотой 17.9 мм. Они представляют собой весьма привлекательное и экономичное решение для измерения скорости, определения направления вращения и положения вала электродвигателя в широком диапазоне приложений, включая следующие:

- считывающее устройство для кредитных карточек-пропусков (торговые автоматы и банкоматы)
- панорамные головки камер видеонаблюдения
- раздаточные устройства торговых автоматов (например, напитки в банках, упакованные закуски)
- устройства для подачи бумаги в принтерах, копировальных устройствах и факсах.

Датчики положения семейства HEDR-54X преобразуют величину вращательного перемещения в выходной двухканальной цифровой ТТЛ-сигнал, состоящий из квадратурных сигналов. Декодирование этих сигналов позволяет определить скорость, положение и направление вращения вала двигателя. Благодаря ТТЛ-совместимости выходного сигнала, устройства могут взаимодействовать с большинством систем управления движением.

Датчики формируют 200 отсчетов за оборот (400 отсчетов за оборот при декодировании с удвоением частоты). Датчик работает от одного источника питания напряжением 5 В, имеет граничную частоту 16 кГц, что позволяет использовать его при скоростях вращения до 4800 оборотов в минуту. Диапазон рабочих температур датчика от 0 до 85 °С.

Оптические датчики положения семейства HEDR-54X поставляются в двух вариантах исполнения, различающихся способом крепления датчика: с помощью установочного винта либо прессовой посадки, причем оба варианта пригодны для использования с электродвигателями, имеющими вал диаметром от 2 до 5 мм. Датчики имеют прочный корпус из стеклонаполненного полибутилен-терефталата.

Дополнительную информацию об оптических датчиках положения компании Agilent Technologies, Inc. можно получить в сети Интернет по адресу: www.agilent.com/view/motion

Высокоэффективные DC/DC преобразователи *

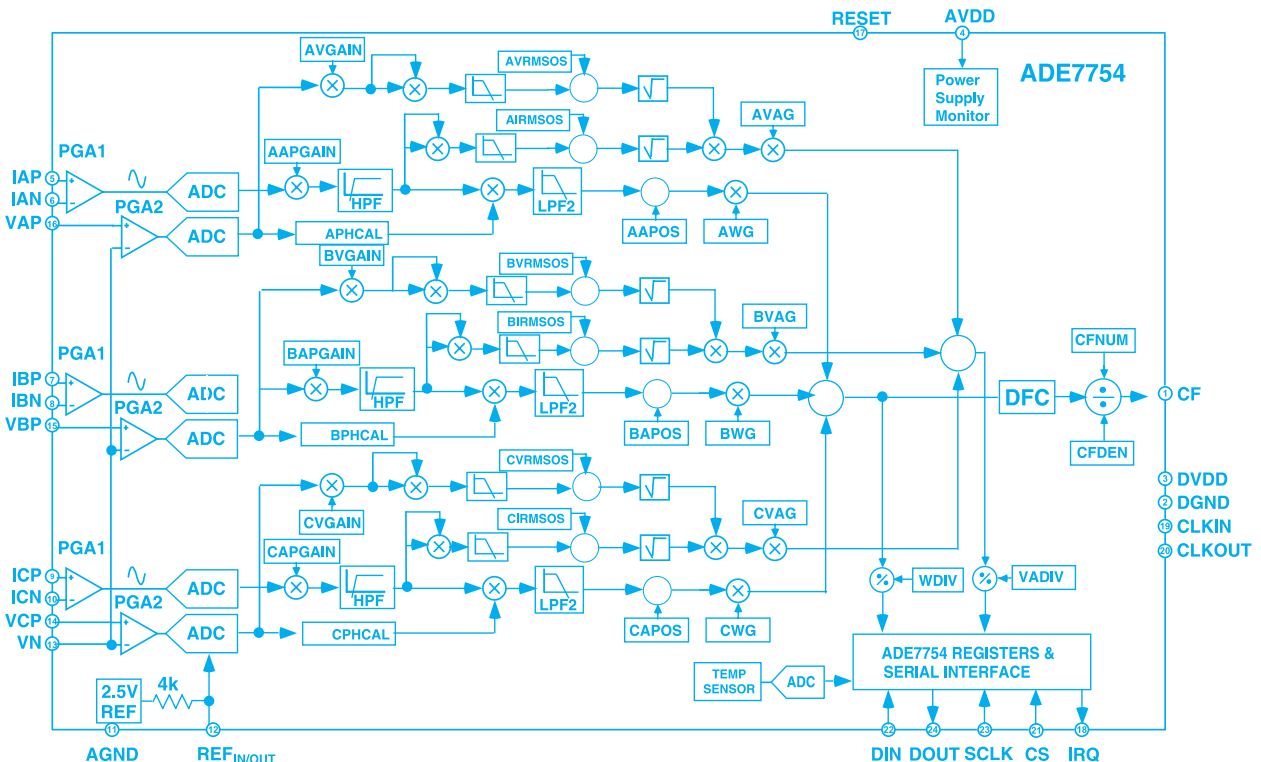
Фирмой Astec разработано новое семейство высокоэффективных DC/DC преобразователей AK45C, предназначенных для средств телекоммуникаций и систем передачи данных. Преобразователь имеет один выход напряжением 1.8, 2.5, 3.3 или 5 В. Напряжение изоляции между входом и выходом 1500 В, КПД не менее 90 % при любом из заданных значений выходного напряжения. Преобразователь обладает большой нагрузочной способностью, в том числе и при емкостном характере нагрузки. Диапазон рабочих температур от -40 до 100 °С, среднее время наработки на отказ не менее 10⁶ часов. Преобразователь выпускается в стандартном корпусе размерами 58×37 мм и выполнен в соответствии с требованиями стандартов: EN60950, EN55022, UL1950 и CSA22.2950.

* DC/DC Converters. — EPN, January, No.1, 2002, Vol. 31.

Микросхема трехфазного счетчика электроэнергии *

Новая микросхема ADE7754 фирмы Analog Devices — базовый элемент высокоточного трехфазного счетчика электроэнергии. Микросхема выполняет измерение расхода электроэнергии и ее активной составляющей, частоты, среднеквадратических значений напряжения и тока в трех- и четырехпроводной трехфазной электросети. В состав микросхемы входят: сигма-дельта АЦП второго порядка, опорный источник напряжения, сенсор температуры и специали-

зированный цифровой сигнальный процессор. Микросхема ADE7754 обеспечивает возможность выполнения цифровой калибровки счетчика по каждой линии сети: коррекцию смещения АЦП, калибровку фазы и мощности. Микросхема имеет импульсный выход CF для подключения светодиода калибровки счетчика и контроля его погрешности на месте эксплуатации. Структурная схема микросхемы приведена на рисунке.



Структурная схема микросхемы ADE7754

* Three Phase Multi-Function Energy Metering IC with Serial Port ADE7754. Preliminary Technical Data. — Analog Devices, Inc., 08/2001.



Основные характеристики микросхемы:

- погрешность соответствует требованиям стандартов МЭК 687 и 1036 (не более 0.1 % в диапазоне изменения мощности 500:1)
- типовая погрешность сенсора температуры после калибровки ± 3 °C
- встроенный опорный источник с напряжением (2.5 ± 0.2) В имеет типовое значение дрейфа 30 ppm/°C и допускает подключение более точного внешнего источника
- напряжение питания микросхемы 5 В, потребляемый ток 3 мА
- корпус 24-SOIC.

Микросхема ADE7754 имеет регистр формы волны тока или напряжения, который обеспечивает доступ к выходным сигналам АЦП. Кроме того, в составе микросхемы выполнен узел фиксации выхода напряжения за установленные пределы (превышение или снижение уровня напряжения). Пороговые уровни и продолжительность времени выхода напряжения за пороговые уровни (в виде числа полупериодов сетевого напряжения) задаются пользователем.

Данные из ADE7754 считываются по интерфейсу SPI. Выход IRQ (запроса прерывания) выполнен по схеме с открытым коллектором, активный уровень — низкий. Источник прерывания отображается в регистре состояния.

Одноплатные цифровые осциллографы *

Одноплатные цифровые осциллографы фирмы GaGe обладают сверхвысоким быстродействием и большим объемом внутренней памяти. Основные параметры осциллографов:

Compuscope 85G

- скорость преобразования АЦП одновременно по двум каналам 5 гигавыборок в секунду
- диапазон частот входного сигнала до 500 МГц
- работает в среде MATLAB и Lab VIEW

Compuscope 1610

- скорость преобразования АЦП одновременно по двум каналам 10 миллионов выборок в секунду
- количество двоичных разрядов 16
- отношение сигнал/шум 70 дБ
- объем внутренней памяти 1 миллиард выборок
- работает в среде MATLAB и Lab VIEW
- конструктивное исполнение PCI Bus Card

Compuscope 3200

- входной сигнал — 32-разрядный код, частота смены кодов 100 МГц
- объем внутренней памяти 2 миллиарда выборок
- конструктивное исполнение PCI Bus Card.

* *World Fastest Compact PCI Digitizers. — IEEE SPECTRUM, December 2001.*



18-разрядный стереоЦАП со встроенным голосовым кодеком *

18-разрядный стереоЦАП STw5094 фирмы STMicroelectronics сочетает высокие параметры с низким потреблением — 13 мВт в рабочем режиме и 1 мкВт — в режиме покоя. В составе преобразователя 18-разрядный сигма-дельта стереоЦАП с частотами выборки 11.024, 22.05, 44.1 и 48 кГц. Выборка кодов осуществляется через шину I²S. Непосредственно к ЦАП могут быть подключены головные телефоны. Наличие встроенного мультиплексора позволяет подключать к внутреннему усилителю радиосигналы или сигналы цифровой музыки. Мощность на выходе усилителя составляет 2x20 мВт, сопротивление нагрузки 30 Ом, динамический диапазон 92 дБ. Уровень искажений на более 0.01 % при выходной мощности 16.5 мВт. Корпус типа TFBGA36 имеет размеры 6x6 мм. Напряжение питания цифровых узлов от 1.8 до 3.3 В, аналоговых — от 2.7 до 3.3 В.

* *18-Bit Stereo DAC with Embedded Voice CODEC. — EPN, January, No 1, 2002, Vol. 31.*

ПОЧЕМУ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ НЕОБХОДИМО ПРИОБРЕТАТЬ У АВТОРИЗОВАННЫХ ДИСТРИБЬЮТОРОВ?

На украинский рынок, наряду с пиратскими копиями аудио- и видеопродукции, поступают пиратские копии интегральных микросхем известных мировых производителей. Как правило, их производят в странах Юго-Восточной Азии. Внешне пиратские микросхемы ничем не отличаются от своих именитых прототипов — имеют те же логотипы и порядок выводов, однако надежность таких микросхем, основные параметры, в том числе их долговременная стабильность, не гарантируются. Таким образом, несмотря на относительную дешевизну пиратских микросхем, их использование в электронной аппаратуре может привести к серьезным потерям при её эксплуатации вследствие невысокой надёжности этих микросхем. Чтобы предостеречь разработчиков от применения пиратских микросхем такие известные фирмы как Intel, Motorola, Analog Devices, Texas Instruments и другие рекомендуют производителям электронной аппаратуры приобретать электронные компоненты только у авторизованных дистрибьюторов. Одно из таких писем-обращений менеджера по производству электронных компонентов фирмы Analog Devices приведено ниже.

Уважаемые заказчики!

Хочу напомнить Вам о важности приобретения микросхем фирмы Analog Devices у авторизованных дистрибьюторов. На мировом рынке электронных компонентов продолжают появляться микросхемы счётчиков электроэнергии AD7755 и AD7751 китайского производства. Эти изделия по внешнему виду ничем не отличаются от оригинальных микросхем фирмы Analog Devices, однако, состав и надёжность данных кристаллов остаются под вопросом. В результате сравнения оригинальной микросхемы и копии неизвестного производства выяснилось, что маркировка обеих микросхем полностью идентична, однако извлечённый из корпуса пиратской микросхемы кристалл существенно отличается от оригинального своим клеймом и основными параметрами. В свете этих событий некоторые заказчики выразили обеспокоенность относительно работоспособности и надежности приобретённых ими кристаллов.

Защитить свою продукцию от кристаллов низкого качества и сомнительной надёжности можно только в том случае, если Вы будете приобретать необходимые Вам микросхемы у авторизованных дистрибьюторов. Сведения об авторизованных дистрибьюторах фирмы Analog Devices можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/salesdir/continent.asp

Приобретённые у авторизованного дистрибьютора микросхемы счётчиков электроэнергии фирмы Analog Devices гарантируют точность измерения электроэнергии в течение многих лет.

Хотим отметить, что все наши заказчики получают одинаковые цены для одних и тех же объёмов приобретаемых микросхем. При увеличении объёмов предусмотрены скидки.

Если у Вас имеются подозрения относительно приобретённых микросхем счётчиков электроэнергии AD7755 или AD7751, Вы можете обратиться непосредственно ко мне по адресу paul.daigle@analog.com.

Мы снабдим Вас необходимой информацией и предпримем необходимые меры против пиратской компании.

Paul Daigle,

менеджер по производству микросхем счётчиков электроэнергии фирмы Analog Devices.

Следует отметить, что гарантийная политика известных производителей электронных компонентов полностью соответствует требованиям международного и национального законодательства. Некоторые гарантийные обязательства фирмы Analog Devices приведены ниже:

- фирма Analog Devices гарантирует высокое качество своих изделий только в том случае, если они приобретены у авторизованного дистрибьютора
- фирма Analog Devices не может гарантировать легитимность своей продукции, если она не была приобретена у авторизованного дистрибьютора
- фирма гарантирует отсутствие дефектов в поставляемых материалах и изделиях, гарантийный срок на электронные компоненты составляет один год с мо-

мента поставки

- фирма Analog Devices не несёт ответственность за дефекты, которые возникают из-за небрежного отношения, неправильной эксплуатации или модификации поставляемого изделия
- фирма Analog Devices обеспечивает гарантийный ремонт или замену неисправного изделия
- гарантийные обязательства фирмы Analog Devices не распространяются на инженерные версии или снятые с производства микросхемы
- полную информацию о гарантийных обязательствах фирмы Analog Devices можно получить в офисе фирмы VD MAIS — авторизованного дистрибьютора Analog Devices в Украине.