

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2000 январь № 1(29)

МАССОВЫЙ
ПЕРИОДИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Учредитель:
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:

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

Набор:
А.В. Ходищенко

Верстка:
А.П. Байдаков

Адрес редакции:
01033, Киев-33,
ул. Владимирская, 101
Телефоны:
(044) 227-2262
(044) 227-1356
Факс:
(044) 227-3668
E-mail:
vdmais@carrier.kiev.ua
Интернет:
www.vdmais.kiev.ua

Адрес для переписки:
Украина, 01033,
Киев-33, а/я 942

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

Формат 60x84/8
Тираж 1000 экз.
Зак. №

«Электронные компоненты и системы»,
перепечатка опубликованных в журнале
материалов допускается с разрешения
редакции. За рекламную информацию
ответственность несет рекламодатель.

СТРАНИЦА РЕДАКЦИИ	3
ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	
Пассивные компоненты компании EPCOS	4
ДАТЧИКИ	
Интерфейс датчиков	5
АЦП И ЦАП	
Микроконвертеры — интеллектуальные АЦП и ЦАП	9
АЦП И ЦАП ДЛЯ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ	13
Преобразователи напряжения в частоту	14
Новые цифровые потенциометры	16
БЛОКИ ПИТАНИЯ	
DC/DC преобразователи высокой надежности	18
ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES	
Ключи, мультиплексоры и опорные источники	19
СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ	
Сигнальные процессоры для мультипроцессорных систем	31
СРЕДСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ	
MPEG-4 — новый стандарт сжатия мультимедийных данных	36
Технологии передачи данных по линиям дальней связи	39
Микросхемы для сетей и глобальных систем связи	41
КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	
Новые возможности системы SIMATIC PCS 7	43
Контроллеры SIMATIC на пивоваренном предприятии	44
Новые интеллектуальные устройства AutoLog	46
ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ	
Новые приборы и средства измерения на выставке Productronika 99	47
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ	
Средства отладки сигнальных процессоров	48

C O N T E N T S

ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

January 2000 No 1 (29)

Monthly
Scientific and Technical
Journal

Publisher:

Scientific-Production Firm

VD MAIS

Director

V.A. Davidenko

Head Editor

V.A. Romanov

Managing Editor

A.V. Yermolovich

Editorial Board

A.V. Voronenko

V.V. Girich

V.A. Davidenko

N.B. Malynovskyy

G.D. Mestechkina

V.A. Todosiychuk

S.B. Yakovlev

Type and setting

A.V. Hodischenko

Design and Layout

A.P. Baydakov

A.A. Chaban

Address:

P.O. Box 942,
01033, Kyiv-33, Ukraine

Tel.:

(380-44) 227-2262

(380-44) 227-1356

(380-44) 227-5281

Fax:

(380-44) 227-3668

E-mail:

vdmais@carrier.kiev.ua

Web address:

www.vdmais.kiev.ua

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

EDITORIAL	3
PASSIVE COMPONENTS	
Passive components from EPCOS	4
SENSORS	
Interface of Sensors	5
ADCs AND DACs	
MicroConverters — Intelligent ADSc and DACs	9
ADCs and DACs for DSPs	13
Voltage-to-Frequency Converters	14
New Digital Controlled Resistors	16
POWER SUPPLIES	
DC/DC Converters with High Reliability	18
THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN	
Switches, Multiplexers and References	19
DSPs	
DSPs for Multiprocessor Systems	31
TELECOMMUNICATIONS	
New Standard MPEG-4 for Multimedia Data Compression	36
Technologies of Data Transmission Via Trunk Lines	39
ICs for Global Telecommunication Systems	41
CONTROL AND AUTOMATION	
New Potential of SIMATIC PCS 7 System	43
SIMATIC Controllers Manage Brewery	44
New Intelligent AutoLog Units	46
EXHIBITIONS AND CONFERENCES	
New Instrument and Data Acquisition Solutions at 'Productronika 99' Exhibition	47
PERSPECTIVE PRODUCTS	
DSPs Development Tools	48

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Пятый год выходит в свет журнал "ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ". За этот сравнительно непродолжительный промежуток времени мировая электронная промышленность добилась значительных успехов. Увеличились размеры кристаллов, при этом уменьшились размеры транзисторов, на смену алюминиевых пришли медные линии межсоединений, возросло число выводов микросхем, появились новые корпуса с матричным расположением выводов. Наряду с технологическими совершенствуются электрические параметры микросхем. Множество линейных компонентов — усилителей, компараторов, преобразователей данных и т. п. — переведены на однополярное питание. Общепринятым становится напряжение питания 3 В. В микросхемах для портативных переносных приборов существенно снижена потребляемая мощность в активном режиме и практически полностью отсутствует потребление в "спящем" режиме. Это увеличивает в несколько раз "срок жизни" батарейного питания в цифровых теле- и фотокамерах, медицинских приборах, счетчиках расхода электроэнергии, тепла и т. д. Успех микроэлектроники способствует развитию телекоммуникаций. Уже сегодня цифровая связь обеспечивает передачу по телефонным проводам не только речевых сообщений, но и телевизион-

ных изображений. Практически каждый владелец компьютера стал пользователем сети Интернет. Все это стало возможным благодаря использованию современных сигнальных процессоров, выполняющих обработку огромных объемов данных в реальном масштабе времени. Невозможно себе представить современный телефон, фотоаппарат или автомобиль без электроники. Существенно расширились границы применения микросхем. Современные кристаллы сохраняют работоспособность в условиях радиоактивного излучения, выдерживают температуру 125 °С и более, имеют защиту от перенапряжений и электромагнитных полей, не боятся механических нагрузок. Появился новый класс полупроводниковых приборов — интеллектуальных датчиков, которые не только следят за состоянием объекта, но и могут управлять им.

По прогнозам специалистов в ближайшие 5 лет появятся микросхемы, содержащие более 200 млн. транзисторов, размеры кристаллов увеличатся до 500 мм², тактовая частота превысит 1 ГГц. В то же время конструкция микросхем позволит рассеивать мощность до 100 Вт, а напряжение питания снизится до 1 В. Все это означает, что в ближайшее время нас ожидают новые достижения в области науки, техники, бытовой электроники, медицины и т. д.

В течение последних четырех лет, уважаемый читатель, наш журнал выполнял задачу украинского навигатора в сложном постоянно изменяющемся мире микроэлектроники. Наряду с аналитическими обзорами и справочными материалами редакция постоянно помещала сигнальную информацию о новых микросхемах и конструктивах, современных технологиях поверхностного монтажа и производства печатных плат. Материалы о последних международных стандартах, проблемах качества и надежности электронных компонентов систематически публиковались в нашем журнале. Совместно с фирмой VD MAIS — учредителем нашего журнала — редакция принимает участие в многочисленных международных выставках как в Украине, так и за рубежом, проводит семинары, на которых выступают отечественные и зарубежные специалисты. Наши подписчики получили возможность не только ознакомиться с этими мероприятиями на страницах журнала, но и принять в них непосредственное участие.

Начиная с этого года, редакция будет периодически проводить лотерею среди подписчиков.

Дорогие читатели, все Ваши предложения и пожелания по совершенствованию нашего журнала направляйте в редакцию. Мы всегда открыты для сотрудничества.

В марте 2000 года состоится первая лотерея среди подписчиков журнала ЭКИС!

Вы можете выиграть 15-дюймовый монитор фирмы Velinea, отладочный набор для сигнальных процессоров Analog Devices и Texas Instruments, наборы микросхем ведущих производителей, последние каталоги этих фирм, паяльные станции и материалы для поверхностного монтажа, бесплатную подписку на журнал и многое другое.

Для участия в лотерее необходимо направить в редакцию по почте или по факсу копию квитанции или абонемента на подписку, Ф.И.О. и адрес подписчика.

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КОМПАНИИ EPCOS



Компания EPCOS (Electronic Parts and Components) — новая независимая компания, созданная на базе Siemens Matsushita Components и являющаяся одним из крупнейших в мире производителей пассивных компонентов для радиоэлектроники.

Продукция компании — широкий спектр пассивных компонентов, предназначенных для работы в диапазоне от постоянного тока до сверхвысоких частот. Ниже приведен перечень типов выпускаемых компанией компонентов с краткой характеристикой параметров и областей применения.

Толстоленочные резисторы выпускаются в чип-исполнении для поверхностного монтажа. Номинальные значения сопротивления варьируются в диапазоне от 0.39 Ом до 22 МОм согласно рядам E6, E12, E24 и E96, максимальная мощность рассеяния — от $\frac{1}{16}$ до 1 Вт.

Многослойные керамические конденсаторы выпускаются в исполнении для поверхностного монтажа (SMD) или монтажа в отверстия платы. Номинальные значения ёмкости конденсаторов в SMD-исполнении варьируются в диапазоне от 1 пФ до 100 мкФ согласно рядам E3, E6 или E12, рабочие напряжения — от 6.3 до 500 В переменного тока. Номинальные значения ёмкости конденсаторов в исполнении для монтажа в отверстия варьируются в диапазоне от 10 пФ до 4.7 мкФ согласно рядам E3, E6 или E12, рабочие напряжения — 50 или 100 В переменного тока.

Металлопленочные конденсаторы выпускаются в исполнении для поверхностного монтажа или монтажа в отверстия платы. Номинальные значения ёмкости конденсаторов в SMD-исполнении варьируются в диапазоне от 1000 пФ до

4.7 мкФ согласно ряду E6, рабочие напряжения — 63, 100 или 250 В постоянного тока. Номинальные значения ёмкости конденсаторов в исполнении для монтажа в отверстия варьируются в диапазоне от 100 пФ до 100 мкФ согласно ряду E6, рабочие напряжения — от 50 до 2500 В постоянного тока.

Танталовые электролитические конденсаторы выпускаются в SMD-исполнении со стандартной и уменьшенной высотой над платой. Номинальные значения ёмкости конденсаторов варьируются в диапазоне от 0.1 до 1000 мкФ согласно ряду E6, рабочие напряжения — от 4 до 50 В постоянного тока.

Алюминиевые электролитические конденсаторы выпускаются с радиальным и аксиальным расположением выводов. Номинальные значения ёмкости конденсаторов варьируются в диапазоне от 1 до 680000 мкФ согласно ряду E6, рабочие напряжения — от 10 до 500 В постоянного тока.

Сердечники из магнитомягких ферритов предназначены для использования в дросселях и импульсных трансформаторах. Компания выпускает не только сердечники разных типоразмеров, но и широкий спектр дросселей и трансформаторов, предназначенных для использования в DC/DC преобразователях, активных балластах электролюминисцентных ламп, линиях связи типа xDSL. Трансформаторы и дроссели выпускаются для монтажа в отверстия или на поверхность печатных плат.

Фильтры помех выпускаются для промышленных двухфазных и трехфазных сетей, вторичных низковольтных цепей. Кроме законченных фильтров компания выпускает широкую гамму дросселей для фильтров помех, конденсаторы для фильтров помех и корректоров коэффициента мощности.

Газонаполненные разрядники, искрогасящие конденсаторы, варисторы предназначены для использования в устройствах защиты силовых цепей от выбросов напряжения.

Термисторы с положительным и отрицательным ТКС выпускаются для монтажа в отверстия или на поверхность печатных плат (чип-исполнение) и предназначены для применения в качестве датчиков температуры, в цепях термостабилизации, запуска электродвигателей, размагничивания кинескопов.

Приборы на поверхностных акустических волнах предназначены для использования в фильтрах и генераторах для диапазона частот от 30 до 2600 МГц. Приборы выпускаются в корпусах, монтируемых в отверстия или на поверхность печатных плат.

СВЧ керамика представлена полосовыми фильтрами для диапазона частот от 800 до 2500 МГц, диэлектрическими резонаторами на частоты от 800 до 30000 МГц и коаксиальными резонаторами на частоты от 450 до 5000 МГц.

ИНТЕРФЕЙС ДАТЧИКОВ

Для поддержания параметров технологических процессов современного производства в пределах допусков в первую очередь необходима достоверная информация об этих параметрах, поступающая от разнообразных датчиков. Один из широко распространенных интерфейсов для передачи сигналов аналоговых датчиков — интерфейс "токовая петля". Настоящая статья посвящена описанию этого интерфейса, его функциональных особенностей и организации сетей сбора информации датчиков.

В. Охрименко

В настоящее время во многих промышленных приборах и оборудовании для передачи сигналов разнообразных датчиков используется интерфейс токовой петли, в котором сигнал датчика передается в виде тока в диапазоне значений от 4 до 20 мА. В [1, 2] такой интерфейс называется "токовая петля 4-20 мА" (далее по тексту "токовая петля").

ИНТЕРФЕЙС "ТОКОВАЯ ПЕТЛЯ"

Для передачи сигналов датчика в интерфейсе токовой петли используется линия передачи сигнала на основе витой пары. Интерфейс характеризуется следующими преимуществами:

- простотой реализации
- небольшим количеством проводов
- нечувствительностью к шумам
- нечувствительностью к изменению сопротивления проводов линии передачи сигнала
- возможностью одновременно с сигналом датчика передавать по тем же проводам напряжение питания передатчика.

Структурная схема реализации интерфейса токовой петли между датчиком и контроллером системы представлена на рис. 1. Передатчик, яв-



Рис. 1. Структурная схема реализации интерфейса "токовая петля"

ляющийся главным звеном интерфейса, предназначен для преобразования сигнала датчика в ток линии. В контроллере системы выполняется измерение величины тока линии и определение соответствующего численного значения физической величины (температуры, давления, скорости, ускорения и т.п.).

За нулевую точку шкалы принято значение тока в линии 4 мА, максимальному значению шкалы соответствует ток 20 мА. Выбор ненулевого значения тока в качестве нулевой точки шкалы позволяет: во-первых, реализовать дистанционное питание передатчика и датчика по линии передачи сигнала, а во-вторых, легко обнаруживать по-

вреждения в цепи подключения передатчика (обрыв или короткое замыкание линии). Как следует из значения нулевой точки шкалы, общий ток потребления компонентов передатчика и датчика не должен превышать 4 мА. Таким образом, в интерфейсе токовой петли сигнал передается величиной тока, которая является суммой тока потребления компонентов передатчика (постоянная составляющая) и тока, значение которого определяется преобразуемой величиной (переменная составляющая). Другими словами, в передатчике осуществляется управление током потребления (переменная составляющая тока в линии) в соответствии с изменением преобразуемой величины. Напряжение питания токовой петли находится в пределах от 12 до 36 В. В большинстве случаев приходится регулировать напряжение питания компонентов передатчика, для которых необходимо стандартное напряжение (обычно 3, 3.3 или 5 В).

Простой двухпроводный интерфейс токовой петли между передатчиком и контроллером системы предполагает существование по крайней мере трех типов передатчиков, которые рассматриваются ниже.

Аналоговый передатчик обеспечивает преобразование выходного сигнала датчика в величину тока линии (в диапазоне значений тока от 4 до 20 мА), который анализируется в контроллере системы.

Интеллектуальный передатчик первого типа состоит из микропроцессора; памяти; АЦП, к которому подключен датчик; ЦАП, управляющего величиной тока линии в соответствии с изменением преобразуемой величины (рис. 2, а). В интеллектуальном передатчике первого типа появляется возможность корректировать нелинейную передаточную характеристику, присущую большинству датчиков; периодически выполнять калибровку; корректировать ошибки, которые возникают из-за изменений температуры окружающей среды и временного дрейфа; компенсировать начальное смещение и выполнять другую предварительную обработку сигнала, что является преимуществом этого типа передатчика. Это особенно актуально при большом количестве датчиков, так



Рис. 2. Структурная схема интеллектуального передатчика первого (а) и второго (б) типа

как освобождает контроллер системы от выполнения перечисленных преобразований. Интеллектуальный передатчик первого типа управляет током линии в соответствии с изменением преобразуемой величины и не может осуществлять двунаправленную связь с контроллером системы.

Интеллектуальный передатчик второго типа не только управляет током линии, но и реализует двунаправленный цифровой канал связи с контроллером системы по той же линии передачи сигнала. Канал связи дает возможность передавать не только данные, но и команды управления, что позволяет изменять значения калибровочных коэффициентов, идентифицировать устройство (датчик) и дистанционно диагностировать неисправность. Последнее особенно важно при расположении датчиков в труднодоступных и небезопасных местах. Структурная схема интеллектуального передатчика второго типа представлена на рис. 2, б.

HART-протокол (Highway Addressable Remote Transducer) — стандарт для передачи цифровых данных между передатчиком и контроллером системы через интерфейс токовой петли. HART-протокол первоначально был предложен фирмой Rosemount Inc. и в настоящее время широко используется в промышленном оборудовании и поддерживается комитетом HART Foundation. Протокол базируется на адаптированном стандарте Bell 202, используемом для передачи цифровых данных через телефонные линии. В HART-протоколе для передачи цифровых данных применяется метод частотной манипуляции (FSK — Frequency-Shift-Keying) без разрыва фазы, что необходимо для минимизации уровня высокочастотных составляющих сигнала в линии. Для кодирования "0" используется частота 2.2 кГц, для кодирования "1" — 1.2 кГц. Скорость передачи данных посредством HART-протокола через интерфейс токовой петли составляет 1200 бит/с. Использование HART-протокола позволяет по существующей линии (витая пара) без

применения дополнительных кабелей передавать одновременно аналоговый и цифровой сигнал, что дает возможность сравнительно просто модернизировать уже существующее оборудование.

Выделение аналогового низкочастотного сигнала осуществляется ФНЧ. Для эффективного подавления частот манипуляции на стороне приема достаточно установить ФНЧ первого порядка с частотой среза 10 Гц, который обеспечивает точность передачи аналогового сигнала через цепь токовой петли $\pm 0.01\%$ максимального значения шкалы. HART-протокол предусматривает существование ведущего и подчиненного устройства, причем ведущее передает сигнал в виде напряжения, а подчиненное — в виде тока. Подчиненное устройство отвечает на запросы ведущего только после адресации к нему. На рис. 3 приведе-

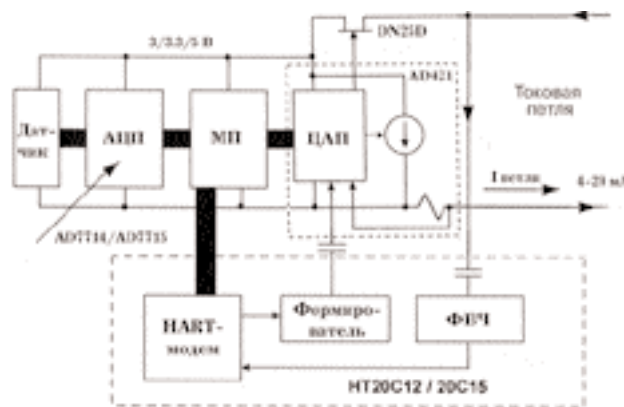


Рис. 3. Функциональная схема реализации HART-протокола

на функциональная схема интеллектуального передатчика второго типа, в котором HART-протокол используется для передачи цифровых данных в контроллер системы. Микропроцессор передатчика получает цифровой сигнал из линии через ФВЧ и HART-модем, а передает цифровой сигнал через модем и формирователь ЦАП, в котором осуществляется формирование суммарного сигнала для передачи по линии. Устройство, в котором реализован передатчик аналогового и цифрового сигналов с HART-протоколом, выпускается корпорациями Symbios Logic, Inc. (20C15) и SMART Research Corporation (HT20C12).

Компоненты передатчика. К компонентам, из которых строится передатчик, предъявляются жесткие требования:

- ток потребления передатчика не должен превышать 4 мА
- одно напряжение питания 3/3.3/5 В
- АЦП и ЦАП должны обеспечивать высокую точность преобразования
- АЦП должен иметь дифференциальный вход и возможность калибровки

- внешние интерфейсы компонентов должны быть совместимы между собой
- малые габариты
- низкая стоимость.

АЦП AD7713, AD7714, AD7715 [3, 4], выпускаемые фирмой Analog Devices, удовлетворяют перечисленным требованиям.

AD7714 — 24-разрядный сигма-дельта АЦП с возможностью калибровки работает при напряжении питания 3 или 5 В, ток потребления не превышает 650 мкА (5 мкА в "спящем" режиме). В AD7714 предусмотрены 3 дифференциальных входа, усилитель с регулируемым коэффициентом усиления (от 1 до 128) и возможность преобразования однополярных или биполярных сигналов напряжением от ±20 мВ до ±2.5 В. Трехпроводный последовательный интерфейс обеспечивает связь с микропроцессором. AD7714 выпускается в корпусе SOIC (24 вывода) или SSOP (28 выводов).

AD7715 (упрощенная версия AD7714) — одноканальный 16-разрядный сигма-дельта АЦП. AD7715 выпускается в корпусе DIP (16 выводов) или SOIC (16 выводов).

AD7713 — 24-разрядный сигма-дельта АЦП с возможностью калибровки, работающий при напряжении питания 5 В (ток потребления не более 1.1 мА). В AD7713 предусмотрено два источника тока, которые могут использоваться для 3- или 4-проводного подключения температурных датчиков типа RTD (Resistance Temperature Detector). Управление AD7713 осуществляется через двунаправленный последовательный порт. Микросхема выпускается в 24-выводном корпусе типа DIP или SOIC.

Микропроцессор — интеллектуальное ядро передатчика. Перечень микропроцессоров, на базе которых возможна реализация интеллектуальных передатчиков, приведен в таблице.

ЦАП. Фирма Analog Devices выпускает микросхему ЦАП AD421, ориентированную на при-

менение в интерфейсе токовой петли. AD421 — 16-разрядный ЦАП с возможностью управления и контроля тока в линии. На кристалле AD421 размещены два высокоточных источника опорного напряжения (1.25 и 2.5 В) с компенсацией температурного дрейфа.

В AD421 предусмотрен регулятор напряжения питания передатчика, обеспечивающий возможность установки стандартных напряжений питания 3/3.3/5 В (кроме этого можно выбрать любое напряжение в диапазоне значений от 3 до 5 В). Встроенный регулятор напряжения используется с внешним полевым транзистором (см. рис. 3). Трехпроводный интерфейс SPI обеспечивает связь с микропроцессором. AD421 можно применять в интеллектуальных передатчиках как первого, так и второго типа для управления током линии (от 4 до 20 мА). В передатчиках второго типа AD421 может также выполнять модуляцию тока согласно HART-протоколу. В этом случае используется внешнее устройство типа HT20C12 (см. рис. 3).

СЕТИ СБОРА ИНФОРМАЦИИ ДАТЧИКОВ

HART-протокол — это только один из большого количества промышленных стандартов для передачи цифровых данных. Наиболее популярны сетевые стандарты Ethernet, Foundation Fieldbus, Lonwork, Profibus, Interbus-S, Universal Serial Bus (USB), CAN-bus, Device-Net, WorldFIP, P-NET, HART, ASI. В некоторых стандартах предполагается интерфейс (непосредственный или косвенный) с интеллектуальными датчиками. К таким стандартам относятся CAN-bus, ASI-bus, HART и другие, в которых предусмотрено также дистанционное питание интеллектуальных датчиков по тем же линиям, по которым передаются данные в последовательном формате. Каждый из перечисленных стандартов имеет свои достоинства и недостатки, а также специфические аппаратные решения, которые приводят к несовместимости интеллектуальных датчиков при подключении к сетям с различными протоко-

Перечень микропроцессоров, пригодных для применения в интеллектуальных передатчиках

Тип микропроцессора	Встроенная память		Ток потребления
	ROM, Кбайт	RAM, байт	
80L51	4	128	1.7 мА (E _{ext} = 3 В, F _{max} = 3.58 МГц) 50 мкА (E _{ext} = 3 В, F _{ext} = 32 кГц)
MC68HC05	6.160	324	0.8 мА (E _{ext} = 5 В, F _{max} = 100 кГц) 0.7 мА (E _{ext} = 3 В, F _{ext} = 100 кГц)
MC68L11	16	512	2 мА (E _{ext} = 3 В, F _{max} = 500 кГц)
PIC16C54	0.512 (EEPROM)	25	1.8 мА (E _{ext} = 5 В, F _{max} = 4 МГц) 14 мкА (E _{ext} = 3 В, F _{ext} = 32 кГц)
μPD780xx	до 32	до 1000	1.8 мА (E _{ext} = 3 В, F _{max} = 5 МГц) 120 мкА (E _{ext} = 5 В, F _{ext} = 32 кГц) 64 мкА (E _{ext} = 3 В, F _{ext} = 32 кГц)

лами. Пример распределенной сети сбора информации датчиков приведен на рис. 4.

Стандарт IEEE1451.2 призван устранить несовместимость интеллектуальных датчиков при

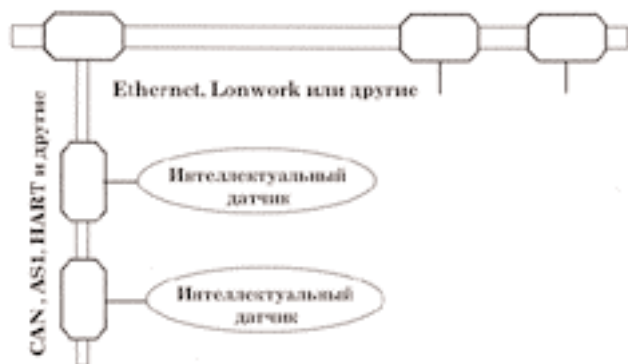


Рис. 4. Сеть сбора информации датчиков

подключении к различным сетям и реализовать технологию Plug&Play. На рис. 5 представлены основные элементы сети, реализованной в стандарте IEEE1451.2. В этом стандарте предусмотрен

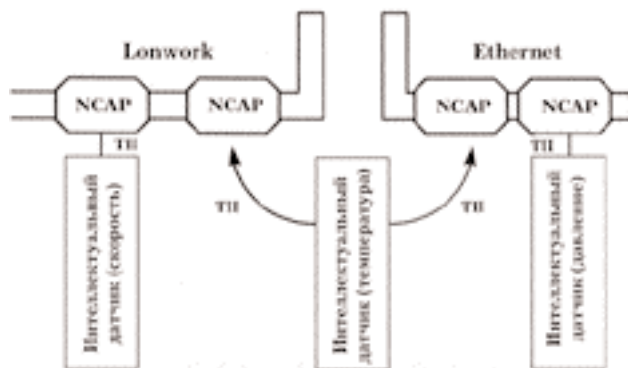


Рис. 5. Реализация сети в стандарте IEEE 1451.2

10-проводный последовательный интерфейс TI (Transducer Independent Interface) между датчиком и процессором NCAP (Network Capable Application Processor) связи, что дает возможность подключаться к сети с любым протоколом. Информация, хранящаяся в памяти интеллектуального датчика, становится доступной всем устройствам сети, что позволяет идентифицировать тип подключенного датчика и его параметры. Таким способом достигается технология Plug&Play при подключении к сети с любым протоколом.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ДАТЧИК

Всем преобразователям физических величин (фотодиоды, термопары, терморезисторы, пьезоэлементы и др.), каковыми являются датчики, присущи следующие недостатки: абсолютное значение выходного сигнала датчика и полная шкала изменений выходного сигнала имеют небольшую величину, кроме этого, передаточная характеристика датчиков имеет нелинейность.

Поэтому в тех случаях, когда требуется обеспечить высокую точность измерений, необходимо произвести усиление сигнала датчика, линеаризацию передаточной характеристики, компенсацию начального смещения и погрешностей, возникающих из-за изменения температуры окружающей среды и временного дрейфа. В отдельных случаях необходимо обеспечить датчик стабильным током. Эффективно выполнять подобные преобразования можно только с применением средств цифровой обработки данных. Большинство интеллектуальных датчиков, не предназначенных для подключения к интерфейсу токовой петли или любому другому интерфейсу, в том числе и сетевому, содержат следующие основные компоненты: прецизионный усилитель с регулируемым коэффициентом усиления, высокоточный АЦП и микропроцессор. Для того, чтобы подключить интеллектуальный датчик к сети сбора информации в его состав должен входить ЦАП или HART-модем для подключения к интерфейсу токовой петли или сети с HART-протоколом, либо в интеллектуальном датчике необходимо реализовать интерфейс TI в соответствии со стандартом IEEE1451.2. Для того, чтобы обеспечить малое потребление, низкую стоимость, высокую надежность и физическую реализуемость интеллектуального датчика, все вышеперечисленные компоненты должны быть интегрированы в одном кристалле.

В заключение необходимо отметить, что фирма Analog Devices разработала и в 1999 году начала серийный выпуск первого представителя семейства новых приборов, получивших название микроконвертеры, в кристалле которых интегрированы высокоточные АЦП и ЦАП, микропроцессор, энергонезависимая флэш-память, датчик температуры и периферийные контроллеры, обеспечивающие внешний интерфейс микроконвертера (см. статью "Микроконвертеры" в настоящем выпуске журнала).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Build a Smart Analog Process-Instrument Transmitter with Low-Power Converters and a Microcontroller.* // *Analog Dialogue*.— *Analog Devices*, vol. 31, number 1, 1997.
2. *Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning.* — *Analog Devices*, 1999.
3. *New Product Applications.*— *Analog Devices*, 1999.
4. *Winter 1999 Short Form Designers' Guide. Applications Selection Guides and New Products Update.* — *Analog Devices*, 11/98.

МИКРОКОНВЕРТЕРЫ — ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ АЦП И ЦАП



Фирма Analog Devices является признанным мировым лидером в производстве широкого спектра датчиков, в том числе и интеллектуальных, разнообразных микросхем аналого-цифрового и цифро-аналогово преобразования, средств цифровой обработки данных. В 1999 г. фирма Analog Devices начала серийный выпуск новых приборов — микроконвертеров, сочетающих в себе возможности высокоточного аналогового ввода/вывода, предварительной обработки данных и организации сетей сбора информации от датчиков. Настоящая статья знакомит с архитектурой и характеристиками микроконвертеров, которые могут найти широкое применение в измерительных и других приборах.

В. Охрименко

Микросхемы ADuC812, ADuC824, ADuC816, ADuC812SO (рис. 1) относятся к новому классу приборов — микроконвертерам. На кристалле микроконвертеров интегрированы высокоточные аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, температурный датчик для измерения температуры окружающей среды, контроллер 8052 (вычислительное ядро совместимо с контроллером 8051), в состав которого включены периферийные микроконтроллеры, позволяющие реализовать гибкие связи с "внешним миром". Уникальные возможности аналогового ввода/вывода данных, наличие средств предварительной обработки данных, малая мощность потребления определяют основные области применения микроконвертеров — сети сбора информации датчиков, устройства со встроенным питанием для контроля параметров технологических процессов, переносные измерительные приборы, медицинское и другое оборудование.

Кроме ADuC812, серийный выпуск которого начался в 1999 г., фирма Analog Devices планирует в ближайшее время освоить производство ADuC824 и ADuC816 с двумя аналого-цифровыми преобразователями и дешевого ADuC812SO с 10-разрядным аналого-цифровым преобразователем (см. рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма развития микроконвертеров

АРХИТЕКТУРА МИКРОКОНВЕРТЕРА ADuC812 представлена на рис. 2. В состав

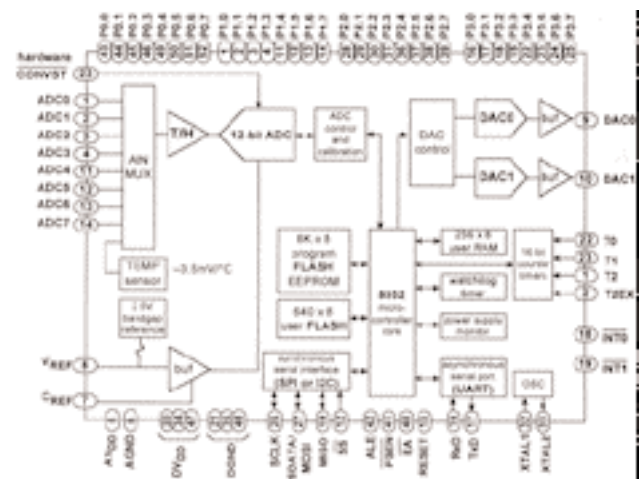


Рис. 2. Архитектура ADuC812

ADuC812 входят: 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь, два цифро-аналоговых преобразователя, температурный датчик, контроллер.

Основные параметры микроконвертера ADuC812 приведены в таблице [1-5].

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) в составе микроконвертера реализован на базе АЦП AD7853 и представляет 8-канальный 12-разрядный АЦП с максимальной частотой преобразования 200 кГц, включающий входной 9-канальный мультиплексор, усилитель выборки и хранения (УВХ), источник эталонного напряжения с выходным напряжением (2.50 ± 0.05) В. АЦП работает по принципу поразрядного уравновешивания с использованием в цепи обратной связи цифро-аналогового преобразователя, реализованного на коммутируемых конденсаторах. На один из входов АЦП подключен внутренний температурный датчик, контролирующий температуру окружающей среды. Коэффициент преобразования датчика составляет -3 мВ/°С. Кроме внутреннего источника эталонного напряжения может быть использован внешний с выходным напряжением от 2.3 В до напряжения источника питания.

Перечень основных параметров ADuC812

Наименование параметра	Значение
Микросхема в целом	
Ток потребления, в режимах: работы, ($E_{\text{VDD}}=5/3$ В, MCLKIN=16 МГц) ($E_{\text{VDD}}=5/3$ В, MCLKIN=1 МГц) повышенного энергопотребления, мА ($E_{\text{VDD}}=5/3$ В, MCLKIN=16 МГц) "спящем", мкА ($E_{\text{VDD}}=5/3$ В)	32/16 8/3 18/17 5/5
Корпус	52 LQF
АЦП	
Количество входных каналов	8
Напряжение входного сигнала, В	$0 \dots U_{\text{ref}}$
Опорное напряжение U_{ref} , В	2,5
Количество разрядов	12
Время преобразования, мкс	5
Интегральная нелинейность, ЕМР	$\pm 0,5$
Дифференциальная нелинейность, ЕМР	± 1
Погрешность в крайней точке нуля, ЕМР	± 2
Погрешность направления смещения нуля, ЕМР	± 2
Ток утечки по входу, мкА	± 10
Отношение сигнал/шум, дБ	70
Уровень нелинейных искажений, дБ	-78
ЦАП	
Разрядность	12
Точность, ЕМР	± 2
Выходное напряжение, В	$0 \dots U_{\text{ref}} / 0 \dots U_{\text{ref}}$
Сопротивление нагрузки, кОм	10
Время установления вых. напряжения, мкс	4
Дифференциальная нелинейность, ЕМР	± 1
Контроллер	
Максимальная производительность, MIPS	1,33
Флэш-память программ, кбайт	8
Флэш-память данных, байт	640
RAM-память данных, байт	256
Объем внешней памяти данных, Мбайт	16
Объем внешней памяти программ, Кбайт	64

АЦП может работать в режиме однократных и многократных преобразований. Переключение режимов работы АЦП выполняется программно. Для инициализации преобразования АЦП служит сигнал, подключаемый к внешнему выводу (CONVST) или сигнал одного из встроенных таймеров.

Встроенный в АЦП контроллер прямого доступа к памяти (DMA) выполняет пересылки дан-

ных преобразования из АЦП во внешнюю память данных без участия вычислительного ядра контроллера, что значительно увеличивает скорость пересылки данных из АЦП, так как пересылки в программном режиме не всегда могут выполняться со скоростью преобразования АЦП (200 кГц) из-за больших временных затрат на обслуживание прерываний от АЦП. Контроллер DMA обеспечивает пересылки блоков данных во внешнюю память размером до 16 Мбайт.

При производстве АЦП калибруется, а коэффициенты, корректирующие передаточную характеристику, записываются во встроенную флэш-память. После включения питания значения этих коэффициентов загружаются в управляющие регистры АЦП. Кроме этого, в случае необходимости пользователь может изменить значения этих коэффициентов, минимизируя таким образом ошибки, возникающие в процессе работы реальной системы.

12-разрядные данные преобразования АЦП сопровождаются четырьмя разрядами, которые кодируют номер входного канала АЦП.

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)

в составе микроконвертера — два независимых 12-разрядных ЦАП с выходом по напряжению. Выходное сопротивление буферного усилителя составляет 0,5 Ом.

Контроллер состоит из 8-разрядного вычислительного ядра, встроенной памяти программ и данных, трех 16-разрядных таймеров/счетчиков, "сторожевого" таймера, монитора источника питания и периферийных микроконтроллеров, реализующих три типа внешних интерфейсов. Максимальная тактовая частота контроллера составляет 16 МГц. Длительность машинного цикла в 12 раз меньше длительности периода тактовой частоты, таким образом максимальная производительность контроллера составляет 1,33 MIPS. В таблице приведены значения тока потребления при разных тактовых частотах. Так как контроллер изготовлен по статической КМОП технологии, его работоспособность не нарушается при значительном снижении тактовой частоты, что, в свою очередь, позволяет резко уменьшить ток потребления. Контроллер имеет 32 программируемых входа/выхода, в том числе четыре 8-разрядных порта, из которых порт 3 (P3) обладает высокой нагрузочной способностью. Встроенный контроллер прерываний обрабатывает с двумя уровнями приоритетов прерывания от девяти источников.

Вычислительное ядро контроллера совместимо по набору команд с семейством 8051.

Память. Контроллер ADuC812 может адресоваться к встроенной и внешней памяти.

Встроенная память — флэш-память (8 Кбайт память программ, 640 байт память данных) и RAM-память (256 байт память данных). Встроенная флэш-память может программироваться пользователем. Предусмотрено два режима передачи данных при программировании — последовательный и параллельный. В первом программирование выполняется с помощью начального загрузчика через UART-порт. При необходимости программирование инициализируется автоматически после включения питания. Этот режим используется при программировании ADuC812 с применением персонального компьютера. Во втором режиме программирование выполняется с помощью стандартного программатора. Напряжение 12 В, необходимое для программирования флэш-памяти, формируется встроенными схемами ADuC812 и внешний источник не требуется.

Адресуемая внешняя память — 16 Мбайт данных и 64 кбайт программ. Обмен с внешней памятью осуществляется по внешней 8-разрядной шине данных (порт 0) и 16- или 24-разрядной шине адреса (порт 0 и порт 2). Шины данных и адреса мультиплексируемые. Разряды адреса 0...7 всегда передаются через порт 0. В случае обращения к памяти программ разряды адреса 8...15 передаются через порт 2. При обращении к памяти данных разряды адреса 16...23 передаются через порт 2 в фазе адресации, которая стробируется сигналом ALE, а в фазе передачи данных через порт 2 передаются разряды адреса 8...15. При обмене с внешней памятью требуется запоминать адрес во внешних буферных регистрах.

Контроллер прерываний обрабатывает прерывания от девяти источников: монитора источника питания, АЦП (конец преобразования), трех таймеров, двух внешних источников (INT0, INT1), UART-порта, интерфейса SPI/I²C. Предусмотрено два уровня приоритетов для прерываний от каждого источника. Внутри одного уровня прерываниям присвоен фиксированный приоритет.

Таймеры. ADuC812 имеет три 16-разрядных таймера/счетчика. Каждый таймер состоит из двух 8-разрядных регистров и может работать в режиме таймера или счетчика. Таймеры 0 и 1 генерируют прерывания в случае переполнения. Предусмотрены три входа (T0, T1, T2) для внешних тактовых импульсов, подаваемых на таймеры.

Монитор источника питания генерирует прерывание, если напряжение питания аналоговых или цифровых схем уменьшается ниже заданных пользователем значений. Внутри диапазона (2.6 ... 4.6 В) задаваемых значений предусмотрена возможность выбора одного из пяти значений напряжения. Флаг прерывания не сбрасыва-

ется в течение 256 мс после того, как напряжение питания возвратится к своему прежнему значению. Прерывание от монитора источника питания используется для сохранения содержимого рабочих регистров, чтобы избежать потери важной информации. После восстановления питания ADuC812 может продолжать прерванную работу.

"Сторожевой" таймер используется для формирования внутреннего сигнала сброса при "зависании" программы или других программных либо аппаратных ошибках. Тактовая частота "сторожевого" таймера составляет 64 кГц. Длительность контролируемого интервала находится в диапазоне от 16 до 204 мс.

Параллельные порты. Четыре 8-разрядных порта общего назначения предназначены для обмена данными с внешними устройствами. Порты 0, 2 и 3 являются двунаправленными. Все порты содержат выходной регистр — "защелку" и входной буфер. Порт 1 работает только на прием данных (входной порт). Выводы портов 0, 2 и 3 можно независимо друг от друга программно конфигурировать как цифровые входы или выходы.

Последовательные порты. Встроенные периферийные микроконтроллеры реализуют три типа интерфейсов: UART, SPI, I²C.

UART-порт обеспечивает полнодуплексный асинхронный прием/передачу данных и полностью совместим со стандартным интерфейсом UART. Прием данных в последовательном формате осуществляется через дополнительный буферный регистр, что позволяет принимать непрерывный поток данных. Работа UART-порта управляется программно. Предусмотрено четыре режима работы. Прием и передача данных выполняются соответственно через выводы порта RxD (P3.0) и TxD (P3.1).

SPI (Serial Peripheral Interface) является промышленным стандартом на синхронный прием/передачу данных, позволяющим одновременно передавать и принимать байт данных. SPI может быть конфигурирован на работу в режиме ведущего или подчиненного.

I²C — двухпроводный интерфейс, применяемый для обмена данными между блоками внутри устройства. Описание интерфейса I²C читатели могут найти в статье "Шина I²C" (см. журнал "Электронные компоненты и системы" №1 (17), 1999).

АРХИТЕКТУРА МИКРОКОНВЕРТЕРА ADuC824 представлена на рис. 3. В состав ADuC824 входят: два сигма-дельта АЦП (основной и вспомогательный канал), температурный датчик, ЦАП и контроллер [4, 5].

Ввод аналогового сигнала осуществляется через основной или вспомогательный каналы, кото-

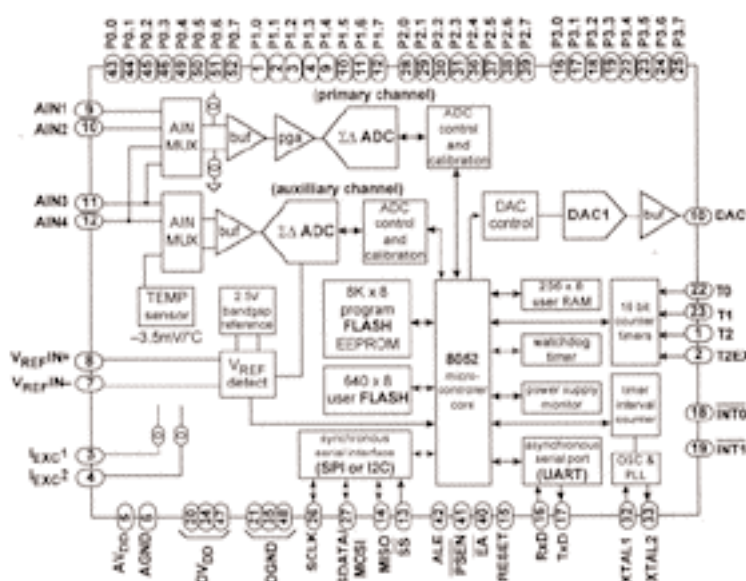


Рис. 3. Архитектура ADuC824

рые позволяют вводить дифференциальный сигнал. На входе каждого канала предусмотрен мультиплексор и буферный усилитель. В составе основного канала имеется усилитель с программируемым коэффициентом усиления (PGA), который позволяет непосредственно преобразовывать сигналы с низким напряжением (термопары, RTD и др.). Диапазон напряжений входных сигналов основного канала находится в пределах от ± 20 мВ до 2.56 В. АЦП в составе основного канала 24-разрядный сигма-дельта АЦП, обеспечивающий отношение сигнал/шум более 102 дБ (17 значащих разрядов) и выполняющий преобразования с частотой от 5.4 до 105 Гц. В отличие от ADuC812 в ADuC824 отсутствует контроллер DMA, позволяющий выполнять пересылки данных преобразования непосредственно из АЦП во внешнюю память, так как скорость преобразования АЦП ADuC824 значительно меньше, чем в ADuC812 и контроллер справляется с этой задачей самостоятельно.

В составе вспомогательного канала имеется 16-разрядный сигма-дельта АЦП, обеспечивающий отношение сигнал/шум на уровне 14 значащих разрядов. Встроенный температурный датчик с коэффициентом преобразования -3.5 мВ/°С подключается к АЦП вспомогательного канала.

В ADuC824 предусмотрен встроенный генератор тока (200 мкА) для питания внешних датчиков температуры типа RTD (Resistance Temperature Detector).

АЦП основного и вспомогательного канала, а также ЦАП, могут использовать встроенный (2.5 В) или внешний источник эталонного напряжения.

Тактовая частота ADuC824 составляет

12 МГц. В составе контроллера ADuC824 имеется ФАПЧ, что позволяет использовать в качестве внешнего кварцевого резонатора "часовой кварц" (32 кГц). Умножение частоты до 12 МГц выполняется ФАПЧ. В ADuC824 предусмотрены режимы работы с уменьшенным по сравнению с рабочим режимом энергопотреблением, выход из которых осуществляется по сигналам внешних прерываний. В остальном контроллер ADuC824 аналогичен ADuC812.

СРЕДСТВА ОТЛАДКИ. Для отладки устройств на базе ADuC812 фирма Analog Devices предлагает систему QuickStart (EVAL-ADuC812QS), которая включает плату и программное обеспечение.

На плате находится SRAM-память, аналоговые входы/выходы, разъем для подключения компьютера (интерфейс RS-232).

Программное обеспечение включает: ассемблер, С компилятор, дебаггер. Все программное обеспечение работает в среде Windows. Система отладки обеспечивает загрузку программного кода во встроенную флэш-память ADuC812.

Кроме этого поставляется кабель для подключения к персональному компьютеру, блок питания и документация на CD-ROM.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ. Фирма Analog Devices планирует и в дальнейшем развивать семейство микроконвертеров. При этом в новых моделях предполагается:

- увеличить размер встроенной флэш-памяти (программ и данных)
- увеличить производительность
- реализовать встроенные контроллеры CAN- и USB-шины.

Более подробную информацию о микроконвертерах можно получить в сети Интернет по адресу: <http://www.analog.com>

ЛИТЕРАТУРА

1. *New Product Applications.* — Analog Devices, 1999.
2. *New Product ADuC812.* — Analog Devices, June 2, 1999.
3. *MicroConverter, Multichannel 12-Bit ADC with Embedded FLASH MCU. ADuC812. Data Sheet* — Analog Devices, Inc., 1999.
4. *Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning.* — Analog Devices, Inc., 3/99.
5. *New Product Sales Training.* — Analog Devices, November 15-19, 1999.

АЦП И ЦАП ДЛЯ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ



Тип	Разрешение, бит	Частота преобразования, кГц	Потребляемая мощность, мВт	Интерфейс	Кол-во каналов	Напряжение питания, В
АЦП для семейства C2000						
TLC876	10	20·10 ³	107	паралл.	1	3/5
TLC1550	10	164	10	паралл.	1	5
TLC1551	10	164	10	паралл.	1	5
TLC2543	12	66	5	послед.	11	5
TLC5510	8	20·10 ³	90	паралл.	1	3,3
TLC5540	8	40·10 ³	85	паралл.	1	5
TLV1544	10	85	2	послед.	4	5
TLV1548	10	85	2	послед.	8	3/5
TLV1570	10	1,25·10 ³	8	послед.	8	3/5
LV1572	10	1,25·10 ³	8	послед.	1	3/5
TLV2543	12	66	3,3	послед.	11	3,3
TLV5510	8	10·10 ³	40	паралл.	1	3,3
TLV2544/8	12	200	2	послед.	4/8	3/5
THS1206	12	6·10 ³	170	паралл.	4	5
АЦП для семейства C24x						
TLC540	8	75	6	послед.	11	5
TLC541	8	40	6	послед.	11	5
TLC542	8	25	6	послед.	11	5
TLC545	8	75	6	послед.	19	5
TLC546	8	40	6	послед.	19	5
TLC548	8	45	8	послед.	1	5
TLC549	8	40	8	послед.	1	5
TLC1540	10	32	6	послед.	11	5
TLC1541	10	32	6	послед.	11	5
TLC1542	10	38	4	послед.	11	5
TLC1543	10	38	4	послед.	11	5

Тип	Разрешение, бит	Частота преобразования, кГц	Потребляемая мощность, мВт	Интерфейс	Кол-во каналов	Напряжение питания, В
АЦП для семейства C24x (продолжение перечня)						
TLC1549	10	38	4	послед.	11	5
TLV1543	10	38	4	послед.	11	3,3
АЦП для семейства C3000, C34x						
TLC876	10	20·10 ³	107	паралл.	1	5
TLC1550	10	164	10	паралл.	1	5
TLC1551	10	164	10	паралл.	1	5
TLC2543	12	66	5	послед.	11	5
TLC5510	8	20·10 ³	90	паралл.	1	5
TLC5540	8	40·10 ³	85	паралл.	1	5
TLV1544/8	10	85	2	послед.	4/8	3/5
TLV1570	10	1,25·10 ³	8	послед.	8	3/5
TLV1572	10	1,25·10 ³	8	послед.	1	3/5
TLV2543	12	66	3,3	послед.	11	3,3
TLV5510	8	10·10 ³	40	паралл.	1	3,3
TLV2544/8	12	200	2	послед.	4/8	3/5
THS1206	12	6·10 ³	170	паралл.	4	5
АЦП для семейства C5201						
TLC876	10	20·10 ³	107	паралл.	1	5
TLV1543	10	38	4	послед.	11	3,3
TLV1544/8	10	85	2	послед.	4/8	3/5
TLV1570	10	1,25·10 ³	8	послед.	8	3/5
TLV1572	10	1,25·10 ³	8	послед.	1	3/5
TLV2543	12	66	3,3	послед.	11	3,3
TLV5510	8	10·10 ³	40	паралл.	1	3,3
TLV2544/8	12	200	2	послед.	4/8	3/5
THS1206	12	6·10 ³	170	паралл.	4	5



Тип	Разрешение, бит	Время установившегося макс.	Потребляемая мощность, мВт	Интерфейс	Напряжение питания, В	Тип выходного сигнала	Кол-во ЦАП в корпусе
ЦАП для семейства C2000, C3000, C34x							
TLC5617A	10	2,5-12,5	8,8	последоват.	5	напряжение	2
TLC5618A	12	2,5-12,5	8,8	последоват.	5	напряжение	2
TLC7225	8	5	7,5	параллельн.	5/15	напряжение	4
TLC7226	8	5	9,6	параллельн.	15	напряжение	4
TLC7524	8	0,1	5	параллельн.	5/15	ток	1
TLC7528	8	0,1	10	параллельн.	5/15	ток	2
TLC7628	8	0,1	20	параллельн.	11/15	ток	2
TLV5601	10	1-9	9	последоват.	3/5	напряжение	4
TLV5615/33	12	1-3,5	4,2	параллельн.	3/5	напряжение	1
TLV5614	12	1-9	9,6	последоват.	3/5	напряжение	4
TLV5616	12	1-9	2,1	последоват.	3/5	напряжение	1
TLV5619/39	12	1	4,5	параллельн.	3/5	напряжение	1
ЦАП для семейства C24x							
TLC5615	10	12,5	1,3	последоват.	5	напряжение	1
ЦАП для семейства C6201							
TLV5601	10	1-9	9	последоват.	3/5	напряжение	4
TLV5615/33	12	1-3,5	4,2	параллельн.	3/5	напряжение	1
TLV5614	12	1-9	9,6	последоват.	3/5	напряжение	4
TLV5616	12	1-9	2,1	последоват.	3/5	напряжение	1
TLV5619/39	12	1	4,5	параллельн.	3/5	напряжение	1

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЧАСТОТУ



Такие преобразователи находят применение в прецизионных аналого-цифровых преобразователях, модулях аналоговых интерфейсов и др. В 1999 году фирмой Analog Devices начат выпуск новых микросхем синхронных преобразователей напряжения в частоту AD7741/AD7742, имеющих расширенные функциональные возможности и улучшенные метрологические характеристики.

А. Ермолович, В. Макаренко

Синхронный преобразователь напряжения в частоту — основной элемент Σ - Δ АЦП первого порядка [1]. Такие АЦП широко используются в современной аппаратуре сбора данных. Однако, если необходимо гальванически развязать источник сигнала и устройство обработки данных, целесообразно вместо микросхемы Σ - Δ АЦП использовать синхронный преобразователь напряжения в частоту, а его выход подключить к устройству обработки данных через микросхему гальванической развязки. При этом для создания законченного канала аналого-цифрового преобразования в устройстве обработки данных выполняют преобразование частоты в код, фильтрацию и децимацию. Обычно такую обработку сигнала выполняет микропроцессор, входящий в состав устройства обработки данных, а при отсутствии повышенных требований к быстродействию — счетчик.

Микросхемы асинхронных и синхронных преобразователей напряжения в частоту, выпускаемые фирмами Analog Devices и National Semiconductor, уже рассматривались в нашем журнале [2]. Микросхемы AD7741 и AD7742 представляют новое поколение синхронных преобразователей напряжения в частоту [3]. AD7741 — одноканальная версия в корпусе SOIC/ DIP с 8 выводами, AD7742 — многоканальная версия в корпусе SOIC/DIP с 16 выводами. AD7741 имеет один буферизированный вход, а AD7742 — четыре, которые могут быть конфигурированы как два дифференциальных или псевдодифференциальных входа. Обе микросхемы допускают работу с внутрен-

Таблица 1. Основные параметры микросхем AD7741 и AD7742

Наименование параметра	Значение параметра			
	Мин.	Тип.	Макс.	
Интегральная нелинейность, %	$f_{\text{CLKIN}} \leq 3 \text{ МГц}$	-	-	± 0.012
	$f_{\text{CLKIN}} = 6 \text{ МГц}$	-	-	± 0.024
Напряжение смещения, мВ	-	-	± 40	
Дрейф напряжения смещения, мкВ/°С	-	± 30	-	
Входной ток, нА	-	± 50	± 100	
Размах напряжения шума опорного источника в полосе частот от 0.1 до 10 Гц, мкВ	-	100	-	
Максимальная частота выходного сигнала	-	$0.45 \times f_{\text{CLKIN}}$	-	
Минимальная частота выходного сигнала	-	$0.05 \times f_{\text{CLKIN}}$	-	
Напряжение питания, В	4.75	5.00	5.25	
Ток потребления в рабочем режиме, мА	-	-	8	
Ток потребления в режиме ожидания, мкА	-	-	35	
Время переключения из режима ожидания в рабочий, нс	-	30	-	

ним или внешним источником опорного напряжения U_{ref} . Диапазон входных напряжений AD7741 от 0 до 2.5 В. При использовании встроенного источника опорного напряжения диапазон входных напряжений AD7742 ± 2.5 В, внешнего источника — $\pm U_{\text{ref}}$. Микросхемы имеют режим ожидания, который включается при подаче низкого уровня на вход $\overline{\text{PD}}$. Функциональные схемы микросхем

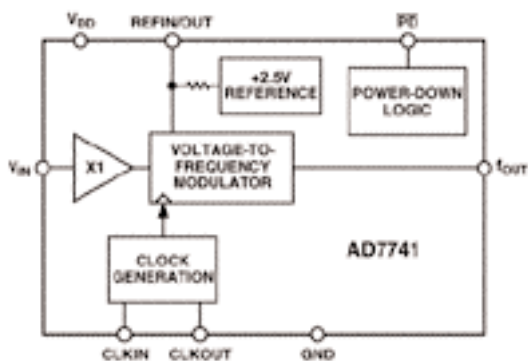


Рис. 1. Функциональная схема AD7741

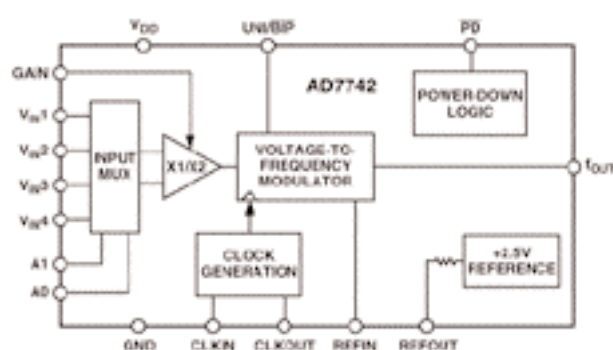


Рис. 2. Функциональная схема AD7742

Таблица 2. Режимы работы входного мультиплексора микросхемы AD7742

Сигналы управления		Входы		Тип входа
A1	A0	$V_{IN(+)}$	$V_{IN(-)}$	
0	0	V_{IN1}	V_{IN4}	псевдо-дифференциальный
0	1	V_{IN2}	V_{IN4}	
1	0	V_{IN3}	V_{IN4}	дифференциальный
1	1	V_{IN4}	V_{IN2}	

AD7741 и AD7742 приведены на рис. 1 и 2 соответственно, основные параметры — в таблице 1.

В зависимости от кода на входах управления (см. табл. 2) входной мультиплексор (Input MUX) AD7742 подключает на вход преобразователя напряжения в частоту один из входов $V_{IN1} \dots V_{IN4}$. Частота на выходе синхронных преобразователей напряжения в частоту зависит как от управляющего напряжения на входе, так и от частоты сигнала тактового генератора.

В AD7742 буферный усилитель, включенный между входом и выходом, имеет два фиксированных коэффициента усиления K_U (1 или 2). При подаче на вход GAIN напряжения высокого уровня коэффициент усиления равен 2, при подаче низкого уровня — 1. При $K_U=2$ диапазон входных напряжений уменьшается до $\pm U_{ref}/2$.

Функциональная схема преобразователя напряжения в частоту показана на рис. 3. Входное напряжение подается на интегратор через сумматор Σ . На инверсный вход Σ поступает знакопеременное напряжение U_{ref} , коммутируемое с помощью ключа S1. Ключ управляется компаратором, который переключается при переходе напряжения на выходе интегратора через нуль и формирует сигнал, стробирующий прохождение импульсов опорного генератора на ключ S1 и выход микросхемы. Когда на вход Σ подается $+U_{ref}$, напряжение на его выходе становится отрицательным и напряжение на выходе интегратора растет, а когда $-U_{ref}$ — напряжение на выходе интегратора уменьшается. Сумматор Σ , интегратор и компаратор охвачены цепью отрицательной обратной связи, формирующей схему баланса заряда. Эта цепь регулирует частоту импульсов, поступающих на ключ S1 (и, соответственно, на выход микросхемы) таким образом, что средний ток через него равен току на входе микросхемы.

Поскольку импульсы на выходе микросхемы синхронизированы тактовым генератором, интервалы между импульсами варьируются как целое число периодов тактового генератора. Цепь баланса заряда изменяет длительность интервалов между импульсами так, что средняя частота их следования (усредненная на временном интервале, много большем периода импульсов тактово-

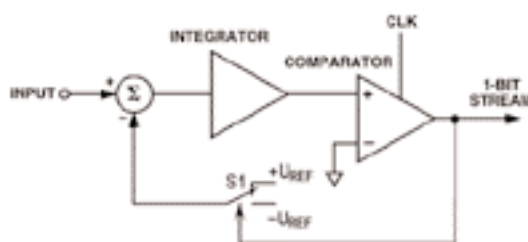


Рис. 3. Функциональная схема преобразователя напряжения в частоту

го генератора) пропорциональна напряжению входного сигнала. Малая погрешность преобразования напряжения в частоту синхронных преобразователей по сравнению с асинхронными определяется стабильностью периода и длительности импульсов сигнала тактового генератора, подаваемых в цепь баланса заряда.

В AD7741/AD7742 предусмотрена возможность использования внутреннего тактового генератора, стабилизированного кварцевым резонатором, включаемым между выводами CLKIN и CLKOUT. Максимальная частота тактового генератора 6.144 МГц, скважность должна быть в пределах от 1.82 до 2.22.

Микросхемы AD7741/AD7742 позволяют легко выполнить гальваническую развязку устройства обработки данных от источника аналоговых сигналов. Пример схемы с оптоэлектронным элементом развязки приведен на рис. 4.

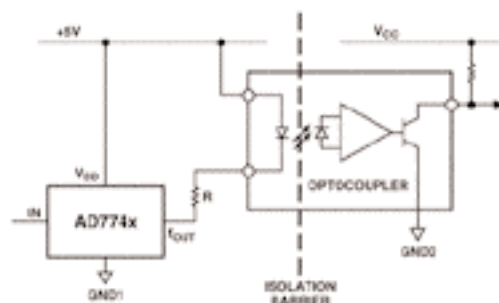


Рис. 4. Пример гальванической развязки AD7742 и устройства обработки данных

Дополнительную информацию о микросхемах синхронных преобразователей напряжения в частоту можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com

ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектура сигма-дельта АЦП и ЦАП // CHIP NEWS:— Москва, НПК "ТИМ", 1998, № 2.
2. Микросхемы преобразователей напряжения в частоту. // ЭКЭС:— Киев, VD MAIS, 1998, № 4 (14).
3. Single and Multichannel, Synchronous Voltage-to-Frequency Converters AD7741/AD7742. Data Sheet.— Analog Devices, Inc., 1999.

НОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ПОТЕНЦИОМЕТРЫ



Цифровые потенциометры — это специализированные ЦАП, выходным параметром которых является сопротивление. Применение программируемых цифровых потенциометров позволяет создавать перестраиваемые фильтры, управляемые аттенюаторы, линии задержки, регуляторы коэффициента усиления и др. Описанные в статье микросхемы цифровых потенциометров обладают высокими параметрами и относительно низкими ценами.

В. Макаренко

Достоинством цифровых потенциометров является отсутствие механических движущихся частей и подвижных контактов. Большой диапазон номиналов цифровых потенциометров, невысокий уровень вносимых искажений, малый потребляемый ток позволяют использовать их для регулировки с высокой точностью параметров сигналов (например, для регулировки громкости и тембра в высококачественной аппаратуре звукоусиления).

В таблице 1 приведены основные параметры двух модификаций микросхем цифровых потенциометров, выпускаемых фирмой Analog Devices [1, 2, 3], — управляемых последовательным цифровым кодом или сигналами от клавиатуры, подключенной к выводам управления микросхемы (интерфейс UDC).

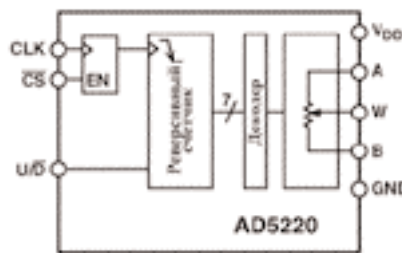


Рис. 1. Функциональная схема микросхемы AD5220

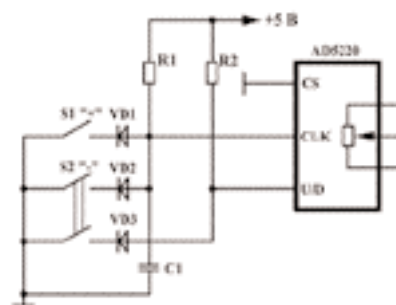


Рис. 2. Схема управления микросхемой AD5220

На рис. 1 приведена функциональная схема микросхемы потенциометра AD5220. Микросхема управляется с помощью клавиатуры из двух кнопок, как показано на рис. 2. В исходном состоянии на входы CLK и U/D подан уровень логической "1". При нажатии кнопки S1 на вход CLK поступает уровень логического "0" и от перепада увеличивается код реверсивного счетчика. Сопротивление между выводами A и W уменьшается. При нажатии кнопки S2 на вход CLK поступает перепад из "1" в "0", а на вход U/D — нулевой потенциал. Конденсатор C1 задерживает момент формирования перепада, чтобы на входе U/D нулевое напряжение появилось раньше. Счетчик работает в режиме вычитания и сопротивление между выводами A и W увеличивается.

Микросхема цифрового потенциометра AD5222 отличается от AD5220 только тем, что

Таблица 1. Основные параметры микросхем цифровых потенциометров

Тип	Число каналов	Напряжение питания, В	Тип интерфейса	Номинал сопротивления, кОм	Число ступеней регулирования	Ток потребления, мкА	Макс ток через потенциометр, мА
AD5220	1	5,5	UDC	10, 50, 100	128	40	±20
AD7376	1	±15, 28	SPI	10, 50, 100, 1000	128	100	±20
AD8400	1	5,5	SPI	1, 10, 50, 100	256	5	±20
AD5241	1	2,7..5,5, ±2,7	PC	10, 50, 100	256	5	-
AD5242	2	2,7..5,5, ±2,7	PC	10, 50, 100	256	10	-
AD5222	2	5,5, ±3	UDC	10, 50, 100, 1000	128	80	±20
AD8402	2	5,5	SPI	1, 10, 50, 100	256	5	±20
AD5203	4	5,5	SPI	10, 100	64	5	±20
AD8403	4	5,5	SPI	1, 10, 50, 100	256	5	±20
AD5204	4	5,5, ±3	SPI	10, 100	256	5	±20
AD5206	6	5,5, ±3	SPI	10, 50, 100	256	5	±20

Таблица 2. Динамические характеристики новых микросхем цифровых потенциометров

Наименование параметра	Условное обозначение	Условные испытания	Типовое значение параметра		
			AD5204/6	AD5241/2	AD5222
Полоса пропускания на уровне -3 дБ, кГц	BW 10K	$R_{AB}=10 \text{ кОм}$	721	650	1000
	BW 50K	$R_{AB}=50 \text{ кОм}$	137	142	180
	BW 100K	$R_{AB}=100 \text{ кОм}$	69	69	78
	BW 1000K	$R_{AB}=1000 \text{ кОм}$	отсутств.	отсутств.	7
Коэффициент гармоник, %	THD _v	f=1 кГц	0.004	0.005	0.005
Время установления с точностью ±1 ЕМР, мкс	t _s	$R_{AB}=10 \text{ кОм}$	2	2	2
		$R_{AB}=50 \text{ кОм}$	9	-	-
		$R_{AB}=100 \text{ кОм}$	18	-	-
		$R_{AB}=1000 \text{ кОм}$	отсутств.	отсутств.	-
Спектральная плотность шума, нВ/√Гц	e _{nWB}	$R_{AB}=5 \text{ кОм}$, f=1 кГц	9	14	14
Емкость крайних выводов резистора по отношению к общему проводу, пФ	C _A , C _B	f=1 МГц	45	45	45
Емкость среднего вывода резистора по отношению к общему проводу, пФ	C _W	f=1 МГц	60	60	60
Суммарный ток утечки трех выводов резистора на общий провод, нА	I _{CM}	V _A =V _B =V _C	1	1	1

имеет два канала, управляемые одним реверсивным счетчиком.

На рис. 3 приведена функциональная схема микросхемы AD5206. Для управления AD5206 необходимо на вход SDI подать последовательный код, который должен содержать вначале три бита адреса потенциометра (одного из шести, расположенных в корпусе), а затем восемь бит кода сопротивления. Чтобы запрограммировать все потенциометры, необходимо повторить процедуру шесть раз.

При использовании AD5206 в качестве потенциометра напряжение на его выходе находят по формуле $U_W = U_A(D/2^N)$, где D — значение кода на входе потенциометра, выраженное в десятичной системе; N — количество разрядов управляющего кода. Напряжение U_B в этом случае равно нулю. Эта же формула применима ко всем потенциометрам.

При включении AD5206 в качестве переменного резистора сопротивление между выводами W и B (вывод A не подключен) находится по фор-

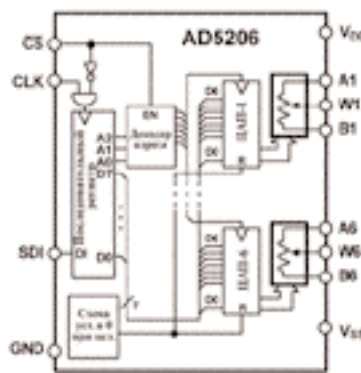


Рис. 3. Функциональная схема AD5206

муле $R_{WB} = R_{AB}(D/2^N)$. При использовании этой микросхемы в качестве сумматора, когда на входы A и B поданы два разных напряжения, сигнал на выходе $U_W = U_A(D/2^N) + U_B(1 - D/2^N)$.

Динамические характеристики новых микросхем цифровых потенциометров AD5204/AD5206, AD5241/AD5242 и AD5222 приведены в таблице 2.

Дополнительные данные по параметрам цифровых потенциометров и примеры применения можно найти в [1] в сети

Интернет по адресу: <http://www.analog.com>

ЛИТЕРАТУРА

1. CD-ROM: *Signal Conditioning and Data Acquisition Solutions*. — Analog Devices, 1999.
2. *Increment /Decrement Dual Digital Potentiometer AD5222. Data Sheet*.— Analog Devices, Inc., 1999.
3. *I²C Compatible Digital Potentiometers AD5241/AD5242*. — Analog Devices, Inc., 1999.

Во всех отделениях связи Украины продолжается подписка на 2000 год на журнал

«Электронные компоненты и системы»

Подписной индекс — 40633

Цена одного номера — 3 грн. 56 коп

DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ВЫСОКОЙ НАДЕЖНОСТИ*

Корпорация Interpoint — лидер, не имеющий реальной конкуренции среди производителей DC/DC преобразователей и фильтров электромагнитных помех (EMI filter) по уровню надежности и удельной мощности. К основным преимуществам продукции корпорации относится также ее широкий ассортимент и диапазон условий эксплуатации, что позволяет применять изделия Interpoint как в аппаратуре, работающей в условиях космоса, так и бытовой. Об основных видах изделий Interpoint и их технических характеристиках идет речь в статье.

Название корпорации Interpoint, основанной в 1969 г. как Integrated Circuits Incorporated (ICI) и изменившей его на Interpoint в 1989 г., ассоциируется с высоким качеством выпускаемых ею изделий уже около 30 лет. В ассортименте продукции более 600 моделей DC/DC преобразователей мощностью от 1 до 200 Вт и EMI фильтров. Вся продукция сертифицирована центром Defense Electronics Supply Center (DESC) на соответствие стандартам MIL-STD-1772 и ISO 9001. Методы испытаний соответствуют требованиям стандарта MIL-STD-883. При этом выпускаемые устройства, отличающиеся высокой надежностью, находят применение не только в аппаратуре, предназначенной для аэрокосмического, общепромышленного и медицинского, но и коммерческого применения.

К основным показателям DC/DC преобразователей корпорации Interpoint относятся:

- высокая удельная мощность (более 80 Вт/дюйм³)
- надежность (наработка 1.4 млн. ч при 50 °С)
- высокий КПД (от 80 до 90 %)
- широкий диапазон рабочих температур (от -55 до 85 °С для общепромышленного применения, от -55 до 125 °С — для аэрокосмического)
- количество выходных напряжений 1, 2 или 3

- диапазон выходной мощности от 1 до 200 Вт
- широкий диапазон изменения входных напряжений (отвечает отношению не менее 2/1)
- низкий уровень пульсаций выходного напряжения (10 мВ, р-р)
- частота преобразования 1 МГц
- герметичная конструкция корпуса с экранированием от воздействия внешних полей.



В ряде модулей преобразователей предусмотрена защита от превышения и снижения выходного напряжения за пределы допуска, установка на нагрузку дистанционного датчика напряжения, возможность внешней синхронизации частоты преобразования и подстройки выходного напряжения, а также параллельного включения источников для повышения выходной мощности.

В таблицах 1 и 2 приведены соответственно модели и параметры DC/DC преобразователей и фильтров электромагнитных помех, предназначенных для применения в космосе и относящихся по степени экранирования к классу К.

Дополнительную информацию о продукции корпорации Interpoint можно получить в сети Интернет по адресу: <http://www.interpoint-power.com>

Таблица 1. Модели и параметры DC/DC преобразователей для применения в космосе

Модель	Выходная мощ., Вт	Диапазон вх. напряжений, В	Вых. напр., В	К-во вых. источников	Габариты, дюйм	Масса, г
SMHP	65	80-160	5, 12, 15, 28, ±12, ±15	1 или 2	1.5×3×0.425	90
SSP	30	20-40	±3.3, ±5, ±12, ±15	1 или 2	1.5×3×0.425	100
SMHF	15	16-40	3.3, 5, 12, 15, ±12, ±15	1 или 2	1.125×1.46×0.325	30
SMSA	5	16-40	5, 12, 15, ±5, ±12, ±15	1 или 2	1.075×1.075×0.27	15

Таблица 2. Модели и параметры фильтров электромагнитных помех для применения в космосе

Модель	Входное напр., В	Макс. ток, А	Минимальное затухание, дБ	Габариты, дюйм	Масса, г	Тип
SFMC	0-40	2.7	50 (в диап. от 0.4 до 50 МГц)	1.125×2.125×0.417	55	SMHF, SMSA
SFCS	0-50	5	60 (в диап. от 0.4 до 50 МГц)	1.5×3.0×0.425	80	SMHF, SMSA
SFME120	0-160	1	60 (в диап. от 0.4 до 50 МГц)	1.5×3.0×0.425	80	SMHF

* Power Conversion Products for Space Application. — Interpoint CmbH, Catalog, 2/97.



Ключи, мультиплексоры и опорные источники

СЕНТЯБРЬ 1999

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Мультиплексоры
сигналов низкого
уровня
с минимальным
сопротивлением
 R_{ON} замкнутого
ключа.

Страница 20

Мультиплексоры
с минимальными
токами утечки...

Страница 21

Таблицы
параметров
ключей,
мультиплексоров
и опорных
источников...

Страницы 24-25

Ключи
с минимальным
сопротивлением
 R_{ON} замкнутого
ключа...

Страница 26

Видеоключи...

Страница 27

Низкое
потребление,
высокие
параметры

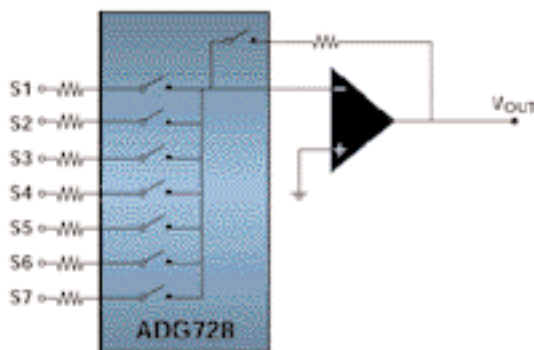
Страница 29

Вы уже посетили
Web-site
Analog Devices?

<http://www.analog.com/bulletins/smr>

Матричные мультиплексоры сигналов низкого уровня с 2- или 3-проводным последовательным интерфейсом

ADG728/ADG729 и ADG738/ADG739 — матричные мультиплексоры с последовательным управлением. Последовательный интерфейс дает возможность пользователю обеспечить любое сочетание замкнутых и разомкнутых ключей в мультиплексоре. В ADG728/ADG729 используется 2-проводный, а в ADG738/ADG739 3-проводный последовательный интерфейс. Управляющие входы нескольких мультиплексоров могут быть подключены к одной и той же последовательной шине, что



ADG728
ADG729
ADG738
ADG739

ПРИМЕНЕНИЕ

- аудиокоммутаторы
- видеоконференц-связь
- мультиплексирование сигналов
- системы связи

\$ 1.60*
\$ 1.60
\$ 1.60
\$ 1.60

позволяет существенно увеличить число каналов матричного мультиплексора. ADG728/ADG729 имеют два адресных вывода. Четыре таких мультиплексора могут быть одновременно подключены к 2-проводному последовательному интерфейсу. С помощью выходов сдвиговых регистров (вывод DOUT) мультиплексоры ADG738/ADG739 могут быть объединены в цепи мультиплексоров с большим числом каналов. Напряжение питания мультиплексоров ADG728/ADG729 и ADG738/ADG739 — от 2.5 до 5.5 В, потребление — 10 мкА.

Особенности мультиплексоров:

- 2- или 3-проводный интерфейс
- минимальное сопротивление замкнутого ключа
- низкий уровень искажений
- тип корпуса 16 TSSOP

Основные параметры мультиплексоров

Тип мультиплексора	ADG728	ADG729	ADG738	ADG739
Интерфейс	2-проводный	2-проводный	3-проводный	3-проводный
Кол-во каналов	8	4 дифференциальных	8	4 дифференциальных
R_{ON} , Ом	4	4	4	4
Частотный диапазон, МГц	200	200	200	200
Ток потребления, мкА	10	10	10	10
Тип корпуса	16 TSSOP	16 TSSOP	16 TSSOP	16 TSSOP

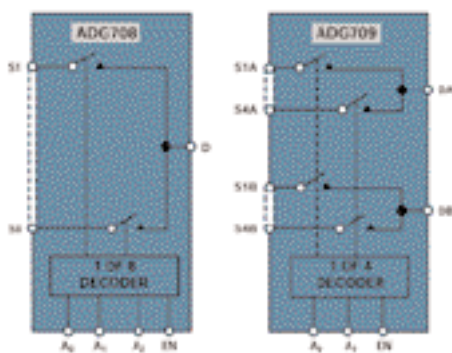
ИНФОРМАЦИОННЫЕ БЮЛЛЕТЕНИ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Микросхемы управления электропитанием • Средства телекоммуникаций • Преобразователи • Интерфейсы • Усилители • Быстродействующие преобразователи • Ключи/Мультиплексоры/Опорные источники • Высокоскоростные линейные схемы • Мультимедиа • Приборостроение

* Цена FOB в партии 1000 шт.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОСХЕМ, ВКЛЮЧЕННЫХ В НАСТОЯЩИЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

видеоконференц-связь • система телекоммуникаций • интеллектуальные датчики • мобильные приборы с батарейным питанием • АСУ ТП • переносные приборы • аудио- и видеокоммутаторы • сетевые интерфейсные карты • медицинское оборудование


ADG708
ADG709
ПРИМЕНЕНИЕ

- системы телекоммуникаций
- мобильные системы
- системы сбора и обработки данных

 \$ 1.49
 \$ 1.40

8-канальные мультиплексоры в корпусе 16 TSSOP с сопротивлением замкнутого ключа 2.5 Ом

Мультиплексор ADG708 имеет 8 одинарных каналов, а мультиплексор ADG709 — 4 дифференциальных канала. При напряжении питания 5 В сопротивление замкнутого ключа составляет 2.5 Ом. Все каналы превосходно согласованы между собой. Разница в сопротивлении R_{ON} от канала к каналу не превышает 0.1 Ом в диапазоне температур от -40 до 85 °С. Мультиплексоры работают при однополярном напряжении питания от 1.8 до 5.5 В или двуполярном напряжении питания ± 3 В. Типовой ток потребления 1 нА.

Основные параметры мультиплексоров

Тип мультиплексора	ADG708	ADG709
Количество каналов	8 одинарных	4 дифференциальных
R_{ON} , Ом	2.5	2.5
Согласованность каналов, Ом	0.1	0.1
Ток утечки, нА	± 0.1	± 0.1
Ток потребления, нА	1	1
Тип корпуса	16 TSSOP	16 TSSOP

Новый стандарт на ключи и мультиплексоры для сигналов низкого уровня

Разработка и промышленное освоение мультиплексоров и ключей семейства ADG7xx привели к созданию нового стандарта для обработки сигналов низкого уровня. Стандарт отвечает самым высоким требованиям по следующим критериям:

минимальное напряжение питания

все мультиплексоры семейства ADG7xx работают при напряжении питания от 1.8 до 5.5 В

минимальное сопротивление замкнутого ключа (R_{ON})

все мультиплексоры семейства ADG7xx имеют типовое значение $R_{ON} < 5$ Ом, максимальное — $R_{ON} < 6$ Ом

минимальный ток утечки

все мультиплексоры семейства ADG7xx имеют ток утечки не более 350 пА

минимальные размеры

все мультиплексоры семейства ADG7xx выполнены в корпусах типа SOT-23, μ SOIC и TSSOP

широкий частотный диапазон

все мультиплексоры семейства ADG7xx работают в частотном диапазоне до 200 МГц

самая высокая скорость переключения

время включения/выключения составляет 20/10 нс для всех мультиплексоров семейства ADG7xx

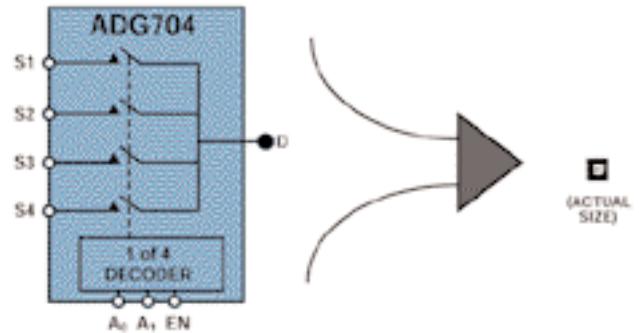
Особенности ключей семейства ADG7xx

Тип ключа	Конфигурация ключа	Тип корпуса	Стоимость, \$
ADG701/ADG702	Одинарный, однополюсный	6 SOT, 8 μ SOIC	0.60
ADG719	Одинарный, однополюсный на два положения	6 SOT-23, 8 μ SOIC	0.65
ADG721/722/723	Двойной, однополюсный	6 μ SOIC	0.65
ADG736	Двойной, однополюсный на два положения	10 μ SOIC	0.90
ADG711/712/713	Счетверенный, однополюсный	16 TSSOP	0.80
ADG704	4-канальный мультиплексор	10 μ SOIC	0.95

Четырехканальный мультиплексор с высокими характеристиками в корпусе 10 μ SOIC

ADG704 обеспечивает улучшенные параметры при коммутации сигналов низкого уровня. Мультиплексор может работать при напряжении питания 1.8 В. Сопротивление замкнутого ключа не более 5 Ом при напряжении питания 5 В и не более 10 Ом при напряжении питания 3 В. ADG704 имеет самый низкий среди подобных изделий ток утечки, составляющий 350 пА в промышленном диапазоне температур. Основные особенности ADG704:

- тип корпуса 10 μ SOIC
- сопротивление замкнутого ключа 5 Ом
- частотный диапазон > 200 МГц
- скорость переключения < 2 нс

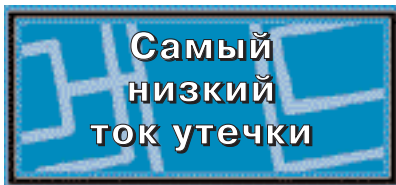


ADG704

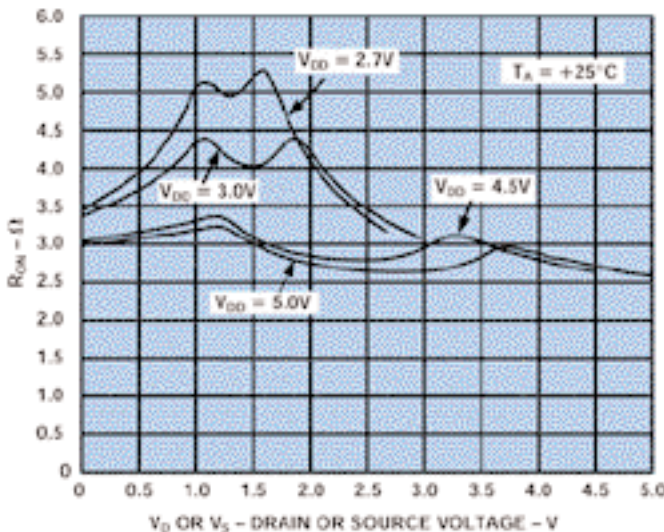
ПРИМЕНЕНИЕ

\$ 0.95

- микротелефоны
- портативные приборы с батарейным питанием



Однополюсный ключ на два положения в микрокорпусе SOT-23



ADG719

ПРИМЕНЕНИЕ

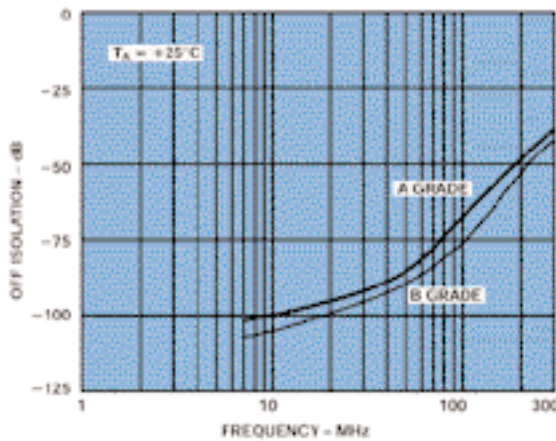
\$ 0.65

- портативные приборы с батарейным питанием
- аудио- и видеоключи
- замена электромеханических реле

Ключ ADG719 предназначен для использования в устройствах с минимальным уровнем искажения сигналов. Типовое сопротивление замкнутого ключа составляет 3 Ом, а изменение этого сопротивления не превышает 1 Ом. Напряжение питания в диапазоне от 1.8 до 5.5 В (конструктивное исполнение — микрокорпус SOT-23) в сочетании с мощностью рассеивания (5 нВт) позволяют использовать эти ключи в портативных приборах с батарейным питанием. Основные особенности ADG719:

- сопротивление замкнутого ключа 3 Ом
- отклонение R_{ON} от номинального значения 0.75 Ом
- очень низкий ток утечки, максимальное значение 350 пА

Ключ с напряжением питания 1.8 В имеет уровень изоляции 100 дБ



ADG751
ADG752

ПРИМЕНЕНИЕ

• мобильные средства связи
с низким уровнем напряже-
ния полезного сигнала

\$ 0.80

\$ 1.17

Ключи ADG751 и ADG752 обладают высоким уровнем изоляции в разомкнутом состоянии и широким частотным диапазоном. Частотный диапазон ADG751 300 МГц, уровень изоляции 100 дБ на частоте 10 МГц. Частотный диапазон ADG752 250 МГц, уровень изоляции 85 дБ на частоте 10 МГц. Ключ ADG751 имеет Т-образную структуру, что обеспечивает высокий уровень изоляции, и обладает минимальной величиной отклика в замкнутом состоянии.

Оба ключа имеют напряжение питания от 1.8 до 5.5 В, ток потребления 1 нА. Они выполнены в микрокорпусе SOT-23 и предназначены для мобильных систем связи.

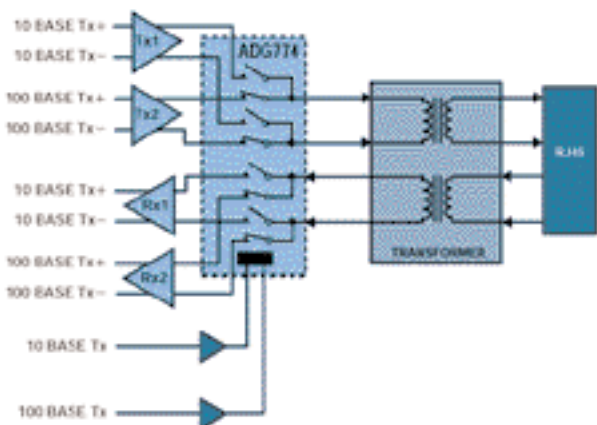
Основные параметры ADG751/752

Тип ключа	ADG751	ADG752
Частотный диапазон, МГц	300	250
Конфигурация ключа	однополосный	однополосный на два положения
R_{ON} , Ом	15	15
Ток потребления, нА	1	1
Тип корпуса	6 SOT, μ SOIC	6 SOT, μ SOIC

Широкополосный мультиплексор для сигналов низкого уровня — прекрасная замена электромеханических реле в системах связи

ADG774 — широкополосный мультиплексор (полоса 240 МГц) с сопротивлением замкнутого ключа 2 Ом, напряжением питания от 2.7 до 5.5 В. Широкий частотный диапазон позволяет использовать данный мультиплексор в стандартных сетях типа ATM25/155 и 10/100 Base-T. Изменение величины сопротивления замкнутого ключа мультиплексора не превосходят 0.5 Ом во всем диапазоне входных сигналов, что обеспечивает уровень искажений в пределах 1 % при работе на UTP кабель с сопротивлением 100 Ом. Особенности мультиплексора ADG774:

- широкий частотный диапазон
- очень низкое сопротивление замкнутого ключа
- низкий уровень искажений



ADG774

ПРИМЕНЕНИЕ

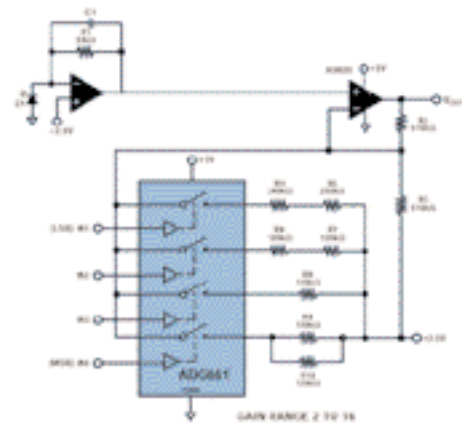
• замена электромеханических реле
• коммутация видеосигналов
• трассировщики и концентраторы
• сетевые интерфейсные карты

\$ 1.45

Новые ключи в корпусе TSSOP с сопротивлением R_{ON} 30 Ом и напряжением питания ± 5 В

Ключи ADG661/ADG662/ADG663 — счетверенные однополюсные ключи в корпусе 16 TSSOP. Этот корпус занимает вдвое меньше места на печатной плате, чем стандартный корпус типа SOIC. Напряжение питания ключей ± 5 В, мощность рассеивания 0.5 мВт, сопротивление R_{ON} замкнутого ключа 30 Ом. Основные особенности ключей ADG661/ADG662/ADG663:

- напряжение питания ± 5 В
- тип корпуса 16 TSSOP
- ток утечки 0.05 нА



Занимает вдвое меньше места, чем стандартный корпус типа SOIC

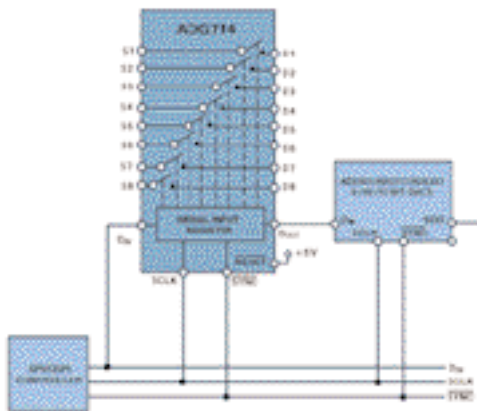
ADG661
ADG662
ADG663

ПРИМЕНЕНИЕ

- точное приборостроение
- медицинское оборудование
- портативные приборы с батарейным питанием

\$ 1.95
\$ 1.95
\$ 1.95

Восемь ключей в корпусе с последовательным I²C или SPI интерфейсом



ADG714
ADG715

ПРИМЕНЕНИЕ

- аудио- и видеоключи
- системы сбора и обработки данных
- системы связи

\$ 1.40
\$ 1.40

Во многих случаях необходимо управлять устройствами или системами с помощью последовательного интерфейса.

Такую возможность Вам предоставит новый ключ ADG714 или ADG715. Эти ключи легко объединяются в многоканальные цепочки. Интерфейс I²C позволяет адресоваться непосредственно к четырем ключам типа ADG715. Типовое значение сопротивления R_{ON} замкнутого ключа составляет 2.5 Ом, отклонение R_{ON} от типового значения не превышает 1 Ом. Напряжение питания однополярное от 2.7 до 5.5 В или двухполярное ± 3 В.

Основные параметры ключей ADG714 и ADG715

Тип ключа	ADG714	ADG715
Конфигурация	восьмиканальный однополюсный	восьмиканальный однополюсный
R_{ON} , Ом	2.5	2.5
Согласование каналов, Ом	0.1	0.1
Ток утечки, нА	± 0.1	± 0.1
Тип интерфейса	SPI/QSPI	I ² C
Тип корпуса	24 TSSOP	24 TSSOP



Параметры опорных источников

Тип источника	Технология	U _{вых} , В	Погрешность, мВ	Дрейф, ppm/°C макс.	Ток потребления, мА, макс.	Уровень шума в диапазоне 0.1-10 Гц, мВВ	Температурный диапазон (примечание 1)	Тип корпуса (примечание 2)	Специальные особенности
AD589	Биполяр	1.2	50	10, 20, 30, 100	5	5 (С, К)	М	H, N	С двумя выходами
AD1589	Биполяр	1.2	40	100	5	5	I	RT	С двумя выходами, микропрограммируемый
REF111	Биполяр	2.048	2.5, 10	5, 10, 25	0.045	20	I	P, S	Прецизионный, с микропрограммированием
ADR290	XFET	2.048	2, 3, 5	5, 15, 25	0.012	5	E	R, RU, T9	Микропрограммируемый, программируемый
ADR290	Биполяр	2.048	4	50	0.09	5	I	RT	Прецизионный, с программируемым делителем
REF101	Биполяр	2.5	10	50	1.5	5	I	P, S	Прецизионный
REF14	Биполяр	2.5	1.5, 2.5	10, 25	0.45	7 (С, К)	I, M	J, P, Z, S	Высокоточный, низкое потребление
REF136	Биполяр	2.5	2, 5, 10	5, 10, 25	0.045	20	I	P, S	Прецизионный, с микропрограммированием
ADR291	XFET	2.5	2, 3, 5	5, 15, 25	0.012	5	E	R, RU, T9	Микропрограммируемый, программируемый
ADR291	Биполяр	2.5	5	50	0.09	5	I	RT	Высокоточный, с программируемым делителем
AD584	Биполяр	2.5	10, 25, 75	10, 25, 40, 25, 85	1.5	5	C, M	H	Прецизионный
AD584	Биполяр	2.5	2.5, 3.5, 7.5	10, 15, 20, 30	1	50	C, M	H, N	Прецизионный, микропрограммируемый
AD585	Биполяр	2.5	5, 10	20, 25, 30	0.25	5	C, I	N, Q, H	Прецизионный, низкое потребление
AD780	Биполяр	2.5	1	5	1	4	I, M	N, Q, H	Прецизионный, микропрограммируемый
AD1403	Биполяр	2.5	10, 25	20, 40	1.5	5	C	N	Прецизионный
AD1442	Биполяр	2.5	20	100	0.265	20	I	RT	Микропрограммируемый
REF130	Биполяр	3	10	20	0.045	20	I	P, S	Прецизионный, с микропрограммированием
AD780	Биполяр	3	5	1, 20	1.1	4	I, M	N, Q, H	Прецизионный, микропрограммируемый
AD1443	Биполяр	3	20	100	0.265	20	I	RT	Микропрограммируемый
REF136	Биполяр	3.3	10	20	0.045	20	I	P, S	Прецизионный, с микропрограммированием
REF140	Биполяр	4.996	2, 5, 10	5, 10, 25	0.045	40	I	P, S	Прецизионный, с микропрограммированием
ADR292	XFET	4.996	2, 4, 5	5, 15, 25	0.015	11	E	R, RU, T9	Микропрограммируемый, программируемый
AD1444	Биполяр	4.996	40	100	0.265	150	I	RT	Микропрограммируемый
REF194	Биполяр	4.5	2, 5, 10	5, 10, 25	0.045	45	I	P, S	Прецизионный, с микропрограммированием
REF10	Биполяр	5	15, 25, 50, 100	5, 25, 40, 250	1.4, 1.6, 2	10, 12	C, I, M	J, P, Z, S, BC	Обычный источник для аналоговых устройств
REF136	Биполяр	5	5, 1, 10	5, 20, 20	0.045	20	I	P, S	Прецизионный, с микропрограммированием
ADR390	XFET	5	3, 5, 10	5, 15, 25	0.012	10	E	R, RU, T9	Микропрограммируемый, программируемый
AD584	Биполяр	5	2, 5, 15	5, 15, 30	1	50	C, M	H, N	Прецизионный, микропрограммируемый
AD585	Zener	5	5, 2.5, 5, 10, 25	15, 10, 15, 20, 25	5	5	C, M	N, Q, H	Высокоточный
AD586	Zener	5	1, 2, 5	15, 5, 4, 5	10	5	C, I, M	D, Q	Прецизионный, микропрограммируемый
AD586	Zener	5	1, 2, 5	15, 5, 4, 5	10	5	C, I, M	D, Q	Прецизионный, микропрограммируемый
AD1445	Биполяр	5	50	100	0.265	140	I	RT	Микропрограммируемый
AD584	Биполяр	5.5	5, 10, 30	5, 15, 30	1	50	C, M	H, N	Прецизионный, микропрограммируемый
REF10	Биполяр	10	30, 50, 100	15, 25, 65	1.4	20	C, M	J, P, Z, S, BC	Прецизионный
AD681	Биполяр	10	5, 10, 30	5, 10, 15, 30	1	44	C, M	H	Прецизионный
AD584	Биполяр	10	5, 10, 30	5, 15, 30	1	50	C, M	H, N	Прецизионный, микропрограммируемый
AD587	Zener	10	5, 10	5, 10, 20	4	4	C, M	N, Q, H	Высокоточный
AD588	Zener	10	1, 3, 5	15, 3, 4, 5	10	5	C, I, M	D, Q	Прецизионный, микропрограммируемый
AD588	Zener	10	1, 3, 5	15, 3, 4, 5	10	5	C, I, M	D, Q	Прецизионный, микропрограммируемый
AD586	Zener	10-10	2, 5	15, 1, 6	12	5	I, M	Q	Высокоточный

Примечание 1:

Температурный диапазон
C — коммерческий (от 0 до 70 °C)
I — промышленный (от -40 до 85 °C)
E — расширенный (от -40 до 125 °C)
M — военный (от -55 до 125 °C)

Примечание 2:

Тип корпуса
H — TO-S2
J — TO-99
N, P — пластмассовый
Q, D — керамический
R, S — SOIC
RU — LC
RC — TSSOP
RT — SOT-23
T, T9 — TO-92
Z — герметичный

Параметры ключей и мультиплексоров

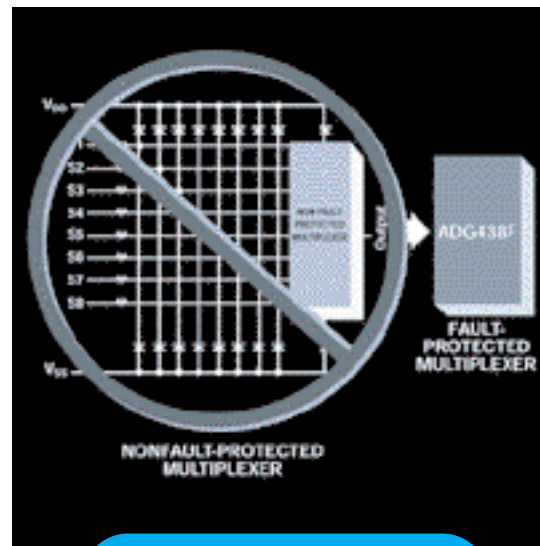
Кодификатор	Тип	Обозначения	R_{on} , Ом	Ток утечки, мА	Время переключения, нс	Напряжение питания, В	Расход энергии, мкВт
Аналоговые мультиплексоры							
4:1	ADG104	Ключи R_{on}	2,5	0,01	3	3 или 5	0,005
8:1 (двухф.)	ADG408, ADG409	Микропроцессор	40	1	20	12 или (15, -15)	0,15
8:1 (двухф.)	ADG428, ADG429	Адресный дециплер	60	1	4	12 или (15, -15)	1,075
8:1 (двухф.)	ADG500A, ADG505A	Мультиплексоры вместо DG500, DG505	200	0,04	4	12 или (15, -15)	20
8:1 (двухф.)	ADG520A, ADG525A	Адресный дециплер	200	0,04	4	12 или (15, -15)	20
8:1 (двухф.)	ADG600, ADG602	Температурный датчик от -50 до 125 °C	22	0,02	0	3 или 0, -5	0,015
8:1 (двухф.)	ADG700, ADG703	Параллельный интерфейс	3	0,01	5	3 или 5 или (3, -3)	0,005
8:1 (двухф.)	ADG728, ADG729	Последовательный интерфейс	4	0,01	5	3 или 5	0,015
16:1 (двухф.)	ADG405, ADG407	Мультиплексоры DG405A, DG407A	50	1	8	12 или (15, -15)	0,15
16:1 (двухф.)	ADG426	Мультиплексоры DG426A	50	0,3	8	12 или (15, -15)	0,15
16:1 (двухф.)	ADG506A, ADG507A	Мультиплексоры вместо DG506A, DG507A	200	0,04	4	12 или (15, -15)	20
16:1 (двухф.)	ADG526A, ADG527A	Адресный дециплер	200	0,04	4	12 или (15, -15)	20
Аналоговые мультиплексоры с задержкой отсечения и переключения							
8:1 (двухф.)	ADG438, ADG439	Защита от -40 до 55 В	200	0,01	4	-15, 15	2,50
8:1 (двухф.)	ADG509, ADG509	Защита от -40 до 55 В	300	0,04	4	-15, 15	3
8:1 (двухф.)	ADG528	Защита от -40 до 50 В	300	0,04	4	-15, 15	3
Аналоговые ключи							
SPDTx1	ADG418	Микропроцессор	25	0,4		(15, -15, 5) или (2,5, 3) или 5	0,005
SPDTx1	ADG419	Упаковка J, 8-выводная	4	0,01		3 или 5	0,003
SPDTx1	ADG432	Полоса 250 МГц	15	0,01	1	3 или 5	0,0003
SPDTx2	ADG407	Ключи R_{on}	12	0,05	10	(15, -15) или 12	5,075
SPDTx2	ADG416	Сдвоенный	2,5	0,01		3 или 5	0,003
SPDTx4	ADG300A	Ключи 20 SSOP	20	0,1	2	12 или 15, -15	3,33
SPDTx4	ADG414	Ключи R_{on}	2,2	0,01	7	3 или 5	0,005
SPSTx1**	ADG417	Микропроцессор	25	0,1	7	(15, -15, 5) или (2,5, 3) или 5	0,017
SPSTx1	ADG701, ADG702	Ключи R_{on}	2	0,01	5	3 или 5	0,003
SPSTx1	ADG751	Полоса 300 МГц	15	0,01		3 или 5	0,0005
SPSTx4	ADG501A, ADG502A	Мультиплексоры вместо DG501A, DG502A	60	0,5	20	15, -15	30
SPSTx4	ADG501B	Время переключения 50 нс	30	0,1	10	12 или 15 или (15, -15)	240
SPSTx4	ADG511A, ADG512A	Мультиплексоры вместо DG511, DG512	115	0,5	20	15, -15, 3	22,5
SPSTx4	ADG521, ADG522	Мультиплексоры вместо DG521	60	0,5	20	15, -15	25,5
SPSTx4	ADG411, ADG415	Ключи TSSOP	25	0,1	5	(15, -15, 5) или (2,5, 3) или 5	0,175
SPSTx4	ADG431, ADG433	Микропроцессор	17	0,1	5	(15, -15, 5) или (2,5, 3) или 5	0,0077
SPSTx4	ADG441, ADG444	Ключи в корпусе герметичный	40	0,08	1	(15, -15, 5) или (2,5, 3) или 5	1,24 (1,24, 0,00)
SPSTx4	ADG401, ADG403	Ключи R_{on}	4	0,04	20	(15, -15, 5) или (2,5, 3) или 5	0,175
SPSTx4	ADG511, ADG513	Три адресных датчика	30	0,05	11	3,3 или 5 или (5, -5) или 5	0,1
SPSTx4	ADG506, ADG506S	Ключи TSSOP	30	0,05	6	5 или (5, -5) или 5	0,1
SPSTx4	ADG711, ADG715	Ключи R_{on}	2,5	0,01	3	3 или 5	0,005
SPSTx8	ADG414	Последовательный интерфейс	4	0,01	5	3 или 5 или (3, -3) или 5	0,015
SPSTx8	ADG415	Последовательный интерфейс	4	0,01	5	3 или 5 или (3, -3) или 5	0,015
Микропроцессоры с задержкой отсечения							
1	ADG465	Ключи SPI-23	60	0,1		15, -15	0,015
3	ADG466	Ключи SPI-6C	60	0,1		15, 15	0,015
8	ADG467	Ключи TSSOP	62	0,04		15, -15	0,015

*SPDT — однополюсный на два положения, **SPST — однополюсный

Мультиплексоры с защитой от перенапряжений и отказов

Мультиплексоры ADG438F и ADG439F отличаются высокими техническими характеристиками и имеют защиту от перенапряжений в диапазоне от -40 до 150 В. Следует отметить, что защита распространяется не только на собственно мультиплексоры, но и на устройства, подключенные к ним. В случае, если сигнал в каком-либо из каналов превысит допустимый уровень, сработает защита и на выходе ключа установится уровень нулевого потенциала. В то же время другие каналы мультиплексора будут работать в нормальном режиме. Основные особенности мультиплексоров ADG438F и ADG439F:

- защита от отказов и перенапряжения в диапазоне от -40 до 150 В
- расширенный промышленный диапазон температур от -40 до 105 °С
- тип корпуса SOIC



ADG438F
ADG439F

ПРИМЕНЕНИЕ

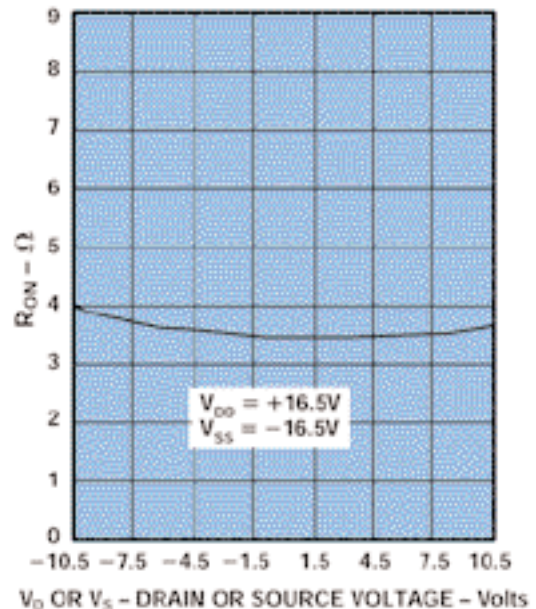
- в промышленных средах с высоким уровнем шумов
- в АСУ ТП
- в маршрутизаторах

\$ 3.64
\$ 3.64

Ключи с минимальным значением R_{ON} ликвидируют искажения в цепи полезного сигнала

Ключи ADG451/ADG452/ADG453 — первые в мире высоковольтные ключи с величиной сопротивления замкнутого ключа не более 5 Ом. Четверенные однополюсные ключи конструктивно совместимы со стандартными ключами типа DG411 и имеют отклонение сопротивления R_{ON} от канала к каналу не более 0.1 Ом во всем диапазоне входных сигналов, что минимизирует уровень искажений полезного сигнала. Ключи предназначены для коммутации токов до 100 мА (300 мА в пике), что в сочетании с низким сопротивлением замкнутого ключа позволяет использовать эти устройства вместо мощных электромеханических реле. К основным особенностям ключей следует отнести:

- минимальное значение R_{ON} , равное 4 Ом
- ток коммутации до 100 мА
- напряжение питания ± 15 В, ± 5 В, 12 В



ADG451
ADG452
ADG453

ПРИМЕНЕНИЕ

- замена электромеханических реле
- автоматические тестовые системы
- точные системы сбора и обработки данных

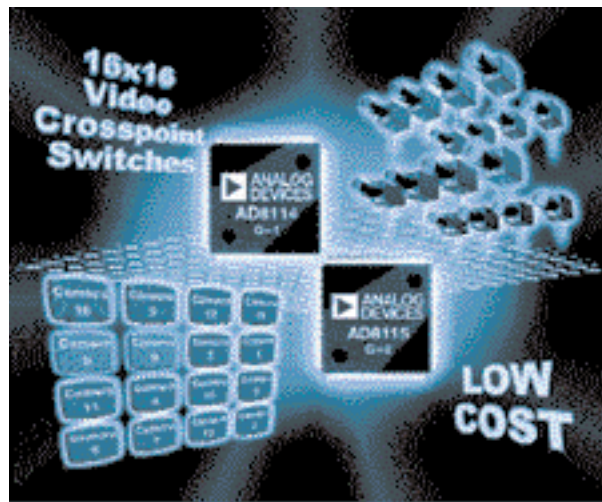
\$ 1.95
\$ 1.95
\$ 1.95



Недорогие быстродействующие кросс-ключи (16×16) для матричных коммутаторов видеосигналов

Ключи AD8114 (коэффициент передачи $G=1$) и AD8115 ($G=2$) сэкономят время на проектирование матричных коммутаторов. На базе этих ключей могут быть построены многоканальные матричные коммутаторы видеосигналов. Полоса пропускания для AD8114 и AD8115 не менее

нение коэффициента передачи составляет 0.05° и 0.05% соответственно, что позволяет использовать ключи AD8114 и AD8115 в маршрутизаторах видеосигналов. Новые недорогие матричные ключи Analog Devices были отмечены в 1997 году ежегодной премией журнала EDN. Для отработки



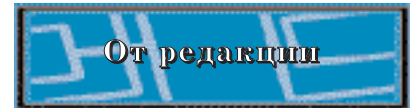
225 МГц, неравномерность АЧХ 0.1 дБ в полосе частот до 50 МГц, время переключения 60 нс при установлении выходного сигнала с точностью 0.1 %. Уровень изоляции составляет 95 дБ на частоте 5 МГц, степень подавления перекрестной помехи 72 дБ. Сдвиг фаз от канала к каналу и откло-

практических решений фирмой поставляется отладочная плата для всех типов матричных ключей вместе с необходимым программным обеспечением и соединительными кабелями.

Основные параметры мультиплексоров и ключей

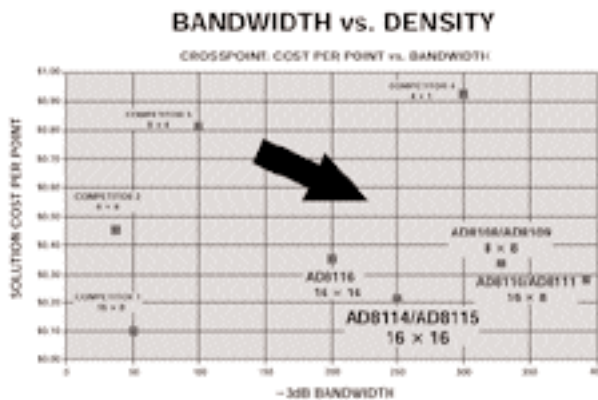
Мультиплексоры	Кол-во каналов	Частотный диапазон, МГц	Коэффициент передачи, G	Стоимость, \$
AD8170	2	710	изменяемый	2.25
AD8174	4	780	изменяемый	3.95
AD8180	2	930	1	1.95
AD8182	2	780	1	2.95
AD8184	12	780	1	2.20
Кросс-ключи				
AD8108	8×8	325	1	22
AD8109	8×8	325	2	22
AD8110	16×8	390	1	37.50
AD8111	16×8	390	2	37.50
AD8114	16×16	225	1	59.99
AD8115	16×16	225	2	59.99
AD8116	16×16	200	1	90.00

Как увеличить вдвое полосу пропускания матричного ключа и при этом наполовину снизить его стоимость



Семейство матричных кросс-ключей фирмы Analog Devices полностью обеспечивает разнообразные решения в области коммутации сигналов. В сравнении с изделиями других фирм кросс-ключи Analog Devices имеют низкую стоимость при более высоких технических характеристиках.

Матричные кросс-мультиплексоры, как правило, собирают из 4-канальных мультиплексоров, на-



AD8114
AD8115

ПРИМЕНЕНИЕ

- видеосерверы
- видео конференц-связь
- кабельное телевидение

\$ 59.99
\$ 59.99

ходя при этом компромиссные решения между требованиями к техническим характеристикам и габаритным размерам. В то же время подобные решения обеспечиваются микросхемами матричных кросс-ключей фирмы Analog Devices. Каждый дополнительный прибор в последовательной цепи коммутации сигналов ухудшает частотные и другие параметры полезного видеосигнала. Предлагаемые нами решения в области матричных кросс-ключей позволяют создавать матрицы со множеством каналов в широком частотном диапазоне. Матричные кросс-ключи Analog Devices дают возможность уменьшить размеры мультиплексоров, снизить их стоимость при сохранении отличных технических характеристиках. Если Вам необходимо снизить стоимость путем использования КМОП матриц, требуется использовать дополнительные внеш-

ние буферы по входу и выходу для обеспечения высоких параметров. В случае, если Вы откажетесь от буферизации КМОП матриц, паразитные емкости и высокое R_{ON} сопротивление приведут к потере частотных свойств мультиплексора.

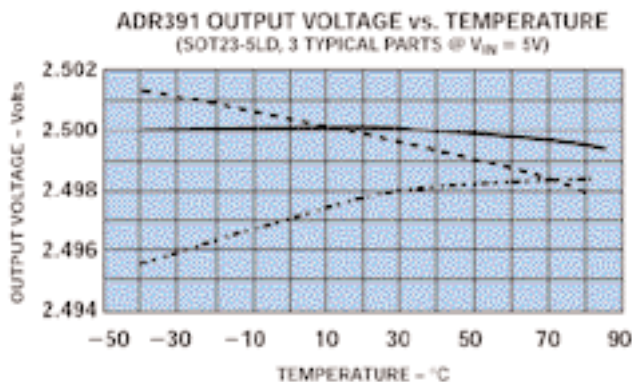
В матричных кросс-ключах фирмы Analog Devices использованы специальные технологические процессы, выполнена буферизация входов/выходов, что обеспечивает высокие динамические характеристики при нагрузке не менее 150 Ом.

AD8116 — первый в мире монолитный матричный (16×16) кросс-ключ, который был отмечен ежегодной премией журнала EDN. Этот ключ дополнен менее дорогими устройствами, такими как AD8114 (G=1) и AD8115 (G=2). Перечисленные кросс-ключи в сочетании с AD8108/AD8109 (8×8) и AD8110/8111 (16×8) являются наиболее предпочтительными при построении матричных кросс-коммутаторов в видеосерверах, передающей видеоаппаратуре, в системах конференц-связи и т.п. Применяя матричные ключи данного семейства, разработчики навсегда избавятся от проблемы поиска компромисса между параметрами и стоимостью, параметрами и габаритами. Подытоживая сказанное, отметим, если Вам необходим матричный кросс-мультиплексор с наилучшими характеристиками при минимальной стоимости, фирма Analog Devices всегда предложит Вам наилучший выбор.

Тип ключа	AD8116	AD8114	AD8115	Альтернативные решения 16×16		
Конфигурация	16×16	16×16	16×16	4×1	8×4	8×8
Частотный диапазон, МГц	200	225	225	150	100	35
Распределение по усилению (%) / фазе(°)	0.01/0.01	0.05/0.05	0.05/0.05	0.05/0.05	0.01/0.05	0.5/0.1
Стоимость, \$	105	89	89	208	176	128

Тип ключа	AD8108/AD8109	Альтернативные решения 8×8		
Конфигурация	8×8	4×1	8×4	8×8
Частотный диапазон, МГц	325	150	80	35
Распределение по усилению (%) / фазе(°)	0.01/0.01	0.05/0.05	0.01/0.01	0.5/0.1
Стоимость, \$	25	52	44	32

Источники опорного напряжения с высокими техническими характеристиками



ADR390/
ADR391

ПРИМЕНЕНИЕ

- портативные приборы
- связь
- вычислительные устройства

\$ 1.39

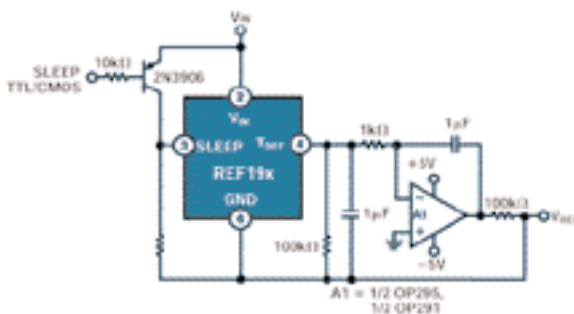
**Высокие характеристики
при низкой мощности
потребления**

Портативные изделия мирового уровня должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокими техническими характеристиками, иметь минимальные габариты, как можно дольше работать без замены батарейного питания. В этих трех взаимосвязанных направлениях постоянно совершенствуются источники опорных напряжений фирмы Analog Devices. В источниках опорного напряжения ADR390 и ADR391 решена проблема точности и температурной стабильности. Мощность рассеивания этих изделий близка к нулю, имеется "спящий" режим. Конструктивно источники выполнены в микрокорпусе SOT-23. Семейство ADR39x является наиболее предпочтительным при построении портативных высокоточных систем сбора и обработки данных, прецизионных приборов, систем связи, вычислительных устройств.

Основные характеристики источников:

- выходное напряжение для ADR390 2.048 В, для ADR391 2.5 В
- температурный коэффициент 20 ppm/°C
- напряжение питания от 2.8 до 15 В

Семейство REF19x высокоточных источников опорного напряжения обеспечивает минимальную мощность потребления



REF19x

ПРИМЕНЕНИЕ

- портативные приборы с батарейным питанием
- автомобильные системы управления
- интеллектуальные датчики

\$ 1.91

Семейство REF19x предназначено в первую очередь для автомобильной и приборостроительной промышленности, промышленных систем и ориентированы на те же применения, в которых требуется устройство с минимальным потреблением. Основные параметры источников этого семейства:

- выходное напряжение 2.048, 2.5, 3.0, 3.3, 4.096, 4.5, 5.0 В
- напряжение питания до 18 В
- ток потребления 45 мкА
- погрешность ± 2 мВ

Сегодня достаточно просто найти на рынке электронных компонентов точный источник эталонного напряжения с низким температурным дрейфом. Однако во многих случаях к таким источникам предъявляются дополнительные требования. К ним относятся минимальное потребление в "спящем" режиме, высокий уровень выходного тока в активном режиме, минимальная величина провалов выходного напряжения и т.п. Таким требованиям отвечают источники опорного напряжения семейства REF19x, которые к тому же могут быть выполнены в корпусах самых различных типов. Источники этого семейства имеют выходной ток в активном режиме до 30 мА и ток потребления 45 мкА. Выходное напряжение не более, чем на 0.1 В ниже напряжения питания. Источники се-

Центральный офис
 One Technology Way
 P.O. Box 9106
 Norwood, MA 02062-9106
 U.S.A.

Тел.: +1781 329 4700
 (1 800 262 5643,
 только для США)
 Факс: +1 781 326 8703
 Интернет:
<http://www.analog.com>

Офис в Европе
 Am Westpark 1 - 3
 D-81373 München
 Germany
 Тел.: +89 76903-0
 Факс: +89 76903-157

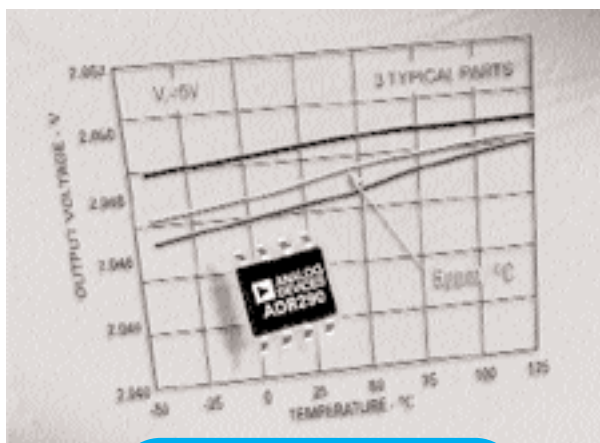
Офис в Японии
 New Pier Takeshiba
 South Tower Building
 1-16-1 Kaigan, Minatoku
 Tokyo 105-6891, Japan
 Тел.: +3 5402 8200
 Факс: +3 5402 1063

Офис
 в юго-восточной Азии
 4501 Nat West Tower
 Times Square
 One Matheson Street
 Causeway Bay, Hong
 Kong
 Тел.: +2 506 9336
 Факс: +2 506 4755

Дистрибьютор
 в Украине
 VD MAIS
 а/я 942
 Киев, 01033
 Украина
 Тел.: +380 44-227-2262
 Факс: +380 44-227-3668
 E-mail:
vdmais@carrier.kiev.ua
 Интернет:
<http://www.vdmais.kiev.ua>

Семейство прецизионных опорных источников для систем с низким напряжением питания

Источники опорных напряжений используются в системах с 5- и 3-вольтовым напряжением питания. Поэтому разработчикам необходимы устройства, сочетающие особенности низковольтных bandgap источников с малошумящими и отличающимися низким температурным дрейфом зенеровскими диодами. Идеальный низковольтный источник должен обладать линейным температурным коэффициентом, иметь высокую стабильность во времени и малый температурный гистерезис. Фирма Analog Devices разработала новые источники опорного напряжения, полностью отвечающие современным требованиям. Новая архитектура и новая технология (XFET — extra implanted FET) позволили создать источник с низким уровнем шумов, малым током потребления, улучшенным температурным коэффициентом и минимальным темпе-



ADR290
 ADR291
 ADR292
 ADR293

ПРИМЕНЕНИЕ

- портативные приборы
- прецизионные источники питания для систем с питанием 3 и 5 В
- АЦП и ЦАП

\$ 1.95
 \$ 1.95
 \$ 1.95
 \$ 1.95

ратурным гистерезисом. ADR290/ADR291/ADR292/ADR293 — первое в мире семейство опорных источников, построенное по XFET технологии. Минимальное напряжение питания источников этого семейства 2.7 В, ток нагрузки 12 мА. Основные параметры источников семейства ADR29x:

- выходное напряжение 2.048 (ADR290), 2.005 (ADR291), 4.096 (ADR292), 5.000 В (ADR293)
- температурный коэффициент 3 ppm/°C
- уровень шума 6 мВ от пика к пику в диапазоне частот от 0.1 до 10 Гц
- тип корпуса 8 SOIC, 8 TSSOP, 3 TO-92

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ ДЛЯ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ



Техника передачи и обработки изображений, распознавание речи, высокоскоростные модемы с уплотнением данных, базовые станции для сотовой радиотелефонной связи и многие другие средства телекоммуникаций требуют очень больших объемов вычислений для реализации сложных алгоритмов обработки сигналов. Только мультипроцессорные системы на базе сигнальных процессоров могут обеспечить производительность, достаточную для решения многих перечисленных задач. Настоящая статья знакомит с возможностями DSP семейства TMS320C4x.

В. Охрименко

Фирмы Analog Devices и Texas Instruments выпускают 32-разрядные цифровые сигнальные процессоры (DSP) с плавающей точкой, предназначенные для создания мультипроцессорных систем. Это TMS320C40, появившийся в конце 80-х годов, SHARC процессоры (Super Harvard ARchitecture Computer) ADSP-2106x (1996) и новый SHARC процессор ADSP-21160, анонсированный в ноябре 1999 г.

В табл. 1 приведены основные характеристики наиболее близких по классу сигнальных процессоров, предназначенных для построения мультипроцессорных систем, которые выпускаются фирмами Analog Devices (ADSP-21060) и Texas Instruments (TMS320C40).

Сигнальные процессоры TMS320C4x созданы на базе TMS320C3x. В TMS320C4x сохранена архитектура вычислительного ядра TMS320C3x и дополнительно интегрированы на кристалле мощные периферийные микроконтроллеры для

связи с "внешним миром" — коммуникационные порты (от четырех до шести, в зависимости от модификации) и сопроцессор прямого доступа к памяти (6/12 каналов), которые превращают TMS320C4x в идеальное средство для построения разнообразных мультипроцессорных структур.

Сигнальные процессоры TMS320C4x — микросхемы 32-разрядных цифровых сигнальных процессоров с плавающей точкой производительностью до 60 MFLOPS. Микросхемы изготовлены по статической КМОП технологии. Семейство TMS320C4x представлено двумя модификациями — TMS320C40 и TMS320C44, которые имеют общую базовую архитектуру и отличаются размером подключаемой внешней памяти и количеством коммуникационных портов (COM-портов) для связи с "внешним миром" (табл. 2) [1-4]. Далее в тексте под C4x подразумевается микропроцессор семейства TMS320C4x с базовой архитектурой, представленной на рис. 1.

Набор команд TMS320C4x на уровне кодов полностью совместим с TMS320C3x, что дает возможность использовать сделанные ранее нара-

Таблица 1. Основные характеристики процессоров ADSP-21060 и TMS320C40

Наименование параметра	ADSP-21060	TMS320C40
Минимальная длительность цикла, нс	25	33
Средняя производительность, MFLOPS	80	60
Встроенная память (32-разрядных слов), К	128	2
Встроенная кэш-программ	32x48 слов	128x32 слова
Последовательные порты	2	-
Коммуникационные порты	6 Link-портов (4-разр.)	6 COM-портов (8-разр.)
Внешние шины	1 шина 32-разр. адрес, 48-разр. данные	2 шины 31-разр. адрес, 32-разр. данные

Таблица 2. Семейство процессоров TMS320C40

Тип TMS320C	Производительность, MFLOPS	Миним. длительность цикла, нс	Память, 32-разр. слов				Внешний интерфейс			Тип корпуса	
			Встроенная		Внешняя	Кол-во параллельных шин	Кол-во COM-портов	Кол-во DMA-каналов			
RAM	кэш-программ	ROM (начальной загрузки)	Внешняя	Кол-во таймеров							
C40	60	33	2 блока по 1 К	128 слов	4 К	4 Г	2	6	6/12	2	325 PGA
C44	60	33	2 блока по 1 К	128 слов	4 К	32 М	2	4	6/12	2	304 PQFP 336 BGA

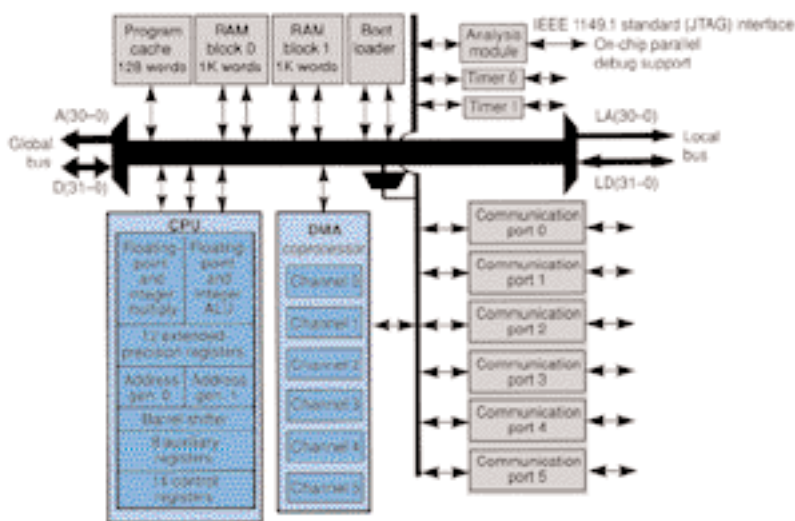


Рис. 1. Архитектура TMS320C4x

ботки программного обеспечения и легко модернизировать устройства, реализованные на базе семейства TMS320C3x.

TMS320C4x применяются при построении мощных мультимикропроцессорных систем, в которых требуется реализовать большую производительность и точность вычислений. Основное применение TMS320C4x — системы сбора и обработки речевой и видеоинформации, системы безопасности, измерительные и управляющие системы, радиочастотные модемы, диагностика сложных управляющих систем, базовые станции и т.д.

АРХИТЕКТУРА C4x ориентирована на обеспечение эффективной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов и создание разнообразных мультимикропроцессорных архитектур. Высокая производительность достигается за счет центрального процессорного устройства (CPU), выполняющего в течение одного цикла несколько операций; большого размера встроенной памяти, в том числе отдельной кэш-памяти программ; нескольких независимых шин для доступа к встроенной памяти программ и данных.

Шесть каналов прямого доступа к памяти (DMA), которые управляются сопроцессором DMA, шесть COM-портов (в TMS320C44 — четыре), две внешних (global и local) параллельных 32-разрядных шины данных дают возможность при создании мультимикропроцессорных архитектур реализовать гибкие связи и скоростной обмен данными с другими C4x или любыми внешними устройствами.

В состав C4x входят: CPU, встроенная память, COM-порты, таймер, сопроцессор DMA, блок контроля (Analysis module).

CPU. В состав CPU входят: арифметико-логическое устройство (ALU) и умножитель, оперирующие над целыми числами или числами в форма-

те с плавающей точкой; 32-разрядный сдвиговый регистр; регистровый файл (34 регистра); два арифметических устройства вспомогательных регистров (ARAU0 и ARAU1), которые совместно с восемью вспомогательными регистрами (AR0...AR7) обеспечивают генерацию двух адресов данных в течение одного цикла; конвейер; механизм контроля за прерываниями; счетчик повторений; механизм условных переходов.

Распараллеливание операций в CPU, способном выполнять в течение одного цикла до восьми операций (две выборки данных из встроенной памяти, одно умножение, одно сложение, формирование

двух адресов памяти данных, модификация состояния счетчика повторений, одна операция ветвления), и сопроцессоре DMA, который выполняет три операции за один цикл, обеспечивает возможность выполнения до 330 миллионов операций в секунду (330 MOPS) при длительности цикла 33 нс.

В CPU используется несколько типов адресации: регистровая, прямая, косвенная, непосредственная и PC-относительная (PC — program counter). Все типы адресации используются в различных режимах — трехоперандный, параллельный (применяется в инструкциях параллельных операций), циклический и бит-реверсивный. Инструкции параллельных операций позволяют достичь максимально возможной производительности, что обеспечивается выполнением некоторых инструкций попарно (к примеру MPYF3||ADDF3 или MPYI3||SUBI3).

Архитектура вычислительного ядра CPU C4x основана на базовой архитектуре семейства TMS320C3x, а инструкции на уровне кодов совместимы с инструкциями, реализованными в TMS320C3x. Детально базовая архитектура семейства TMS320C3x представлена в журнале "Электронные компоненты и системы" (см. статью "Сигнальные процессоры TMS320C3x", ЭкиС, №10 (26), 1999).

Контроллер прерываний C4x обрабатывает внутренние, внешние и программные (инструкция TRAP) прерывания.

Внутренние прерывания: от таймеров, от COM-портов (каждый COM-порт может генерировать четыре прерывания), от сопроцессора DMA (одно прерывание для каждого канала DMA).

Внешние — маскируемые прерывания

ИОФ0...ИОФ3 (interrupt I/O flag), немаскируемые NMI и RESET. Триггер, фиксирующий внешние прерывания может срабатывать по фронту или уровню. Настройка выполняется программно.

Таблица векторов прерываний размещается в границах 512 слов памяти, причем начальный адрес таблицы определяется регистром указателя начального адреса. Архитектура C4x позволяет CPU и сопроцессору DMA обрабатывать прерывания параллельно. Для управления обработкой прерываний в CPU и сопроцессоре DMA предусмотрены отдельные регистры управления.

Память. Размер адресуемой памяти TMS320C40 составляет 4 Г×32 слова, а TMS320C44 — 32 М×32 слова. Память программ, данных и порты ввода/вывода размещаются в общем адресном пространстве. Инструкции, данные и таблицы могут храниться в любом месте адресуемой памяти.

Встроенная память состоит из 4 К ROM-памяти, предназначенной для хранения программы начальной загрузки, 2 К RAM (2 блока по 1 К) и 128 слов кэш-памяти программ. ROM и RAM память допускают два обращения за один цикл. Встроенные независимые шины позволяют в течение одного цикла выполнять выборку инструкции, чтение/запись данных и операцию прямого доступа к памяти.

Кэш-память программ предназначена для хранения часто повторяющихся наборов инструкций, что позволяет уменьшить количество обращений к внешней памяти, освобождая тем самым внешние шины C4x для ввода/вывода данных, и использовать медленную (более дешевую) внешнюю память. Выборка инструкций из встроенной памяти (ROM или RAM) не модифицирует кэш-память. Операция чтение/запись данных в кэш-память не выполняется. Для кэш-памяти предусмотрено четыре режима работы, которые устанавливаются программно.

Внешняя память. Обмен с внешней памятью выполняется через две внешние шины данных (global и local). 31-разрядные (TMS320C40) или 24-разрядные (TMS320C44) внешние адресные шины определяют общий размер подключаемой внешней памяти (см. таблицу 2).

В C4x предусмотрен механизм программного переключения банков памяти, что существенно облегчает разработку микропроцессорных систем, в которых используется большой объем памяти.

Для обмена с медленной внешней памятью предусмотрен встроенный генератор тактов ожидания и логика управления внешним и внутренним сигналом готовности (READY), которая предоставляет разработчику систем возможность бо-

лее гибко использовать внешние ресурсы.

СОМ-порты. C4x — мощное средство для построения широкого спектра мультипроцессорных архитектур. В состав C40 включены шесть полностью независимых двунаправленных асинхронных 8-разрядных СОМ-портов. Каждый СОМ-порт состоит из входных и выходных 8-уровневых 32-разрядных FIFO-буферов, устройства арбитража порта (PAU), регистра управления (CPCR). Управление направлением передачи, останов приема или передачи данных, определение состояния входного и выходного FIFO-буфера выполняется с помощью регистра управления. Синхронизация работы между CPU, сопроцессором DMA и СОМ-портом осуществляется по внутренним прерываниям или по готовности. Для передачи данных через каждый СОМ-порт используется 12 линий. По восьми линиям передаются данные, две линии предназначены для синхронизации обмена данными (сигнал запроса и подтверждения запроса), две линии используются для управления обменом данными. Все линии являются двунаправленными, что позволяет передавать или принимать данные, обеспечивая тем самым максимальную гибкость при организации связей между процессорами в мультипроцессорных системах.

Максимальная скорость передачи данных через СОМ-порт зависит от длительности цикла. При длительности цикла 40 нс (тактовая частота 50 МГц) скорость передачи данных составляет 20 Мбайт/с. При использовании шести СОМ-портов скорость передачи составляет соответственно 120 Мбайт/с. Но реально достичь такой скорости передачи данных не представляется возможным, так как сопроцессор DMA поддерживает скорость передачи 50 Мбайт/с (при длительности цикла 40 нс). Поэтому для передачи данных со скоростью 20 Мбайт/с через каждый СОМ-порт нельзя использовать более двух СОМ-портов. Максимальная скорость передачи данных CPU составляет 100 Мбайт/с (при длительности цикла 40 нс), поэтому нельзя использовать более пяти СОМ-портов для поддержания скорости передачи данных 20 Мбайт/с через каждый из них.

Таймер — 32 разрядный таймер/счетчик событий с внешним или внутренним тактированием. Таймер имеет внешний вывод, используемый как выход сигнала таймера либо как вход для тактовых импульсов. Таймер можно использовать для генерации импульсов (к примеру, для запуска АЦП) либо для подсчета внешних импульсов (счетчик событий). Содержимое счетчика может инкрементироваться по нарастающему или спадающему фронту тактового сигнала. Управление режимами работы таймера осуществ-

ляется программно.

Сопроцессор DMA дает возможность, не уменьшая производительности CPU, осуществлять скоростной обмен данными с другими C4x, внешними устройствами или областью памяти, что особенно важно в мультипроцессорных системах. Отдельные независимые шины адреса и данных обеспечивают возможность работы сопроцессора без вмешательства в пересылки данных, осуществляемые CPU. Сопроцессор поддерживает работу шести каналов DMA, каждый из которых способен выполнять пересылки данных из любой области адресного пространства C4x. К примеру, возможны пересылки между встроенной и внешней памятью или между внешней памятью и любым из шести СОМ-портов и т.п.

Функциональные возможности, предоставляемые сопроцессором DMA C4x, значительно шире тех, которые обеспечивает контроллер DMA в TMS320C3x. Сопроцессор DMA может работать в двух режимах. В первом (unified mode) пересылки данных выполняются между областями встроенной или внешней памяти. Во втором (split mode) пересылки данных выполняются между областью встроенной (или внешней) памяти и СОМ-портом или наоборот.

Для контроля и управления работой каждого канала DMA предусмотрено девять регистров. Кроме этого, каждый канал DMA имеет собственный генератор адреса источника и приемника. Наличие в составе девяти управляющих регистров кроме регистров адресов источника и приемника еще и индексных регистров позволяет реализовать при пересылках данных гибкие режимы адресации, в том числе и режим бит-реверсивной адресации, который эффективно используется при реализации алгоритмов ВПФ. Через канал DMA можно выполнять пересылки блока данных или одного слова данных. Контроль за количеством пересылок выполняет счетчик пересылок. При достижении счетчиком пересылок нулевого значения предусмотрена возможность автоматической загрузки управляющих регистров каждого канала DMA содержимым ячейки памяти, адрес которой определяется специальным регистром (link pointer). Таким образом происходит автоинициализация любого канала DMA.

Так как все пересылки, осуществляемые сопроцессором по шести каналам DMA, выполня-

ются по одной и той же внутренней шине адреса и данных, предусмотрен арбитраж доступа отдельных каналов. Возможны два варианта арбитража доступа. В первом, фиксированном, всем каналам присвоен постоянный приоритет. Во втором, циклическом, возможно изменение приоритета каждого канала в процессе пересылок. Во втором варианте последнему обслуженному каналу присваивается самый низкий приоритет.

В общем случае CPU и сопроцессор DMA выполняют пересылки данных параллельно, без конфликтов на шинах, но при обращении к одним и тем же ресурсам CPU имеет приоритет выше, чем сопроцессор. Арбитраж доступа в этом случае не вносит задержку в работу обоих устройств.

Синхронизация пересылок через каналы DMA осуществляется по прерываниям. Причем предусмотрена гибкая система синхронизации, в которой пересылки данных могут начинаться по прерываниям от источника или приемника либо совместно от источника и приемника, в этом случае каждая операция пересылки (чтение/запись) синхронизируется соответствующим прерыванием.

Блок контроля (Analysis module) обеспечивает возможность тестирования микросхем C4x и подключение внутрисхемного эмулятора XDS510 фирмы Texas Instruments. В отличие от TMS320C3x связь с эмулятором XDS510 осуществляется с помощью JTAG интерфейса через 14-контактный

разъем, подключенный к соответствующим выводам C4x (всего семь выводов). Подключение эмулятора выполняется без удаления микросхем C4x.

Начальный загрузчик (boot loader) — программа, размещенная во встроенной ROM-памяти C4x и выполняющая загрузку программного кода из хост-процессора или внешней памяти (ROM, EPROM или др.) в любую область встроенной или внешней памяти, расположенной в адресном пространстве C4x. Предусмотрено два варианта загрузки: из внешней памяти или через СОМ-порты. Выбор источника определяется кодом, установленным на внешних выводах (П0F0...П0F3) во время сброса. Загрузка программного кода из внешней памяти допускается в 8-, 16 или 32-разрядном формате.

Конфигурация микропроцессорных систем на базе C4x. Широкие возможности встроенных

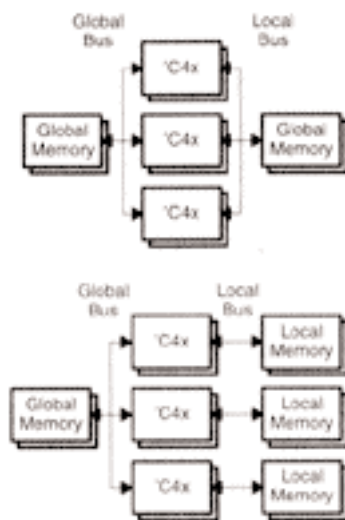


Рис. 2. Пример обмена данными через общую память

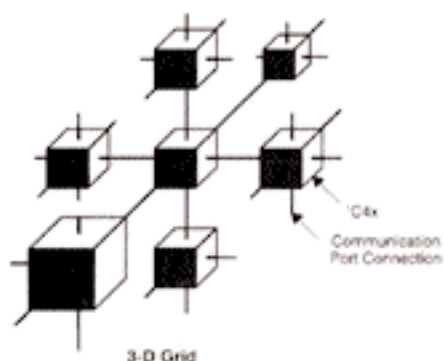


Рис. 3. Пример мультипроцессорной архитектуры на базе C4x

периферийных микроконтроллеров облегчают построение микропроцессорных систем на базе C4x. Две 32-разрядные внешние шины данных, сопроцессор DMA, двунаправленные 8-разрядные СОМ-порты, таймеры, встроенный переключатель банков памяти и генератор тактов ожидания дают возможность легко интегрировать C4x в проектируемые системы.

МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ.

Для увеличения вычислительной мощности часто приходится организовывать процесс параллельных вычислений, при котором задача разбивается на сегменты, выполняемые одновременно несколькими процессорами. В этом случае необходимо обеспечить быстрый обмен результатами промежуточных вычислений между процессорами, участвующими в вычислительном процессе.

Для обмена данными между несколькими C4x существуют две возможности. В первом случае обмен данными осуществляется через общую память, которая может быть подключена к основной (global) или местной (local) 32-разрядной внешней шине данных (рис. 2). В C4x (подобно тому, как в TMS320C3x) предусмотрено пять инструкций с блокированием, которые дают возможность организовать арбитраж между несколькими процессорами и синхронизировать их

доступ к общей памяти. Обмен данными через общую память имеет ряд преимуществ, но во многих случаях скорость обмена данными при этом существенно снижается и тогда предпочтительнее использовать СОМ-порты.

Во втором случае обмен данными осуществляется через скоростные двунаправленные СОМ-порты. Пример мультипроцессорной архитектуры с использованием СОМ-портов приведен на рис. 3.

СРЕДСТВА ОТЛАДКИ. Фирма Texas Instruments обеспечивает процессоры TMS320C4x средствами отладки на базе персонального компьютера — внутрисхемным эмулятором XDS-510HW с кабелем (TMDS3080002) для подключения к JTAG-порту и программным обеспечением (С компилятор, ассемблер, компоновщик и др.), а также системой отладки параллельных процессоров (PPDS — Parallel-Processing Development System), состоящей из платы, на которой установлены: четыре процессора TMS320C40 с локальной SRAM-памятью 64 К×32 слова; общая SRAM-память 128 К×32; разъем расширения для подключения внешней памяти; восемь разъемов, через которые обеспечивается связь с периферией; разъем JTAG-порта для связи с эмулятором XDS-510HW.

Дополнительную информацию о процессорах TMS320C4x можно получить в сети Интернет по адресу: <http://www.ti.com/dsp>

ЛИТЕРАТУРА

1. TMS320DSP. Product Overview.— Texas Instruments, 1998.
2. TMS320. Selection Guide.— Texas Instruments, November 1997.
3. TMS320C4x. User's Guide.— Texas Instruments, 1994.
4. TMS320C4x Parallel-processing DSPs. Product Bulletin.— Texas Instruments, 1996.

УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА!

С января 2000 г. в НПФ VD MAIS постоянно работают курсы по обучению современным методам и технологиям монтажа компонентов на поверхность печатных плат (SMT).

Цикличность работы курсов — первая и третья недели месяца, продолжительность обучения — три рабочих дня. Учебные группы формируются по заявкам, направленным в адрес VD MAIS. В программе курсов:

1. Теоретические основы технологии монтажа на поверхность.
2. Практические занятия по освоению оборудования и приемов монтажа компонентов по технологии и на оборудовании корпорации PACE (США).

Выпускникам курсов выдаются квалификационное удостоверение и технические материалы по SMT.

MPEG-4 — НОВЫЙ СТАНДАРТ СЖАТИЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ДАННЫХ*

Появление в начале 1999 года стандарта MPEG-4 (сжатия звука и движущегося изображения) Международной организации по стандартизации (ISO) создает реальную основу для развития индустрии интерактивных развлечений. Этот стандарт предназначен для создания устройств кодирования и декодирования аудиовидеоданных, передаваемых по каналам с ограниченной полосой пропускания: в сети Интернет, мобильной и проводной видеотелефонии и др. системах.

А. Шевченко

Новый стандарт, на разработку которого ушло более пяти лет, позволяет соединять различные цифровые источники аудиовидеоданных в едином мультимедийном произведении. Цифровые аудиовидеозаписи могут быть объединены с фрагментами, синтезированными компьютером. Использование нового способа кодирования звука позволяет получить качество звуковой трансляции, сравнимое с качеством звукозаписи на компакт-дисках, при предельно низких скоростях передачи данных. Кроме того, стандартом предусмотрена возможность автоматической коррекции объема передаваемой изобразительной и звуковой информации в зависимости от пропускной способности используемого канала. Высокое (студийное) качество цифровых передач по широкоэвентельным каналам (например, сети Интернет) связано с риском распространения пиратского копирования, поэтому в стандарте MPEG-4 большое внимание уделяется системе паролей и санкционирования доступа к информации.

Важной особенностью стандарта MPEG-4 является наличие средств активного диалога при просмотре мультимедийных программ. Если участие зрителя в просмотре современных телепередач ограничено возможностью остановить видеозапись или продолжить про-

смотреть, создатели мультимедийных произведений будущего смогут предоставить зрителям средства для удаления, добавления или перемещения одного или нескольких объектов, а также изменения их поведения и характера движения.

Развитие стандартов MPEG происходило следующим образом. В 1992 году был выпущен стандарт MPEG-1 цифровой видеозаписи для видеоплеера на компакт-диске, воспроизводящего линейный непрерывный поток аудиовидеоданных. В 1995 году для сжатия и передачи цифровых телевизионных сигналов был введен стандарт MPEG-2, используемый также в системах записи на цифровых многофункциональных дисках — DVD. Хотя источником сигнала, кодированного в стандарте MPEG-2, может служить как телевизионная трансляция, так и запись на видеодиске, возможности участия зрителя в просмотре произведения ограничены функциями, которыми обладает обычный видеоманитон: перематка вперед или назад, ускоренный или замедленный просмотр и остановка кадра. Выпущенный в 1999 г. стандарт MPEG-4 основан на использовании концепции объектно-ориентированного представления информации, обеспечивающей уровень сжатия данных, недостижимый другими известными способами.

Под объектами в стандарте MPEG-4 понимаются элементарные аудиовидеокomпоненты,

которые могут существовать самостоятельно или объединяться в аудиовизуальные композиции более высокого уровня (см. рисунок). Визуальные объекты описываются математически и размещаются в двух- или трехмерном пространстве сцены. Аналогичным образом аудиообъекты размещаются в звуковом пространстве. Синтез аудиовизуальной обстановки на основе полученных математических описаний выполняется в приемно-декодирующем устройстве. Идентификация размещенных в трехмерном пространстве объектов осуществляется однократно. При перемещении точки наблюдения все необходимые вычисления для преобразования аудиовизуального окружения выполняются локально — в пользовательском терминале. Именно здесь скрыты те резервы, которые обеспечивают возможность трансляции высококачественных аудиовидеопроизведений по каналам с ограниченной пропускной способностью.

Применяемый в MPEG-4 язык описания кодированных мультимедийных объектов называется "Binary Format for Scenes" (двоичный формат для описания сцен) или BIFS. Команды BIFS позволяют не только добавлять или удалять объекты из сцен, но и варьировать визуальные или акустические свойства объектов, не изменяя их сущности. BIFS может применяться для анимации объекта в ответ на команды, вводи-

* Rob Koenen, "MPEG-4 Multimedia for our time", IEEE Spectrum, February 1999.

мые зрителем со специального пульта, что является основой для создания интерактивных мультимедийных произведений. Таким образом, BIFS позволяет использовать любое произведение в качестве основы для создания нового произведения. BIFS заимствовал многие концепции из Языка Моделирования Виртуальной Реальности (Virtual Reality Modeling Language или VRML), используемого в сети Интернет для интерактивного описания трехмерных объектов. В принципе, BIFS и VRML представляют собой два альтернативных средства описания одной и той же информации, но если в VRML применяется текстовое описание объектов, то в BIFS использован двоичный формат представления данных. Важно еще и то, что в отличие от VRML-кодированных изображений, сцену в формате MPEG-4 не обязательно считывать целиком, декодирование и синтез аудиовидеоданных осуществляется в реальном масштабе времени по мере поступления исходной информации. ISO планировался выпуск в декабре 1999 года варианта стандарта MPEG-4 с названием MPEG-J, предоставляющего дополнительные возможности для создания интерактивных произведений и содержащего подмножество команд объектно-ориентированного языка программирования Java.

Используемая в MPEG-4 схема упаковки информации также отличается новизной. Информация об объектах группируется в элементарные потоки (см. рисунок). Некоторым

объектам видео- и звукозаписи, соответствует один единственный элементарный поток, другим — два или более. Например, масштабируемый объект может быть представлен в виде элементарного потока, содержащего

descriptor), которые, в свою очередь, содержат дескрипторы элементарных потоков (Elementary Stream Descriptors). Дескрипторы объектов передаются в специальном элементарном потоке, что позволяет динамически добавлять или удалять дескрипторы объектов по мере изменения воспроизводимой сцены.

Синхронизирующая информация, необходимая для работы декодера, представлена данными о рабочей частоте декодера и временными метками в элементарном потоке. Предусмотрены два типа временных меток: одни сообщают, к какому моменту времени определенная часть данных должна быть декодирована, другие определяют, когда эта информация должна быть готова для воспроизведения. Наличие двух типов временных меток имеет существенное значение, поскольку во многих системах изображение промежуточных кадров вычисляется методом интерполяции изображений предыдущего и последующего

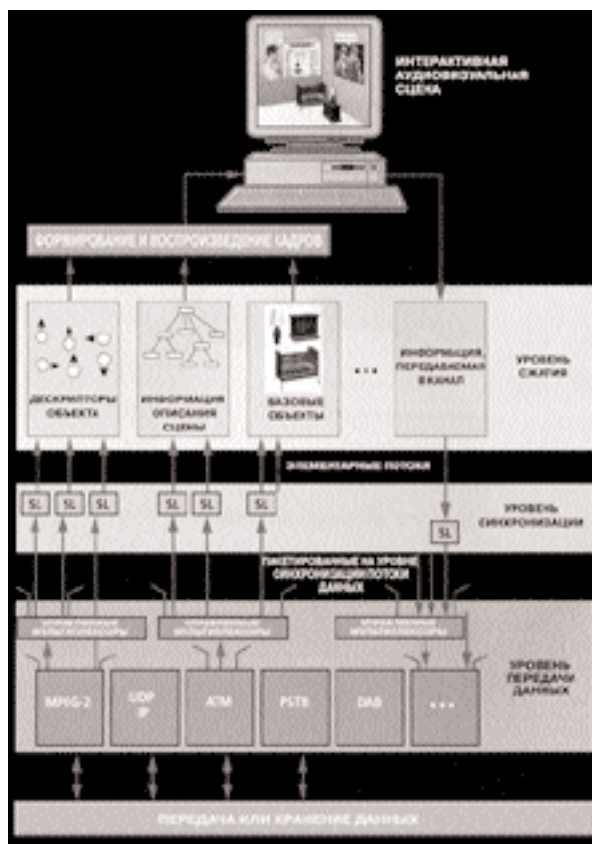


Схема синтеза аудиовизуальной обстановки сцены в соответствии со стандартом MPEG-4

го базовую информацию об объекте, плюс несколько дополнительных элементарных потоков, содержащих дополнительные детали видеоизображения или данные, необходимые для синтеза быстрых движений объекта. Информация более высокого уровня — команды BIFS, описывающие и уточняющие детали построения сцен из объектов или перемещение объектов в составе сцены, — передается в одном или нескольких отдельных элементарных потоках. Сведения о принадлежности элементарного потока тем или иным объектам содержатся в дескрипторах объектов (Object De-

кадров.

MPEG-4 не накладывает ограничений на режимы передачи данных, что позволяет использовать применяемые в MPEG-2 режимы ATM (асинхронный режим передачи) или RTP (Протокол Реального Времени, применяемый в сети Интернет). В принципе, не исключается возможность одновременного использования нескольких различных режимов передачи.

Для кодирования видеоизображения предусмотрено применение двух различных подходов. В соответствии с первым (binary shape) кодированный пиксел (элемент изображения) с

присущими ему яркостью, цветом, координатами и т.п. может либо присутствовать, либо отсутствовать в изображении. Второй способ (gray scale) используется для кодирования видеоизображения высокого качества. В соответствии с этим подходом каждый пиксел дополнительно характеризуется прозрачностью, что позволяет путем варьирования прозрачности плавно управлять исчезновением и появлением объектов на сцене. Эта техника применяется в студиях (например, при создании изображения диктора на фоне карты прогноза погоды) и закладывается в разработки системы телевидения высокой четкости.

Для систем с ограниченной полосой пропускания существенное значение имеет устойчивость аудиовидеоданных к потоку ошибок, возникающему в тракте передачи информации. В MPEG-4 применяются разнообразные методы устранения неизбежных ошибок и маскирования последствий их появления. Для борьбы с потерей синхронизации в поток данных периодически включаются синхронизирующие маркеры. Данные кодируются обратимым кодом переменной длины. Закодированные данные могут декодироваться при считывании как в прямом, так и обратном направлении. Это означает, что в случае потери синхронизации считанная информация не пропадает и после восстановления синхронизации может быть декодирована на обоих участках сигналаграммы от ближайших синхронизирующих маркеров до места, поврежденного пакетом ошибок. Послойное кодирование аудиовидеоинформации, позволяющее воспроизводить ее с несколькими градациями качества, дает дополнительные возможности экономии разрядов защитного кода. Базовая ин-

формация сцен может кодироваться с высокой помехоустойчивостью (высокой степенью избыточности), в то время как для более детальной информации, необходимой для создания высококачественной аудиовидеообстановки, такой высокий уровень защиты не обязателен. Более того, при передаче по каналам с низкой пропускной способностью эта детальная информация может не передаваться вообще.

Одной из наиболее интересных особенностей MPEG-4 является возможность наложения реальных изображений на синтезированные компьютером анимированные скелетные формы. Этот процесс представляет собой несколько необычный способ кодирования, при котором реальное изображение (например, движущееся изображение человеческого лица) описывается в терминах набора синтезированных компьютером изображений человеческих лиц. При этом вся передаваемая информация представляет собой набор данных, необходимых для выбора наиболее подходящей комбинации хранящихся в памяти компьютера глаз, губ, бровей и т. п., плюс некоторое количество информации, описывающей отличие оригинала от синтезированного образа. Совсем небольшое количество данных, определяющее тип движения такого синтезированного образа, сможет заменить весь колоссальный массив информации, необходимый для воссоздания движущегося образа методами телевидения наших дней.

MPEG-4 включает набор средств для кодирования аудиоинформации с разумным соотношением качества записи и сложности декодирования в диапазоне скоростей передачи данных от 6 до 128 кбит/с. Такой диапазон допустимых скоростей передачи данных позволя-

ет транслировать любую аудиоинформацию — от речи до высококачественных стереопрограмм, неотличимых по звучанию от оригинала. Качество записи получается даже выше, чем на цифровых компакт-дисках, в которых используется скорость считывания 1411 кбит/с. Для достижения высокого качества звучания музыкальных произведений в MPEG-4 используется усовершенствованный алгоритм аудиокодирования AAC (Advanced Audio Coding), применяемый в MPEG-2. Для кодирования речи применяются два алгоритма. Метод параметрического кодирования используется при скоростях передачи данных порядка 2-4 кбит/с. Для высококачественного кодирования речи используется метод управляемого кодом линейного предсказания (Code excited linear prediction, CELP) с частотой выборки 8 или 16 кГц для кодирования соответственно узко- и широкополосного речевого сигнала. MPEG-4 предусматривает даже возможность использования текстовых файлов в качестве источника речевого сигнала. При этом синтезируемая речь (которая может быть синхронизирована с движением изображения) может воспроизводиться с учетом таких атрибутов как ударение и вариации скорости речи, а также возраст, пол и акцент говорящего.

Несмотря на большое количество революционных идей, воплощенных в стандарте MPEG-4, он не рассматривается как альтернатива MPEG-2 (принятого недавно в качестве стандарта трансляции передач цифрового спутникового телевидения). Оба стандарта являются взаимодополняющими и предназначены для близких, но не перекрывающихся областей применения. В пользу уверенного и продолжительного суще-

ствования MPEG-2 в области, для которой он был предназначен, говорит хотя бы сравнение сложности реализации декодера для воспроизведения аналоговых по качеству телепередач. По сложности декодер MPEG-4 соотносится с декоде-

ром формата MPEG-2 приблизительно так же, как декодер MPEG-2 соотносится с декодером обычного аналогового телевизионного сигнала. По-видимому оба формата кодирования аудиовидеоинформации будут сосуществовать, дополняя друг

друга, пока развитие техники не выйдет за предусмотренные разработчиками стандартов рамки и не позволит объединить оба подхода в некотором едином стандарте при приемлемой стоимости декодирующего оборудования.

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЛИНИЯМ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Линии дальней связи постоянно совершенствуются, однако концепции временного уплотнения сигналов для высокоскоростной передачи на большие расстояния остаются практически неизменными, что обеспечивает преемственность разрабатываемого согласно новым стандартам и эксплуатируемого оборудования.

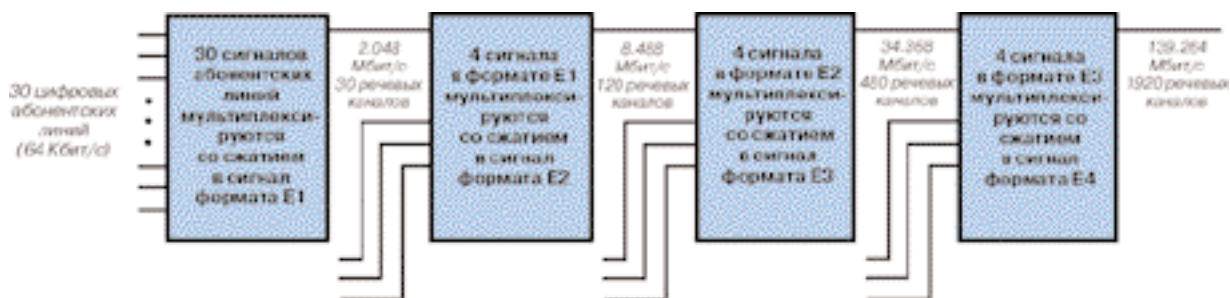
А. Ермолович

Современные линии дальней связи используют оптическое волокно в качестве среды передачи сигнала. С развитием таких технологий передачи сигналов по оптическому волокну, как WDM и DWDM (мультиплексирование с разделением каналов по длине волны, см. ЭКис № 10, 1999 г.), изменяются требования к разработке линий дальней связи, а способы временного уплотнения низкоскоростных сигналов для ввода в эти высокоскоростные линии остаются практически неизменными [1].

Телекоммуникационные сети появились в результате развития телефонии и этим объясняются особенности их структуры и функционирования. В телефонии речевой аналоговый сигнал преобразуется в цифровую форму в АТС или непосредственно в цифровом телефонном аппарате (подробнее см. ЭКис № 4, 1999 г.). В телефонной станции эти сигналы в один или несколько этапов мультиплексируются с временным уплотнением каналов и формируется один высокоскоростной сигнал. Более двух десятилетий назад международный телекоммуникационный союз (ITU) применительно к радиорелейным линиям дальней

связи разработал стандарт PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), регламентирующий ряд уровней сжатия и скоростей передачи данных, как показано на рисунке. Этот стандарт используется ныне в Европе и большей части Азии.

Развитие волоконной оптики привело к созданию базы для существенного повышения скорости передачи сигналов. Стандарт SONET (Synchronous Optical Network) передачи сигналов по волоконно-оптическим линиям связи, разработанный в США, хорошо согласуется с североамериканским стандартом асинхронной передачи сигналов телефонии и европейским стандартом PDH. Поэтому разработанный ITU стандарт SDH (Synchronous Digital Hierarchy) для волоконно-оптических линий связи имеет лишь незначительные отличия от SONET. Стандарт SDH ориентирован на использование сигнала в формате E4 стандарта PDH в качестве наиболее низкочастотного входного сигнала для волоконно-оптических линий. Ряд уровней мультиплексирования со сжатием сигналов, регламентированных стандартом SDH, приведен в табл. 1 [2]. Один сигнал E4 содержит столько же речевых каналов, сколько более высокочастотный сигнал STM-1. Повышение частоты сигнала в формате STM-1 по сравне-



Уровни мультиплексирования со сжатием данных, нормируемые стандартом PDH

Таблица 1. Уровни мультиплексирования со сжатием данных, нормируемые стандартом SDH

Формат	Скорость передачи данных, Мбит/с	Число речевых каналов
STM-1	155.52	1920
STM-4	622.08	7680
STM-16	2488.32	30720
STM-32	4976.54	61440
STM-64	9953.28	122880

нию с сигналом в формате E4 обусловлено тем, что кроме информации, имеющейся в сигнале E4, сигнал STM-1 содержит служебную информацию, необходимую для функционирования и диагностики работы волоконно-оптической линии связи.

Хотя экспериментально показана возможность передачи сигналов по оптическому волокну со скоростью более 10 Гбит/с, современный технический предел скорости передачи данных лежит в диапазоне от 2.5 до 10 Гбит/с. Это связано с хроматической дисперсией оптических волокон, которая при большой их длине приводит к существенному искажению формы импульсов света. Поэтому для дальнейшего повышения пропускной способности волоконно-оптических линий связи используют не мультиплексирование с временным уплотнением каналов, а мультиплексирование с разделением каналов по длине волны света (эта технология известна как DWDM). Стандарт ITU для систем DWDM регламентирует передачу по оптическому волокну 43 каналов, разделенных по длине волны света [2]. Динамику повышения пропускной способности линий дальней связи иллюстрирует табл. 2 [2, 3].

Стандарты PDH и SDH обеспечивают работу линий связи в режиме коммутации каналов, оптимальном для передачи сигналов в реальном масштабе времени. Однако современные линии дальней связи используются не только для передачи сигналов телефонии и цифрового кабельного телевидения в реальном масштабе времени, но и различных цифровых данных, не критичных к изменению задержки в линии передачи. Возрастание доли сигналов, не требующих передачи в реальном масштабе времени, привело к необходимости разработки новых стандартов, обеспечивающих работу линий связи в режиме коммутации (или маршрутизации) информационных пакетов и оптимизирующих задержку в зависимости от характера передаваемых данных. Одним из таких стандартов является ATM (Asynchronous Transfer Mode), регламентирующий пять режимов передачи данных в зависимости от требований к допустимой величине задержки.

Таблица 2. Динамика повышения пропускной способности линий дальней связи

Тип линии передачи сигнала	Число речевых каналов	Начало эксплуатации	Длина линии, км
Витая пара	1	1920	5
Аналоговая	12	1940	30
Цифровая	24	1960	50
Кабельная	600	1950	3000
Наземная радиорелейная	2400	1955	3000
Космическая радиорелейная	2400	1970	12000
Волоконно-оптическая	60000	1980	12000
Волоконно-оптическая типа DWDM	2600000	Конец 1990-х	-

ЛИТЕРАТУРА

1. *Advanced Technologies boost capacity of trunk lines.* // *Laser Focus World, September 1999.*
2. *Technology Seminar.*— *TransSwitch Corp., 1996.*
3. *Review and Forecast of Laser Markets. Part II.* // *Laser Focus World, February 1999.*

УКРАИНА **21-24** г. ЛЬВОВ
МАРТА Держ. парт.-Сторон. (г. Львов, 10)

ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
СОВРЕМЕННАЯ СВЯЗЬ

MC
MODERN COMMUNICATION

- СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА СВЯЗИ
- ТЕЛЕФОННАЯ, КОМПЬЮТЕРНАЯ СВЯЗЬ, ISDN
- ТЕЛЕФОННАЯ АППАРАТУРА

ТОТИА МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-БИНАРКА
КОМПЬЮТЕР И ОФИС

КОМПЬЮТЕРНАЯ, КОПИРОВАЛЬНАЯ И ОФИСНАЯ ТЕХНИКА. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ УСЛУГИ. ИНТЕРНЕТ. ОФИСНАЯ МЕБЕЛЬ И ИНТЕРЬЕР. КАНЦОАРЬЯ. СИСТЕМЫ ОХРАНЫ.

В рамках выставки будет проведено ряд научно-технических семинаров по актуальным вопросам информатики и применения компьютерной техники

Галущий Експозитив 2000

Галущий Експозитив 2000

Украина г. Львов 79006, ул. Вишневого 30
Тел.: (0322) 970628, 971369 факс: (0322) 971750
E-mail: root@galexpo.lviv.ua
http://www.cscd.lviv.ua-galexpo

АТ «ГАЛ-ЕКСПО»
НАУКОВО-ПРОМИСЛОВЕ

МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ СЕТЕЙ И ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

TRANSWITCH

Корпорация TranSwitch (США) специализируется на выпуске микросхем сверхвысокой степени интеграции для глобальных проводных систем связи и сетей, работающих в европейских, североамериканских и японских стандартах передачи данных. В статье приведено краткое описание назначения микросхем для линий связи, работающих в стандартах синхронной (SDH) и асинхронной (PDH и АТМ) передачи данных, используемых в Европе.

Микросхемы для телекоммуникационных систем, работающих в стандарте PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy). Эти СБИС могут использоваться в локальных сетях и сетях общего пользования, для подключения этих сетей друг к другу. Типовые области применения: оборудование для предоставления доступа к сети Интернет (ISP), устройства обслуживания канала (CSU) и устройства пользователя (DSU), беспроводные локальные сети, маршрутизаторы, оборудование крупных телефонных станций.

E123MUX (E1/E2/E3 MUX/DEMUX) осуществляет мультиплексирование или демultipлексирование 16 сигналов в формате E1 в сигнал четырех каналов E2 (8.488 Мбит/с) или один сигнал формата E3. По интерфейсу E1 микросхема стыкуется с приемопередатчиками канала E1 или микросхемой QE1F. По интерфейсу E3 микросхема стыкуется с приемопередатчиком MRT.

E2/E3F (8-, 34-Mbit/s Framer) формирует блоки из потоков данных абонентских линий и выполняет обратное преобразование, генерирует необходимую служебную информацию и выполняет мониторинг синхронизации блоков данных сигнала в формате E2 или E3. Содержит тактовый генератор для канала передачи данных, кодер NRZ или HDB3.

Модуль E3LIM (E3 Line Interface Module) выполняет функции полнодуплексного интерфейса с линией связи на основе коаксиального кабеля и предназначен для сигналов, передаваемых в формате E3. Содержит кристалл микросхемы MRT, входной и выходной трансформаторы и набор пассивных компонентов для согласования с кабелем. Преобразует сигнал с кодированием NRZ или HDB3 в цифровой сигнал в формате E3.

HDLC (HDLC Controller) — специализированный контроллер для реализации протокола HDLC управления каналом.

MRT (6-, 8-, 34-Mbit/s Line Interface) — микросхема оконечного устройства для линии передачи сигналов в формате E2 или E3. Содержит корректор, систему АРУ, кодер-декодер HDB3, систему определения наличия сигнала и синхронизации, систему кольцевой проверки линии связи. Сопрягается с E2/E3F.

QE1F (Quard E1 Framer) — микросхема формирования блоков данных, имеет четыре независимых канала для сигнала в формате E1. Выполняет прямое и обратное преобразование оцифрованных сигналов абонентских линий в сигналы в формате E1, формирует необходимые служебные сигналы.

XBERT (Bit Error Rate Generator/Receiver) — генератор/приемник тестовых сигналов для проверки линий связи и систем коррекции ошибок. Может использоваться для тестирования линий связи, работающих в диапазоне скоростей передачи данных от 0.1 до 622 Мбит/с.

Микросхемы для телекоммуникационных систем, работающих в стандарте SONET/SDH (Synchronous Optical Network / Synchronous Digital Hierarchy). Эти СБИС могут использоваться в локальных сетях и сетях общего пользования, аппаратуре подключения локальной сети к сети общего пользования. Типовые области применения: мультиплексоры доступа к сети Интернет, коммутаторы цифровых каналов, распределители сигналов цифрового телевидения.

ADMA-E1 (Dual E1 Mapper) выполняет прямое и обратное преобразование двух сигналов в формате E1 (2.048 Мбит/с) с кодированием HDB-3 или NRZ в сигнал формата STM-1 (155/52 Мбит/с). Эта микросхема сопрягается с SOT-3.

L3M (Level 3 Mapper Device) выполняет прямое и обратное преобразование сигнала в формате E3 (34.368 Мбит/с) в сигнал в формате STM-1/TUG-3. Микросхема осуществляет обработку служебных сигналов, может выполнять кольцевую проверку линии связи и генерировать тестовые последовательности.

L4M (Level 4 Mapper Device) выполняет прямое и обратное преобразование сигнала в формате E4 (139.264 Мбит/с) в сигнал формата STS-3c/SPE. Интерфейс сигнала E4 — байтовый или полубайтовый. Микросхема может выполнять кольцевую проверку линии связи и генерировать тестовые последовательности. По уровню дрожания фронтов микросхема соответствует требованиям стандартов для устройств передачи сигналов телевизионного вещания.

QE1M (Quad E1 Mapper) извлекает (вводит)

четыре сигнала в формате E1 из линии (в линию) для передачи сигнала в формате STM-1/STS-3. Имеет в своем составе RISC процессор для обработки служебных сигналов. Микросхема сопрягается с SOT-3 и может использоваться в оборудовании для тестирования линий передачи сигналов.

SOT-3 (STM-1/STM-3/STM-3c Overhead Terminator) выполняет формирование и обработку служебной информации сигнала в одном из форматов STS-1, STS-3 или STS-3c.

SYN155C (Synchroniser Clock and Data Output) осуществляет прямое и обратное преобразование последовательно-параллельного байтового или полубайтового сигнала в последовательный побитовый сигнал в формате STM-1/STS-3 для передачи по линии со скоростью 155.52 Мбит/с. Выполняет мониторинг принимаемого сигнала. Может выполнять скремблирование и дескремблирование данных, контроль четности, кольцевую проверку линии связи, сопрягается с приемопередатчиками волоконно-оптических линий связи.

Микросхемы для телекоммуникационных систем, работающих в стандарте ATM (Asynchronous Transfer Mode). Этот стандарт применяется в локальных сетях и сетях общего пользования, проводных и беспроводных подсистемах связи и кабельного телевидения, и позволяет объединить их в единую систему передачи данных. СБИС для сигналов в стандарте ATM могут использоваться в сетевом оборудовании и оборудовании пользователя: концентраторах, маршрутизаторах, коммутаторах и оконечных устройствах.

CDB (Cell Delineation Block) выполняет прямое и обратное преобразование блоков сигнала ATM в сигналы в форматах DS1, DS3, E1, E2, E3, JT2, STS-1, STS-3c и STM-1 (изменение типа формата выполняется перепрограммированием интерфейса), выполняет адаптацию передачи блоков по скорости. Микросхема имеет последо-

вательный побитовый, параллельный байтовый и полубайтовый интерфейсы и работает при скоростях передачи данных от 1.544 до 155.52 Мбит/с. Микросхема сопрягается с выпускаемыми корпорацией TransSwitch микросхемами формирования блоков данных и служебной информации, работающими в стандарте SONET/SDH.

CUBIT-Pro (CellBus Bus Switch) предназначена для создания систем доступа к данным, передаваемым в формате ATM, и оптимизирована для 32-битовой архитектуры CellBus. Имеет тактовую частоту 38 МГц и обеспечивает доступ к пакетам данных, передаваемым со скоростью до 1 Гбит/с.

SALI-25C (Six 25-Mbit/s Interfaces) — контроллер шести линий ALI (ATM Line Interface) со скоростью передачи данных 25 Мбит/с, имеет байтовый интерфейс UTOPIA с оконечным устройством. Выполняет кодирование NRZI/NRZ, преобразование кодов 5B/4B, преобразование последовательного кода в параллельный, скремблирование и дескремблирование, формирование пакета данных и адаптацию скорости передачи пакета. Сопрягается с микросхемами физического уровня, работающими на линию связи.

SARA-Lite (AAL0/5 Segmentation and Reassembly with OC-3 Framer) — специализированная микросхема на основе RISC процессора, предназначенная для сегментации и повторного формирования пакетов данных в форматах AAL0/5, передаваемых в режимах CBR, VBR и UBR. Позволяет одновременно осуществлять коммутацию до 64000 виртуальных пакетов. Может применяться для эмуляции локальной сети.

SARA-S и SARA-R (Segmentation Controller и Reassembly Controller) — комплект из двух микросхем (контроллеров сегментирования и формирования пакета), предназначенный для передачи по локальной сети пакетов данных в форматах AAL3/4/5. Может работать при скоростях передачи данных от 1.544 до 155.52 Мбит/с.

Региональное представительство НПФ VD MAIS

открыто в Харькове по адресу:

61085 г. Харьков, ул. Ак. Проскуры, 1

(МПП "Хартрон-Аркас"),

тел.: (0572) 445-249

тел./факс: (0572) 199-301

В представительстве Вы можете ознакомиться с перечнем услуг VD MAIS, получить необходимые консультации и информационно-технические материалы, оформить заказ.

Руководитель представительства МОМОТ Сергей Борисович

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ SIMATIC PCS 7

SIEMENS

Система управления производством SIMATIC PCS 7 (Process Control System 7) в настоящее время стала наиболее перспективной при автоматизации малых и средних промышленных установок. Основными ее достоинствами являются модульное построение, гибкость и масштабируемость. Открытая и не зависящая от конкретного применения, она отличается высокой универсальностью. С появлением Версии 5 существенно расширилась сфера ее использования вплоть до автоматизации больших технологических установок. В статье раскрыты новые возможности системы SIMATIC PCS 7.

А. Мельниченко

Система PCS 7 появилась на рынке в середине 1997 г. как воплощение идеи полной автоматизации, проводимой компанией Siemens. PCS 7 — единственная система, полностью основанная на стандартных компонентах автоматизации семейства SIMATIC. Поэтому общие расходы при ее использовании — от приобретения, хранения запчастей до обслуживания и обучения персонала — оказываются сравнительно низкими. Благодаря своим достоинствам система находит применение во многих отраслях промышленности. На ее основе выполнен ряд проектов, в частности, проекты BRAUMAT автоматизации пивоваренных заводов и SIMATIC LS 7 автоматизации предприятий нефтегазового комплекса. В настоящее время более 600 установок в мире используют систему PCS 7.

Состав системы PCS 7

В состав системы входят следующие стандартные компоненты семейства Simatic:

- программируемые контроллеры SIMATIC S7-400
- система контроля и управления семейства SIMATIC HMI (станции оператора и терминалы, использующие WinCC)
- устройства децентрализованной периферии на основе ET200M с модулями ввода/вывода S7-300
- централизованные модули ввода/вывода на основе контроллеров S7-400
- промышленная сеть SIMATIC NET: PROFIBUS и Industrial Ethernet.

Программное обеспечение системы PCS 7 включает следующие программные пакеты:

- *Simatic Manager*, использующий язык STEP 7, является базовым для проектирования, докумен-

тирования и архивирования

- *CFC (Continuous Function Chart)* позволяет создавать программы управления непрерывными технологическими процессами и содержит отлаженные программные модули, которые после их параметризации могут быть встроены в программу
- *SFC (Sequential Function Chart)* — инструмент для графического проектирования систем автоматизации производственных процессов, состоящих из отдельных, поддающихся простому описанию циклов
- *SCL (Structured Control Language)* — язык высокого уровня, сходный с языком Паскаль и предназначенный для создания потребителем собственных программных модулей
- *BATCH flexible* — пакет для автоматизации сложных производственных процессов с групповым способом изготовления продукта и частой сменой технологических цепочек
- *Simatic PDM* — пакет для параметризации периферийных устройств других изготовителей с интерфейсами PROFIBUS PA и HART с целью использования их в PCS 7
- *DOCPRO* — программа для создания документации по эксплуатации системы в конкретных условиях ее применения
- *Win CC (Control Center)* — удобный инструмент для быстрого проектирования станций оператора, позволяет создавать схемы, протоколы, архивы, сообщения, графики и др.

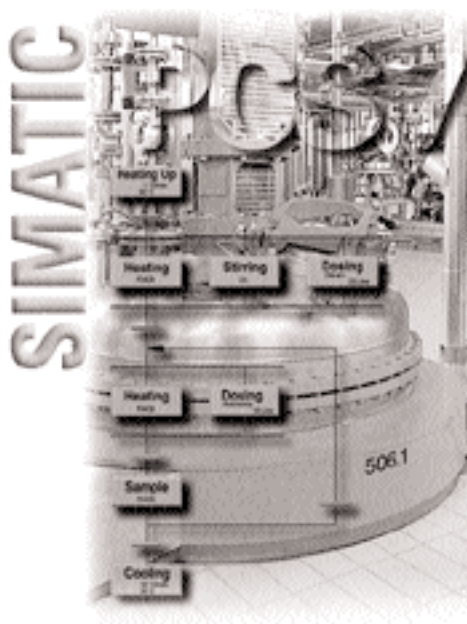
тирования и архивирования

- *DOCPRO* — программа для создания документации по эксплуатации системы в конкретных условиях ее применения
- *Win CC (Control Center)* — удобный инструмент для быстрого проектирования станций оператора, позволяет создавать схемы, протоколы, архивы, сообщения, графики и др.

Новые возможности системы SIMATIC PCS 7, Версия 5

Последняя версия системы отличается следующими особенностями:

- обеспечением полного резервирования, охватывающего все элементы системы — от децентрализованной периферии и системы шин до контрол-



лера и станций оператора. Последний из разработанных для системы PCS 7 контроллеров — AS417H — позволяет организовать активное резервирование путем параллельного включения двух контроллеров

- поддержкой структур "мультиклиент/сервер" с возможностью параллельной работы до 16 мультиклиентов и шести серверов одновременно
- наличием программы PCS 7-EDC (Event Driven Communication), позволяющей организовать обмен данными под управлением событий, что дает ощутимую прибавку производительности при большой разветвленности системы
- новой, не зависящей от используемой аппаратуры, концепцией драйвера
- расширением функциональных возможностей программных пакетов CFC и SFC
- расширенными возможностями при выборе станций оператора, а также повышением точности масштабирования систем
- использованием Fast Ethernet в качестве системной шины с возможностью резервирования
- наличием новой недорогой системной шины PCS 7-BCE (Basic Communication Ethernet) для применения в малых установках с простой конфигурацией системы
- наличием обновленного, полностью совместимого с ISA S88, программного пакета BATCH flexible
- наличием интерфейсов для подключения к системам различных уровней управления; возмож-

ностью использования Web-браузера, позволяющего осуществлять обмен данными между системами, находящимися на любом расстоянии друг от друга.

Заключение. С появлением системы PCS 7 компании Siemens удалось на основе стандартных компонентов создать открытую и универсальную платформу, которая может быть использована для решения любых технологических задач. Все компоненты системы объединяет общий способ представления данных, сквозная сеть коммуникации и общее программное обеспечение. Такой подход к проблеме автоматизации обеспечивает ощутимое уменьшение расходов, сокращает сроки проектирования, обучения персонала и ввода системы в эксплуатацию. Модернизация предприятия, оборудованного старыми системами, может происходить поэтапно.

Новая версия системы SIMATIC PCS 7, благодаря своей функциональности и производительности, сможет в еще большей степени удовлетворять потребности заказчиков.

Дополнительная информация может быть получена в сети Интернет по адресу:

www.ad.siemens.de/simatic-pcs7

ЛИТЕРАТУРА

1. *Meister der Vielseitigkeit/"Totally Integrated Automation". — Siemens, 1999, № 3.*
2. *Каталог Siemens ST-70, 1997.*

КОНТРОЛЛЕРЫ SIMATIC

НА ПИВОВАРЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ*

А. Мельниченко

В 450 км северо-восточнее Бангкока (Таиланд) находится развивающийся промышленный город Кон Кен (Khon Kaen). Для удовлетворения запросов потребителей пива в этом районе компания по производству пива Бангкока основала в Кон Кене новое предприятие с современным оборудованием и технологией, способное производить 4 млн. гектолитров пива ежегодно.

Контракт между отделением компании Siemens и пивоваренной компанией предусматривал комплексную автоматизацию второй очереди предприятия в Кон Кене, а также модернизацию первой очереди и установку системы уп-



равления всем предприятием. В соответствии с контрактом компания Siemens осуществила поставку системы управления производством SSTAR/BRAUMAT, а также обеспечила ввод ее в эксплуатацию и отладку программного обеспечения.

SSTAR/BRAUMAT — это удобная в эксплуатации, проверенная временем и

эффективная многопользовательская система с расширенной архитектурой "клиент-сервер" и высокой производительностью. Обработка, контроль и отображение данных осуществляются в реальном масштабе времени. Высокий уровень разработки и сервисного обслуживания обеспечивают безопасность эксплуатации системы.

* *Проект компании Siemens "New 4 Million hl Brewery at Khon Kaen, Thailand".*

Каждый из терминалов оператора позволяет наблюдать за ходом производственного процесса и в зависимости от поступающей информации вносить в него необходимые коррективы. Язык общения на любом из терминалов может быть выбран пользователем. Информация от объекта управления и терминалов оператора поступает в сервер для обработки и хранения.

Состав системы Sistar/Braumat:

- 27 терминалов оператора на базе ПК для управления, сбора, отображения и регистрации информации
- пять терминалов оператора на базе ПК для резервного хранения данных и измеренных параметров процесса управления
- 13 программируемых контроллеров SIMATIC S5-155U — управляющих элементов систем
- один резервный программируемый контроллер SIMATIC S5-155U
- сервер с базой данных ORACLE
- три терминала оператора информационно-управляющей системы
- ПК для резервного хранения данных контроллеров и терминалов.

Система шин и организация сети. Сеть системы создана на основе ВОЛС. Система шин состоит из промышленной сети Ethernet 1 для обмена данными между станциями ввода/вывода и управляющими элементами системы; промышленной сети Ethernet 2 для обмена данными между контроллерами S5-155U; шины TCP/IP для объе-

динения в сеть всех терминалов оператора.

Распределенное сервисное обслуживание.

Система спроектирована таким образом, что мониторинг процесса управления, отображение любых данных возможно не только непосредственно на предприятии, но и в штаб-квартире компании в Бангкоке. Ошибки в управлении при необходимости могут быть скорректированы обслуживающим персоналом компании Siemens из Вюрцбурга или Нюрнберга.

Результат автоматизации.

Автоматизация коснулась всех стадий технологического процесса: от получения солода и ферментации до хранения, фильтрации и разлива. Были автоматизированы такие вспомогательные процессы как водоснабжение, охлаждение, подача углекислого газа и другие.

В систему автоматизации включены:

3500 исполнительных устройств (клапанов, двигателей), 250 контроллеров, 120 графических дисплеев.

Проект выполнен в срок и полностью удовлетворил требования заказчика.

Несмотря на очень низкую цену рабочей силы в Таиланде, компания решила на внедрение передовых систем автоматизации пивоварения для достижения высокого качества продукции. Отличное оборудование, поставленное одной из старейших компаний, специализирующихся на пивоварении, и система управления производством Sistar/Braumat компании Siemens обеспечили выполнение сложных технических и технологических задач при строительстве нового пивоваренного завода в Таиланде.



Издательство "ДОДЭКА"
представляет
ежегодный
каталог:



**"Сектор Электронных Компонентов.
Россия - 2000"**

- Добавлено 300 новейших отечественных микросхем
- Путеводитель по продукции 60 ведущих зарубежных фирм
- Описаны ВСЕ отечественные транзисторы
- Только перечень приборов занимает 130 страниц

Вы можете разместить в этом уникальном издании свою рекламу

Наш адрес: 105318, Москва, а/я 70, ул. Щербаковская, 53
тел./факс: (095) 366-8145, 366-2429, 366-0922; e-mail: reclama@dodzka.ru

НОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА AUTOLOG



Систематически представляемая в журнале серия изделий AutoLog, предназначенных для автоматизации производства, пополнилась описанными в статье "интеллектуальными" устройствами: модулем AutoLog MODBUS/TCP/IP и панелью оператора AutoLog 1093D.

Модуль Autolog MODBUS/TCP/IP

Для более полного использования возможностей сети Ethernet фирмой FF-Automation разработан и выпускается модуль AL-MODBUS/TCP/IP, предназначенный для мониторинга, передачи данных и сигналов управления.

Области применения модуля:

- промышленная автоматика
- дистанционное управление
- модемы и радиомодемы
- пульты управления
- промышленные роботы
- линии сборки.

Почти все программируемые логические контроллеры, встроенные в устройства автоматизации и производственные системы автоматизации, используют протоколы MODBUS M/S и TCP/IP для передачи данных по сети Ethernet. Для выполнения таких операций предназначен модуль AL-MODBUS/TCP/IP, отличающийся следующими преимуществами:

- возможностью использования существующих сетевых решений
- быстротой преобразования и доступностью
- адаптацией протоколов MODBUS, TCP/IP с Ethernet.

Модуль обеспечивает следующие возможности подключения оборудования к сети Ethernet:

- до 8 MASTER/SLAVE станций
- отсутствие ограничений числа SLAVE станций
- Ethernet TCP/IP — MODBUS RTU и ASCII протоколы
- порт 10 BaseT и AUI-Ethernet (10 Мбайт/с)
- RTS/CTS подтверждение установления связи.

Панель оператора Autolog 1093D

Выросла эффективность недорогих опера-



торских интерфейсов Autolog, удобных для замены цифровых дисковых переключателей, кнопок, клавиатуры, световых индикаторов и дисплеев. Снижение затрат обеспечивается также возможностью программирования встроенного контроллера и получения необходимого количества входов/выходов. Упрощается и становится более наглядным управление устройством, в котором они устанавливаются.

Интегрированный операторский интерфейс AL1093D — это дисплей/клавиатура, не требующая никакого дополнительного ПО, т.к. все версии применения программируются контроллером. Дисплей предназначен для отображения измеренных значений и коротких текстов. Его также просто использовать как пользовательский интерфейс. Такое интегрирование функций сокращает время ввода в эксплуатацию и позволяет упростить техническое обслуживание.

Основные параметры:

- подключение через шину I²C
- 2×16 буквенно-цифровой ЖКИ дисплей с подсветкой
- 16 клавиш (0-F)
- 6 индикаторных светодиодов
- часы и календарь
- высокая помехоустойчивость
- рабочий диапазон температур 0 — 55 °C
- размеры 180×113×20 мм
- масса 350 г
- открытая конструкция
- может быть поставлен с разработанной клиентом лицевой панелью.

Дополнительную информацию о продукции фирмы FF-Automation можно получить в сети Интернет по адресу:

<http://www.ff-automation.com>



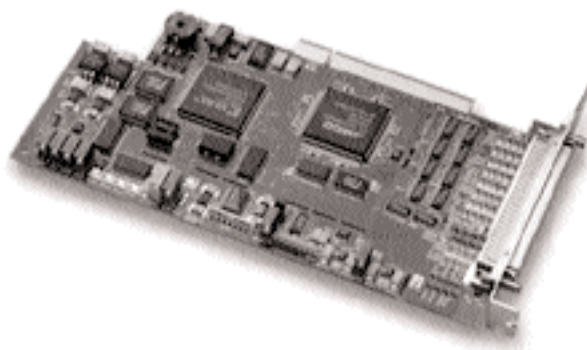
НОВЫЕ ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ НА ВЫСТАВКЕ **Productronika 99**



Наряду с технологиями, оборудованием и материалами для производства электроники на выставке Productronika 99 были широко представлены автономные электроизмерительные приборы и встраиваемые средства измерений.

В. Романов

Среди производителей — известная фирма **KEITHLEY** (США), которая уже более полувека доминирует на рынке измерительной техники. На стендах фирмы можно было ознакомиться с высокоточными мультиметрами, сверхчувствительными электрометрами, встраиваемыми модулями ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов с PCI, ISA и GPIB интерфейсами. Цифровые мультиметры этой фирмы предназначены для измерения напряжения, тока, сопротивления, температуры с разрешением до $8\frac{1}{2}$ десятичных разрядов. Диапазон по напряжению — от 100 нВ до 1 кВ, по сопротивлению — от 100 мкОм до 100 МОм. При максимальном разрешении производительность достигает 50 измерений в секунду. Электрометры фирмы **KEITHLEY** представляют собой те же мультиметры, но отличающиеся измерением более высоких сопротивлений до 10^{12} Ом и сверхнизким уровнем измеряемого тока 10^{-15} А, что позволяет с помощью такого прибора непосредственно измерять величину электрического заряда. Наряду с автономными приборами фирма **KEITHLEY** выпускает широкий набор встраиваемых модулей. Наибольшей популярностью среди разработчиков виртуальных приборов пользуются системы сбора и обработки данных семейства KPCI-1800НС. Они имеют до 64 входных аналоговых каналов, обладают широким диапазоном входных сигналов от ± 0.02 до ± 10 В. Частота преобразования составляет 333 кГц, разрешение — 12 разрядов. В составе модулей внутренняя FIFO-память, внутренние таймеры-счетчики. Кроме аналоговых входов имеются четыре дискретных входа, а также два аналоговых и восемь дискретных выходов. Семейство KPCI-1800НС предназначено для работы в среде WIN95/98, WIN NT. Выходная шина — ISA или PCI. Подробную информацию о новых изделиях фирмы **KEITHLEY**



*Встраиваемая система сбора и обработки данных фирмы **KEITHLEY***

можно получить в сети Интернет по адресу: www.keithley.com

В программе немецкой фирмы **Meilhaus Electronic** большой выбор встраиваемых систем сбора и обработки данных с шинными интерфейсами типа ISA, PCI и CompactPCI (CPCI). Все они имеют по 16 аналоговых входных каналов, АЦП с 12-разрядным разрешением 2×16 дискретных входа/выхода. На входе использован усилитель с программируемым коэффициентом усиления 1, 2, 4, 8. В каждом из четырех семейств имеются модули, в состав которых входят ЦАП. Частота преобразования (в зависимости от типа) от 300 до 500 кГц. Стоимость подобной платы колеблется от 1000 до 350 немецких марок. Все модули работают в среде WIN95/NT. В качестве прикладного ПО может быть использован пакет LabVIEW фирмы National Instruments. Подробно об этих и других устройствах фирмы **Meilhaus Electronic** можно узнать в сети Интернет по адресу: www.meilhaus.de

Фирма **PREMA**, образованная в 1970 г., известна прежде всего своими прецизионными мультиметрами и измерителями температуры. В основу мультиметров положен запатентованный фирмой метод двойного интегрирования, на основе которого обеспечивается точность измерения $8\frac{1}{2}$ десятичных разрядов, разрешение по постоянному напряжению составляет 10 нВ, по сопротивлению 10 мкОм, по переменному напряжению 100 нВ. Стабильность мультиметра в течение суток — 1 ppm, в течение года — 7 ppm. Высокоточный многоканальный измеритель температуры типа 3040 имеет точность не хуже 0.002 °С. Кроме перечисленных изделий фирма **PREMA** освоила в последнее время выпуск кремниевых пластин диаметром 150 мм и заказных БИС.

Подробно с программой фирмы можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: www.prema.com

СРЕДСТВА ОТЛАДКИ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ



WHITE MOUNTAIN DSP

Фирма Analog Devices постоянно развивает семейство сигнальных процессоров с супергарвардской архитектурой (SHARC DSPs). Эти процессоры находят широкое применение в системах связи, обработки изображений и речевых сообщений, в криптографических системах и т. п. С развитием сигнальных процессоров совершенствуются и средства их отладки. Лидером в области разработки аппаратных и программных средств отладки сигнальных процессоров с SHARC архитектурой является компания White Mountain DSP, приобретенная Analog Devices в 1999 г. Средства отладки этой компании отличаются простотой эксплуатации и высокой эффективностью, существенно сокращают время проектирования систем на основе сигнальных процессоров фирмы Analog Devices. Продукция White Mountain DSP включает как простейшие отладочные наборы, так и сложные эмуляторы, поддерживающие различные типы вычислительных платформ. Ниже представлены средства отладки компании White Mountain DSP для сигнальных процессоров с SHARC архитектурой.

Эмулятор Apex-ICE™ с шиной USB

Apex-ICE — первый портативный эмулятор с шиной USB, предназначенный для отладки систем на основе сигнальных процессоров семейства SHARC. Эмулятор подключается кабелем длиной 5 м к настольному или портативному компьютеру. Особенно эффективен в качестве мобильного средства отладки.



Эмулятор Trek-ICE™, подключаемый к локальной сети Ethernet

Эмулятор предназначен для дистанционной отладки с использованием локальной сети и рабочих станций с архитектурой PC или Sun. Работает в программной среде Windows 9x, Windows NT или Solaris 2.x. Эмулятор подключается к сигнальному процессору семейства SHARC через порт JTAG.



Эмулятор Summit-ICE™ с шиной PCI

Эмулятор выполнен в виде одноплатного модуля с шиной PCI, устанавливаемого в ПК, и может использоваться для отладки любых сигнальных процессоров семейства ADSP2106x и SHARC процессоров второго поколения (в частности, ADSP-21160). Подключение эмулятора к 16-разрядным или 32-разрядным SHARC процессорам осуществляется через порт JTAG.



Эмулятор Mountain-ICE™ с шиной ISA

Эмулятор выполнен в виде одноплатного модуля с шиной ISA, устанавливаемого в ПК, и предназначен для отладки сигнальных процессоров семейства SHARC, подключенных через порт JTAG, и комплектуется драйверами, работающими в программной среде



Windows 95/98 или Windows NT. Эмулятор создан на базе всесторонне проверенного эмулятора ICEPAC.

Отладочная плата ADSP-21065L EZ-LAB®

ADSP-21065L EZ-LAB — демонстрационная и отладочная плата для сигнального процессора ADSP-21065L. Плата содержит ОЗУ объемом 544 кбит, память SDRAM объемом 1М×32 бит, коммутационную панель для установки микросхемы ПЗУ объемом 256 К×8 бит и дуплексный 16-разрядный аудиокодек. Подключение платы к ПК осуществляется через интерфейс RS-232. Процессор устанавливается на отладочную плату или подключается к ней через порт JTAG. В состав ПО, прилагаемого к плате, кроме стандартного набора средств отладки включены демонстрационные задачи для БПФ и полосового фильтра.



Отладочное программное обеспечение Visual DSP®

Visual DSP — отладочное ПО сигнальных процессоров семейства SHARC, предназначенное для ПК с архитектурой PC и Sun. ПО работает в среде Windows 95/98, Windows NT, Solaris и содержит C компилятор и дебаггер на языке ассемблера или C. Visual DSP поддерживает как однозадачный, так и многозадачный режим работы сигнальных процессоров, обеспечивает автоматическую отладку и тестирование процессора.

