

**ЭЛЕКТРОННЫЕ  
КОМПОНЕНТЫ  
И СИСТЕМЫ**

2000 апрель № 4 (32)

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.В. Малиновский  
Г.Д. Местечкина  
В.А. Тодосийчук  
С.В. Яковлев

**Набор:**  
А.В. Ходищенко

**Верстка:**  
М.С. Заславская

**Дизайн 2 стр. обложки:**  
А.А. Чабан

**Адрес редакции:**  
01033, Киев-33,  
ул. Владимирская, 101

**Телефоны:**  
(044) 227-2262  
(044) 227-1356

**Факс:**  
(044) 227-3668

**E-mail:**  
vdmals@carrier.kiev.ua

**Интернет:**  
www.vdmals.kiev.ua

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

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

Формат 60x84/8  
Тираж 1000 экз.  
Зак. № 1530495

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

**СОДЕРЖАНИЕ****ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ**

Электролитические конденсаторы с двойным слоем.....3

**ДАТЧИКИ И ИЗМЕРИТЕЛИ**

Линейные и матричные датчики изображений.....4

**АЦП И ЦАП**

Многофункциональные высокоскоростные АЦП.....6

TLV571 — экономичный АЦП.....7

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ**

Электронные балласты для люминесцентных ламп.....7

Проблемы энергосбережения и DC/DC преобразователи.....11

**ДИСПЛЕИ И МОНИТОРЫ**

Символьные ЖКИ дисплеи фирмы Volymín.....14

ЖКИ дисплеи фирмы ROHM.....19

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ****ФИРМЫ ANALOG DEVICES**

Электропитание.....21

**СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ**

Использование флэш-памяти в микроконтроллерах.....29

**СРЕДСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

Мобильные телекоммуникации будущего.....33

**КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Построение устройств, управляемых по сети Интернет.....40

Интегрированные программные средства Dynamic C™.....43

**ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ И СЕМИНАРЫ**

Семинар фирмы Analog Devices.....44

Elcom 2000 Украина.....46

Конференция европейских дистрибьюторов компании RACE....47

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ**

Широкополосные операционные усилители  
с автокоррекцией смещения нуля.....48



**ELECTRONIC  
COMPONENTS  
AND SYSTEMS**

April 2000 No 4 (32)

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**  
M.S. Zaslavskaya  
**Design**  
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.

# CONTENTS

## PASSIVE COMPONENTS

Double Layer Electrolytic Capacitors.....3

## SENSORS

CCD Image Sensors.....4

## A/D & D/A CONVERTERS

Multifunctional High Speed ADCs.....6

Power Saving ADC TLV571.....7

## POWER SUPPLIES

Energy Efficient Semiconductors for Lighting.....7

Energy Saving and DC/DC Converters.....11

## DISPLAYS AND MONITORS

Character LCD Displays by Bolymin.....14

LCD Displays by ROHM.....19

## THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN

Power Management.....21

## DSPs AND MICROCONTROLLERS

Utilization of Flash-Memory in Microcontrollers.....29

## TELECOMMUNICATIONS

Mobile Telecommunications in the Future.....33

## CONTROL AND AUTOMATION

Design of Devices Controlled via Internet.....40

Integrated Development System Dynamic C™.....43

## EXHIBITIONS, CONFERENCES AND SEMINARS

Seminar of Analog Devices, Inc.....44

Elcom 2000 Ukraine.....46

PACE FY 2000 European March Sales Seminar.....47

## PERSPECTIVE PRODUCTS

Zero-Drift, Rail-to-Rail Input/Output Operational Amplifiers.....48



# ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ КОНДЕНСАТОРЫ С ДВОЙНЫМ СЛОЕМ

*Электrolитические полярные конденсаторы с двойным слоем, известные также как ультра-конденсаторы, суперконденсаторы или ионисторы, представляют новое поколение электрохимических элементов для накопления энергии. Эти конденсаторы обладают сверхвысокой энергоёмкостью и предназначены для использования в качестве резервных источников тока в системах защиты от пропадаания напряжения питания и системах запуска двигателей. В статье рассмотрены особенности и области применения этих конденсаторов, выпускаемых крупнейшими производителями пассивных компонентов — компаниями EPCOS и BC Components.*

**А. Ермолович**

Физические эффекты, положенные в основу функционирования конденсаторов с двойным слоем, известны с 1853 г., однако только достижения технологии двух последних десятилетий позволили создать коммерческие изделия. По удельной энергоёмкости, скорости заряда, максимальному току разряда и количеству циклов заряд-разряда конденсаторы с двойным слоем занимают нишу между обычными электролитическими конденсаторами и аккумуляторами (табл. 1). Такой набор параметров определяет основные области их применения: устройства резервного электропитания для защиты аппаратуры с непрерывным режимом работы от выключения основного источника питания и устройства формирования больших импульсных токов, необходимых для запуска электропривода.

**Таблица 1. Сравнительные параметры кислотных аккумуляторов, электролитических конденсаторов и конденсаторов с двойным слоем**

Параметр	Кислотные аккумуляторы	Конденсаторы:	
		с двойным слоем	электролитические
Время заряда	1.5 ч	0.3...30 с	10 <sup>-6</sup> ...10 <sup>-3</sup> с
Время разряда	0.3...3 ч	0.3...30 с	10 <sup>-6</sup> ...10 <sup>-3</sup> с
Удельная энергия (Вт·ч/кг)	10...100	1...10	<0.1
Удельная мощность (Вт/кг)	<1000	<10000	<100000
Число циклов заряда	<1000	>500000	>500000

Недостаток конденсаторов с двойным слоем — низкое рабочее напряжение. Для повышения рабочего напряжения эти конденсаторы включают

последовательно так же, как обычные конденсаторы (с использованием внешних резисторов, включаемых параллельно конденсаторам для компенсации влияния токов утечки).

**Конденсаторы компании BC Components** предназначены для использования в качестве резервного источника питания полупроводниковой КМОП-памяти. Конденсаторы серии 196 DLC выпускаются с рабочими напряжениями 5.5 В для диапазона рабочих температур -25...85 °С или с напряжением 6.3 В для диапазона рабочих температур -25...70 °С. Габариты конденсатора минимальной ёмкости (0.047 Ф) — диаметр 13 мм, высота 7 мм; габариты конденсатора максимальной ёмкости (1 Ф) — диаметр 21 мм, высота 7.5 мм. Эти конденсаторы монтируются на платы так же, как обычные электролитические конденсаторы.

*Дополнительную информацию о конденсаторах с двойным слоем компании BC Components можно получить в сети Интернет по адресу: [www.bccomponents.com](http://www.bccomponents.com)*

**Конденсаторы компании EPCOS** предназначены для формирования мощных импульсов тока и использования в качестве резервных источников для кратковременного питания аппаратуры. Малое значение омического сопротивления этих конденсаторов позволяет использовать их для снижения нагрузки основного источника питания в пусковых режимах двигателей автомобилей и рельсового транспорта. Основные параметры таких конденсаторов и силовых модулей на их основе приведены в таблице 2.

*Дополнительную информацию о конденсаторах с двойным слоем компании EPCOS можно получить в сети Интернет по адресу: [www.epcos.com](http://www.epcos.com)*

**Таблица 2. Параметры конденсаторов и модулей компании EPCOS**

Ёмкость, Ф	Напряжение, В	Энергия, Дж	Макс. ток утечки, мА	Последовательное сопротивление, мОм	Макс. ток заряда/разряда, А	Диапазон раб. температур, °С	Габариты, мм	Масса
Конденсаторы								
8	2.3	21.2	0.100	125	3	-20...60	29×23.3×4.2	6 г
100	2.3	265	0.300	10	30	-20...60	56.7×33.6×16.1	34 г
2700	2.3	7140	6	1	400	-20...60	164×62×62	725 г
Модули								
450	13.8	42900	8	6.5	400	-30...60	объём 3.9 л	4.5 кг
96	56	151000	5	25	400	-20...55	430×220×610	37 кг

## ЛИНЕЙНЫЕ И МАТРИЧНЫЕ ДАТЧИКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Сведения о датчиках изображений различных фирм-изготовителей неоднократно публиковались на страницах ЭЖИС (1999, №№ 7, 9, 12). Ниже подробно рассмотрены датчики фирмы Eastman Kodak.

**В. Голуб**

Фирма с мировым именем **Eastman Kodak** была образована в конце XIX столетия (Rochester, штат New-York, США). Первыми изделиями этой фирмы были пластинки для фотокамер. Для нанесения на них фоточувствительного слоя использовалась машина, которую изобрел основатель фирмы George Eastman.

Новинка фирмы — цветная цифровая фотокамера DC215, имеющая 1 млн. элементов разложения. Другие фотокамеры фирмы DC280 и DC290 обладают еще более высоким разрешением (число элементов разложения превышает 2 млн.).

Основными элементами фото- и видеокамер, сканеров и других светочувствительных приборов являются датчики изображений. Выпускаемые фирмой Kodak, ее отделением Microelectronics Technology Division, датчики основаны на принципе ПЗС (CCD) [1, 2]. ПЗС был изобретен в шестидесятых годах как устройство оперативной памяти для компьютера. Позже "проявилось" свойство, которое стало основным при использовании ПЗС, — преобразование изображений в электрические заряды.

Фирма Eastman Kodak наряду с другой продукцией (пленочными и цифровыми фотокамерами, светочувствительными материалами и др.) занимается разработкой и производством ПЗС-

датчиков изображений. Датчики используются для сканирования плоских изображений, получения натуральных неподвижных и подвижных изображений при помощи фото- и видеокамер и для других целей. Регистрируемые изображения могут быть черно-белыми (монохромными) и цветными и иметь разрешение, превышающее 10 тыс. элементов для линейного и 16 млн. для прямоугольного изображений. Датчики используются во всех сферах жизнедеятельности человека — в быту, на производстве и транспорте, в авиации и космонавтике, в медицинских приборах и научных исследованиях.

Датчики изображений, выпускаемые фирмой Eastman Kodak, параметры которых приведены в таблице, подразделяются на:

- линейные (линейно-матричные) — KLI-2113 и др.
- матричные типа "Full Frame" — KAF-0261, KAF-0401, KAF-0401L и др.
- матричные типа "Full Frame - E" — KAF-0261E, KAF-0401E, KAF-0401LE и др.
- матричные типа "Full Frame - CE" — KAF-2001CE и др.
- матричные типа "Interline" — KAI-0311M и др.

**Линейные датчики (Linear Sensors)**, как и матричные, предназначены для получения монохромных и цветных изображений. Монохромные датчики содержат один ряд, а цветные — три ряда чувствительных элементов (пикселей). Разре-

**Параметры датчиков изображений фирмы Eastman Kodak**

Тип датчика	Количество пикселей	Размер пиксела, мкм	Размер матрицы	Цветной/монохромный	Кол-во выходных каналов	Частота считывания, МГц
KLI-2113	2098×3	14.0×14.0	29.37×0.24	+/-	3	20
KLI-5001	5000×1	7.0×7.0	35.0×0.007	-/+	1	12.5
KLI-6003	6000×3	12.0×12.0	72.0×0.3	+/-	3	10
KLI-8811	8800×1	7.0×7.0	61.3×0.007	-/+	1	30
KLI-8813	8000×3	9.0×9.0	72.0×0.3	+/-	3	8
KLI-10203	10200×3	7.0×7.0	71.4×0.3	+/-	3	10
KAF-0261, KAF-0261E	512×512	20.0×20.0	10.2×10.2	-/+	2	5
KAF-0401(L), KAF-0401E(LE)	768×512	9.0×9.0	6.9×4.6	+/+	1	20
KAF-1001, KAF-1001E	1024×1024	24.0×24.0	24.6×24.6	-/+	2	5
KAF-1301(L), KAF-1302E(LE)	1280×1024	16.0×16.0	20.5×16.4	+/+	1	20
KAF-1401, KAF-1401E	1320×1037	6.8×6.8	8.98×7.04	-/+	1	20
KAF-1600(L) KAF-1602E(LE)	1536×1024	9.0×9.0	14.0×9.29	+/+	1	20
KAF-4202	2048×2048	9.0×9.0	18.4×18.4	-/+	1	20
KAF-6303	3088×2056	9.0×9.0	27.65×18.43	-/+	1	10
KAF-16801	4096×4096	9.0×9.0	36.86×36.86	-/+	1	20
KAF-2001CE	1732×1172	13×13	22.5×15.2	+/-	1	10
KAF-3000CE	2016×1512	9×9	18.1×13.6	+/-	1	10
KAF-3040CE	2144×1432	6.8×6.8	14.6×9.7	+/-	1	10
KAF-6302CE	3052×2016	9×9	27.5×18.1	+/-	1	10
KAI-0311M	640×680	9.0×9.0	5.76×4.32	+/+	2	20
KAI-0372M	768×484	11.6×13.6	8.91×6.58	+/+	1	14.3
KAI-1003M	1024×1024	12.8×12.8	13.1×13.1	-/+	2	20
KAI-1010M	1024×1024	9.0×9.0	9.22×9.22	+/+	2	20
KAI-2093M	1928×1084	7.4×7.4	14.27×8.02	+/+	2	38
KAI-4000	2048×2048	7.4×7.4	15.16×15.16	+/+	4	20



шение датчиков достигает 10200 при длине ряда 71.4 мм в трехрядном датчике KLI-10203. Помимо указанного пространственного разрешения, датчики характеризуются временным разрешением, определяемым частотой считывания информации с пикселей. Для указанного выше датчика KLI-10203 частота считывания составляет 10 МГц, а для монохромного KLI-8811 — 30 МГц. На рис. 1, а показан внешний вид датчика KLI-2113.

**Матричные** (прямоугольные) **датчики типов "Full Frame"** (КАФ-0261 и др.) и **"Full Frame - E"** (КАФ-0261Е и др.) отличаются между собой спектрами воспринимаемого светового излучения.

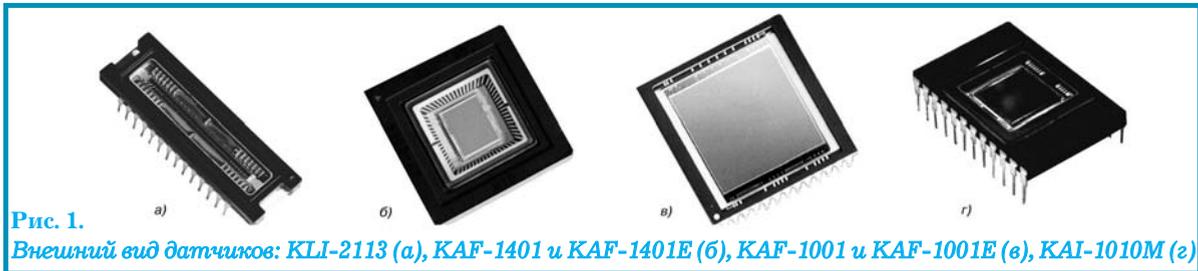


Рис. 1.

Внешний вид датчиков: KLI-2113 (а), KAF-1401 и KAF-1401Е (б), KAF-1001 и KAF-1001Е (в), KAI-1010М (г)

Датчики "Full Frame - E", называемые также Blue Plus Image Sensors, более совершенны, они обладают повышенной чувствительностью в области синего излучения. Технология изготовления этих датчиков запатентована фирмой. Спектральные характеристики датчиков KAF-1401 и KAF-1401Е (обоих типов) показаны на рис. 2, а их внешний вид — на рис. 1, б. Аналогами датчиков KAF-0261Е, KAF-0401Е, KAF-0401LE, ... (типа "Full Frame - E") являются KAF-0261, KAF-0401, KAF-0401L, ... (типа "Full Frame"). Датчик KAF-16801 (типа "Full Frame") обладает самым высоким разрешением среди матричных датчиков — 4096×4096. На рис. 1, в показан внешний вид датчиков KAF-1001 и KAF-1001Е.

**Матричные датчики типа "Full Frame - SE"** (КАФ-2001СЕ и др.) являются более совершенными. Все они предназначены для цветных фотокамер и обладают, как и датчики "Full Frame - E", повышенной чувствительностью в области синего излучения. Датчики снабжены встроенными оптическими линзами для каждого пиксела, обеспечивающими максимальное использование поступающего светового потока и повышающими чувствительность. Габаритные размеры датчиков определяются, в основном, площадью матрицы. Корпуса датчиков — керамические, типа DIL, с 24 или 26 выводами. Максимальным разрешением, составляющим 3052×2016, обладает датчик KAF-6302СЕ.

**Матричные датчики типа "Interline"** (КАИ-0311М и др.). В датчиках используется "буферный" регистр памяти, располагаемый на кристалле между рядами пикселей. Информация, считываемая с пикселей, заносится в регистр, освобождая их для получения новых данных. В результате, одновременно обеспечиваются считывание информации и регистрация новой, что повышает быстродействие и возможность более совершенной регистрации подвижных изображений. На рис. 1, г показан новейший из датчиков типа "Interline" — КАИ-1010М.

Датчики "Interline" КАИ-0371М (640×480) и

КАИ-1001 использовались в составе камер DVC300 (видео) и ES-1.0 фирмы Kodak в исследовательских полетах космических кораблей к планете Марс в 1997/98/99 годах.

**Оценочные платы датчиков и ПЗС-процессоры.** Фирма Eastman Kodak помимо датчиков поставляет также оценочные платы, позволяющие ознакомиться с датчиками и оценить их возможности. Это — Kodak Digital Science™ KLI Series Evaluation Board (для трехрядных линейных датчиков) и Kodak KAF-Series Evaluation Board (для всех трех типов датчиков Full Frame).

В оценочных платах используются, в частности, ПЗС-процессоры AD9816 фирмы Analog Devices. Процессор AD9816 — один из представителей семейства процессоров AD9801/02/03/05/07/14/16/22, специально разработанных и выпускаемых фирмой Analog Devices для работы с ПЗС, а также CIS датчиками [3].

Подробнее с датчиками изображений фирмы Eastman Kodak и оценочными платами к ним можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: [www.kodak.com/go/ccd](http://www.kodak.com/go/ccd)



Рис. 2. Спектральные характеристики датчиков KAF-1401 и KAF-1401Е

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Приборы с зарядовой связью/Под ред. Д.Ф. Барба. — М.: Мир, 1982.
2. Charge-coupled device (CCD) image sensors // Kodak CCD Primer # KCP-001.
3. Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning. — Analog Devices, 3/99.

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ АЦП\*

Новые микросхемы АЦП THS1030 и THS1031 фирмы Texas Instruments предназначены для обработки видеосигналов, поступающих с выхода ПЗС-матриц. Кроме этого, высокая скорость и точность преобразований, один источник питания, малая мощность потребления определяют основные сферы применения THS1030 и THS1031 — высокоскоростные системы сбора данных, средства телекоммуникаций, видеокамеры и другие устройства для обработки видеосигналов (оптические цветные сканеры, копировальные аппараты, цифровые электронные камеры).

### В. Охрименко

АЦП THS1030 полностью совместим по расположению выводов с TLC876, который был разработан ранее, что позволяет путем простой замены TLC876 на более совершенный и производительный THS1030 улучшить параметры уже существующих систем (увеличить скорость обработки данных на 50 %, повысить отношение сигнал/шум на 5 дБ) без увеличения потребляемой мощности.

В состав THS1031 (см. рисунок) входят 10-разрядный АЦП (А/D) со скоростью преобразования от 5 до 30 MSPS; усилитель с программируемым коэффициентом усиления (PGA); 10-разрядный ЦАП (CLAMP DAC) для фиксации напряжения смещения, который, к примеру, может использоваться для восстановления постоянной составляющей видеосигнала. THS1030 отличается от THS1031 тем, что в его составе нет PGA и ЦАП. Встроенные в THS1031 PGA и высокоточный цифровой источник напряжения смещения (ЦАП) позволяют избавиться от внешних компонентов, выполняющих перечисленные функции, что уменьшает габариты и мощность потребления, а также снижает стоимость системы в целом. Кроме того, в составе THS1031 имеются внутренний источник эталонного напряжения с возможно-

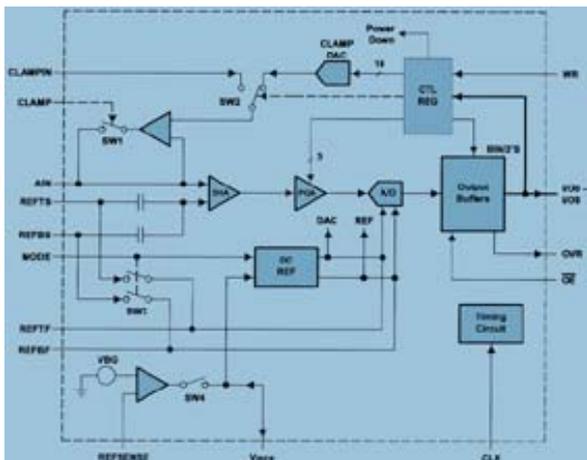
стью регулировки; цепи синхронизации (Timing Circuit), формирующие временную диаграмму работы преобразователя; выходной буфер (Output Buffers), обеспечивающий выдачу 10-разрядных данных преобразования в двоичном или дополнительном коде и прием цифрового кода в ЦАП для формирования напряжения смещения; регистр управления (CTL REG). В микросхемах АЦП предусмотрена также возможность подключения внешних источников напряжения смещения (CLAMPIN). Для расширения функциональных возможностей в АЦП предусмотрена возможность преобразования дифференциального входного сигнала. В АЦП имеется режим работы с пониженным энергопотреблением, что достигается отключением PGA и ЦАП. Переход в режим пониженного энергопотребления выполняется программно (устанавливается состоянием бита в регистре управления).

Микросхемы изготовлены по КМОП-технологии и выпускаются в корпусах 28-TSSOP или 28-SOIC для рабочего диапазона температур от -40 до 85 °С. Предполагаемая стоимость THS1031 составляет \$ 4.15, а THS1030 — \$ 3.75 (в партии 1000 шт.).

Подробную информацию о микросхемах АЦП THS1031 и THS1030 можно получить в сети Интернет по адресу: [www.ti.com/aap.3548u](http://www.ti.com/aap.3548u)

### Перечень основных параметров THS1031

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания, В	от 2.7 до 5.5
Мощность потребления (типичное значение при $E_p=3$ В), мВт	80
Разрядность АЦП, бит	10
Максимальная скорость преобразования, MSPS	30
Количество аналоговых входов	1
Максимальная частота входного сигнала, МГц	150
Диапазон программирования коэффициента усиления, дБ	от -6 до 12
Отношение сигнал/шум, дБ	56
Дифференциальная нелинейность (максимальное значение), ЕМР	±1
Интегральная нелинейность (максимальное значение), ЕМР	±2



Архитектура THS1031

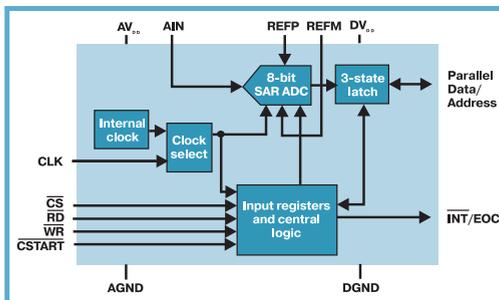
\* [www.ti.com/sc/docs/news/2000/00006.htm](http://www.ti.com/sc/docs/news/2000/00006.htm)



## TLV571 – ЭКОНОМИЧНЫЙ АЦП\*

TLV571 — одноканальный 8-разрядный аналого-цифровой преобразователь. Мощность потребления TLV571 составляет 12 мВт при напряжении питания 3 В и 35 мВт при 5 В. Предусмотрен режим работы с уменьшенным энергопотреблением (power down), в котором ток потребления составляет максимум

10 мкА. Частота преобразования TLV571 составляет 1.25 МГц при напряжении 5 В и 625 кГц при напряжении 3 В. Максимальное значение интегральной и дифференциальной нелинейности не более  $\pm 0.5$  ЕМР. Напряжение входного сигнала может изменяться в диапазоне от 0 до напряжения источника питания. Данные преобразования передаются через 8-разрядный параллельный



особенно привлекательным для применения в экономичных средствах связи, измерительных портативных приборах с батарейным питанием, в медицинском оборудовании.

АЦП TLV571 выпускается в корпусе с 32 выводами и совместим по выводам с TLV1571/78. Предполагаемая стоимость составляет \$ 2.20 (в партии 1000 шт.).

порт, логика управления которым обеспечивает подключение TLV571 к универсальным микроконтроллерам и цифровым сигнальным процессорам TMS320.

Малая мощность потребления, один источник питания (от 2.7 до 5.5 В) делают TLV571

\* Technology Innovations. — Texas Instruments. Vol. 2. January 2000.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЛЛАСТЫ ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

*Причина бурного роста рынка электронных балластов заключается в том, что, несмотря на то, что система "высокочастотный электронный балласт-лампа" является сложным и относительно дорогим электронным и светотехническим комплексом, она имеет существенные преимущества перед лампами с обычными индуктивными балластами, работающими на промышленной частоте.*

**В. Макаренко**

Объём зрительной информации человека об окружающем мире составляет более 50 % всей получаемой информации. Поэтому такое большое значение придается качеству искусственного освещения, без которого невозможно обойтись в промышленности, сельском хозяйстве, в административных, культурных, учебных учреждениях и организациях, на транспорте, в быту, то есть там, где искусственное освещение помогает продлить активную трудовую деятельность человека, обеспечить его отдых и комфорт.

При этом качественное освещение должно быть еще и экономичным. Выполнению этого

требования способствует новое поколение люминесцентных ламп и галогенных ламп накаливания, все больше и больше заменяющих электрические лампы накаливания в различных областях применения. Эти источники света являются важнейшим реальным средством энергосбережения и сохранения окружающей среды и играют главенствующую роль в государственных программах энергосбережения всех экономически развитых стран.

Галогенные лампы по сравнению с традиционными лампами накаливания характеризуются более высокой световой отдачей на ватт потребляемой мощности, превышающей световую отдачу обычной лампы накалива-

ния в 1.5...2 раза, и примерно в 2 раза более длительным сроком службы (до 2000 часов вместо 1000 часов для лампы накаливания). Их применение позволяет добиться значительной миниатюризации осветительных приборов. Появление в конце 70-х годов люминесцентных ламп нового поколения, так называемых "компактных люминесцентных ламп", существенным образом повлияло на рост доли люминесцентных ламп в источниках света, применяемых для освещения жилых и общественных помещений. Новые лампы объединили в себе преимущества ламп накаливания (небольшие габариты, возможность включения в электрическую сеть через обычный патрон для

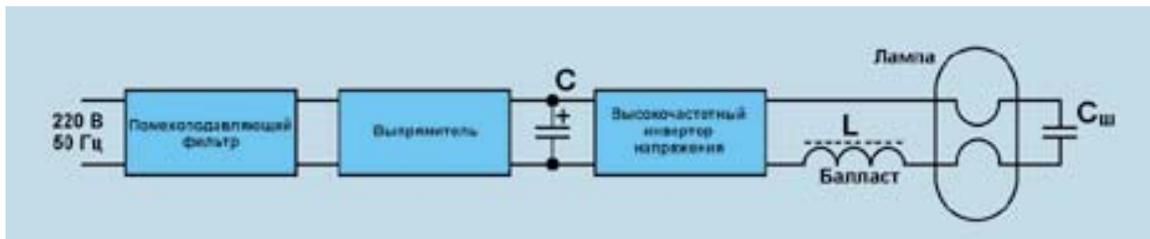


Рис. 1. Функциональная схема электронного балласта

ламп накаливания, хорошую цветопередачу) и стандартных люминесцентных ламп — высокую световую отдачу (в среднем в 5 раз выше отдачи лампы накаливания той же мощности) и длительный срок службы (до 8000 часов).

Рост рынка люминесцентных ламп и галогенных ламп накаливания вызвал бурный подъем производства электронных балластов для них. Сегодня рынок электронных балластов для люминесцентных ламп и галогенных ламп накаливания является одним из наиболее динамично развивающихся. Причина такого бурного роста рынка электронных балластов заключается в том, что, несмотря на то, что система "высокочастотный электронный балласт-лампа" является сложным и относительно дорогим электронным и светотехническим комплексом, она имеет существенные преимущества перед лампами с обычными индуктивными балластами, работающими на промышленной частоте, а именно [1]:

- сниженные потери мощности при повышенной светоотдаче
- малые масса и габариты балласта и, следовательно, низкая материалоемкость, а также возможность встраивания балласта в стандартный цоколь
- практически отсутствуют пульсации светового

потока лампы и, как следствие, повышается комфортность освещения

- высокое значение коэффициента мощности по входу (Power Factor >0.95), что достигается использованием корректора коэффициента мощности
- возможность регулирования яркости лампы в диапазоне от 100 до 1 %
- возможность работы от сети постоянного тока, что позволяет использовать лампы в системах аварийного освещения
- повышенный срок службы лампы.

Функциональная схема электронного балласта, обеспечивающего необходимые режимы работы лампы, приведена на

рис. 1. Она содержит фильтр радиопомех, создаваемых на входных выводах электронного балласта, входной диодный выпрямитель, электролитический конденсатор С сглаживающего фильтра, инвертор напряжения, преобразующий выпрямленное постоянное напряжение в переменное напряжение частотой 20...250 кГц. Питание лампы осуществляется через балласт (дроссель L). В качестве элемента для предварительного подогрева электродов используется шунтирующий лампу конденсатор СШ, включенный последовательно с электродами лампы.

Принципиальные электрические схемы электронных балла-

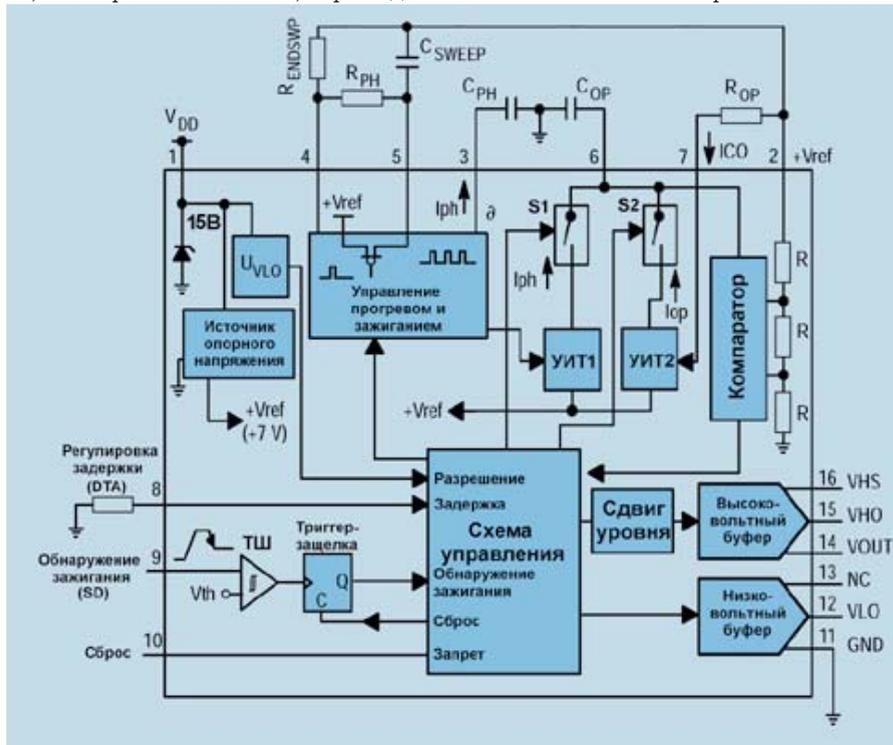


Рис. 2. Функциональная схема ИМС MC33157DW

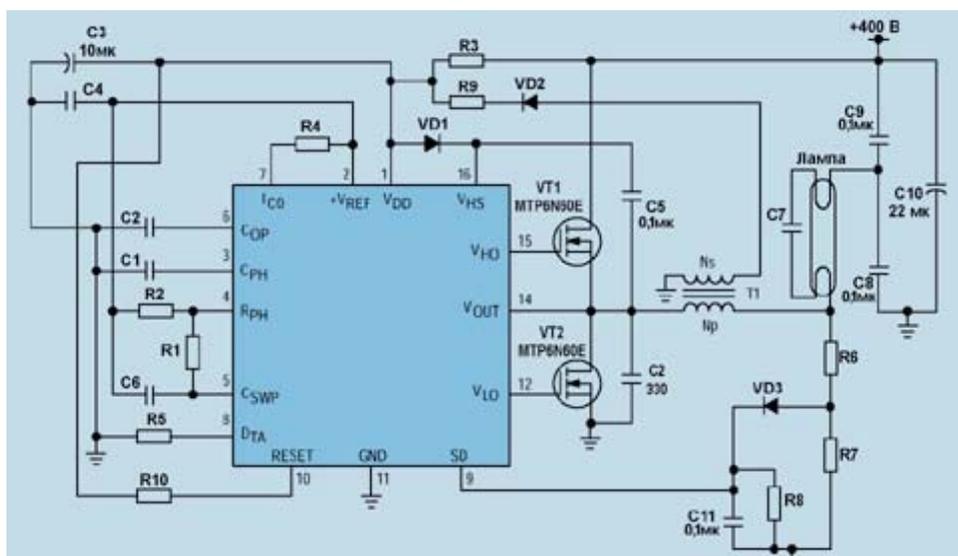


Рис. 3. Схема подключения электронного балласта к люминесцентной лампе

тов проектируются, как правило, на основе одной из базовых схем: однотактной обратноточковой (FLYBACK), двухтактной со средней точкой трансформатора (PUSH-PULL) или двухтактной полумостовой (HALF-BRIDGE). Наибольшее распространение получила последняя схема.

Американская фирма MOTOROLA, являющаяся одним из мировых лидеров в производстве полупроводниковых приборов, в том числе и лидером на быстро растущем рынке полупроводниковых компонентов для электронных балластов люминесцентных и галогенных ламп, разработала высоковольтную ИМС нового поколения MC33157DW. ИМС построена по полумостовой схеме и предназначена для электронных балластов трубчатых люминесцентных ламп [2, 3]. Она наилучшим образом подходит в тех случаях, когда необходимо обеспечить стабильную частоту управления лампами. Функциональная схема ИМС показана на рис. 2, а схема подключения электронного балласта к люминесцентной лампе — на рис. 3.

Микросхема содержит управляемые источники тока, позво-

ляющие обеспечить все режимы для работы люминесцентных ламп на переменном или постоянном токе. Схема управления обеспечивает управление полумостовым инвертором, подключаемым к выводам 12...15 ИМС. Схема сдвига уровня и высоковольтный буфер обеспечивают управление верхним транзистором полумоста, а низковольтный буфер — нижним транзистором.

После включения питания на выходе выпрямителя формируется напряжение +400 В (см. рис. 1), которое подается на схему (см. рис. 3). Параметрический стабилизатор, образованный резистором R3 и стабилитроном, расположенным внутри ИМС (см. рис. 2), формирует напряжение  $V_{DD}=15$  В для питания внутренних схем MC33157DW. ИМС начинает функционировать, когда напряжение  $V_{DD}$  достигнет величины  $U_{VON}$  (рис. 4). На вход разрешения схемы управления поступает напряжение  $U_{VLO}$ , в результате чего формируется сигнал сброса, и триггер-защелка устанавливается в исходное состояние.

Ключ S1 замыкается и схема управления прогревом и зажи-

ганием задает ток  $I_{PH}$ , формируемый первым управляемым источником тока (УИТ1). Ток  $I_{PH}$  и величина емкости конденсатора  $C_{OP}$  определяют частоту сигнала, формируемого схемой управления. В течение времени  $t_{PH}$ , задаваемого схемой прогрева и зажигания, частота стабильна, так как напряжение  $U_{SW}$  (управляющее изменение

частоты) постоянно. На рис. 4 эта частота обозначена как F1. Ее значение зависит также от соотношения сопротивлений резисторов R2 и R1 и емкости конденсатора C6. Через время  $t_{PH}$  предварительный прогрев завершается, напряжение  $U_{SW}$  уменьшается и частота формируемых колебаний снижается до минимальной величины (на рис. 4 — F2). Ее значение определяется сопротивлением резистора R1 и емкостью конденсатора C6.

Схема управления ИМС через узел сдвига уровня, высоковольтный и низковольтный буферы поочередно открывает и закрывает транзисторы полумоста VT1 и VT2, формируя импульсы управления большой мощности на выводе 14. Импульсы тока протекают через трансформатор T1 (первичная обмотка которого является балластом для зажигания лампы), нити накаливания люминесцентной лампы, конденсаторы C7, C8, C9. Лампа разогревается, и, когда происходит процесс зажигания, через лампу протекает импульс тока от источника напряжения +400 В, который формирует импульс напряже-



Рис. 4. Временные диаграммы работы электронного балласта

ния на выходе делителя R6,R7. Через диод VD3 этот импульс поступает на вход SD (strike detection) обнаружения поджига. Конденсатор C11 и резистор R6 образуют фильтр нижних частот, предотвращающий ложное срабатывание ТШ (триггера Шмитта) от сигналов с частотой разогрева лампы F1...F2. Резистор R8 предназначен для разряда конденсатора C11.

При срабатывании ТШ триггер-защелка переводится в состояние, противоположное исходному. Ключ S1 размыкается, а S2 — замыкается. В этом режиме формируется рабочая частота  $f_{OP}$  (F3 на рис. 4). Значение  $f_{OP}$  определяется формируемым УИТ2 током  $I_{OP}$ , который в свою очередь задается величинами сопротивления резистора R4 и ёмкости конденсатора C2. Разряд конденсатора C2 во всех режимах работы ИМС осуще-

ствляется через компаратор, порог срабатывания которого определяется внутренним делителем, подключенным к источнику опорного напряжения.

Со вторичной обмотки трансформатора T1 импульсы тока через диод VD2 и резистор R9 подзаряжают конденсатор C3, осуществляя так называемую "подкачку" напряжения питания схемы управления ИМС.

Можно принудительно перевести ИМС в режим предварительного прогрева и зажигания. Для этого на вход RESET необходимо подать сигнал низкого уровня. Вариант схемы с использованием входа RESET для инициализации работы приведен в [4]. Кроме того, этот вход позволяет реализовать защиту от работы на частоте ниже резонансной и другие функции защиты [2].

Если лампа не зажглась после

окончания цикла предварительного прогрева и зажигания, ИМС четыре раза повторяет цикл зажигания лампы без подачи каких-либо дополнительных внешних сигналов.

Более подробную информацию о работе MC33157DW можно найти в [3, 4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Energy Efficient Semiconductors for Lighting BR480/D rev/1 Motorola.*

2. Поляков В.Д., Барышников А.Н., Панфилов Д.И. Специализированная ИС MC33157DW для управления электронным балластом для люминесцентных ламп // Chip News, 2000, № 1.

3. Website:

<http://onsemi.com/mc33157.pdf>

4. SCG Website:

<http://scgtomorrow.motorola.com/pbmc33157-d.pdf>

## ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

*При построении малогабаритной носимой аппаратуры, источников питания различного коммуникационного оборудования и микропроцессоров персональных компьютеров проблема снижения потерь электроэнергии становится особенно острой. Некоторые аспекты этой проблемы затронуты в статье.*

**В. Макаренко**

Информационная революция — непрерывное расширение сети Интернет и увеличение числа ее пользователей — привели к тому, что потребление электроэнергии значительно возросло. Так, один домашний персональный компьютер потребляет около тысячи киловатт-часов в год. Если учесть количество пользователей персональных компьютеров во всем мире, то суммарные энергозатраты оказываются просто ошеломляющими. По прогнозам [1] увеличение мощности, потребляемой этими пользователями, в течение ближайшего десятилетия будет носить экспоненциальный характер.

Для уменьшения рассеяния мощности давно наметилась тенденция снижения напряжения питания процессоров персональных компьютеров (ПК), однако при этом значительно возрастает ток потребления. На рис. 1 показано изменение тока потребления при снижении напряжения питания процессоров Intel. Кроме того, следует учесть, что ток, потребляемый процессором, значительно изменяется во время работы [2].

Для питания процессоров используют DC/DC преобразователи. К сожалению, коэффициент полезного действия DC/DC преобразователей значительно уменьшается с понижением выходного напряжения и увеличением выходного тока. Поэтому становится все более актуальным повышение КПД преобразователей. Это требование удовлетворяется в большей степени DC/DC преобразователями, традиционно являющимися основными источниками питания ПК. Такие преобразователи для ПК, формирующие дополнительное

напряжение 3.3 В, выпускаются в настоящее время многими производителями, в том числе и фирмой Astec.

Создание DC/DC преобразователя для питания процессора не всегда возможно из-за скачкообразного изменения потребляемого им тока. Для уменьшения длительности переходных процессов следует сокращать расстояние между источником напряжения и нагрузкой, что приводит к необходимости использования распределенной архитектуры источников питания в современных компьютерах и системах телекоммуникаций. При такой архитектуре вновь возникает необходимость применения вторичных DC/DC преобразователей. Растут требования к снижению стоимости и повышению КПД преобразователей.

DC/DC преобразователи могут строиться с гальванической развязкой (для этого обычно используют импульсный трансформатор) или без неё. Топология создания неизолированного от входа источника позволяет построить доступные по цене преобразователи с более высоким КПД. Замена диодов Шоттки в выпрямителе на управляемые ключи, построенные на МОП-транзисторах (рис. 2), обеспечивает минимизацию потерь на переключение, и, следовательно, уменьшение рассеиваемой мощности. Коэффициент полезного действия при этом может достигать 95 %.

Для уменьшения потерь мощности в соединительных проводах на вход DC/DC преобразователей, формирующих на выходе напряжения менее 2 В, подается напряжение 18...36 В. Это может привести к увеличению потерь мощности при переключении транзисторов преобразователей и выпрямителей. В связи с этим для достижения высокого КПД приходится строить преобразователь с параллельно подключенными на выходе

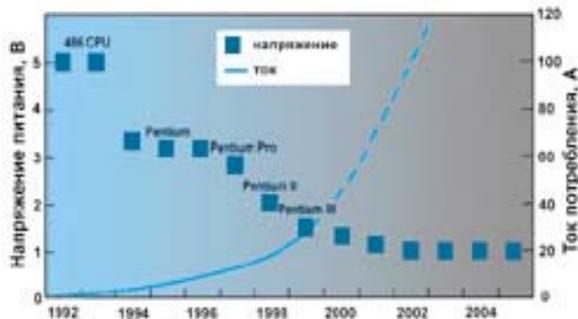


Рис. 1. Тенденции изменения напряжения питания процессоров и тока потребления

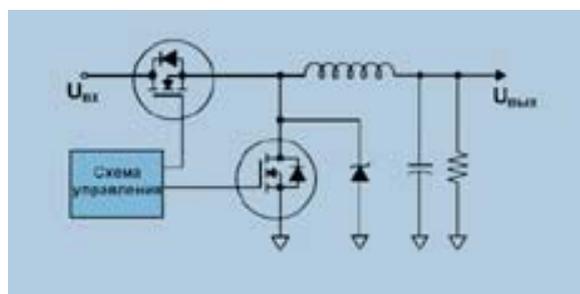


Рис. 2. Схема использования управляемых ключей для уменьшения потерь в выпрямителе

*Параметры мало мощных DC/DC преобразователей фирмы Astec*

Тип преобразователя	Диап. вх. напр., В	Вых. напр. 1, В	Вых. напр. 2, В	Вых. ток, А	Вых. мощн., Вт	КПД, %	Напр. пульс. р-р, мВ	Габариты, мм
AA01A	10.8...14	12	-12	0,06	1	60	20	25.4×12.7×11.43
AA01D-005L-050S AA01D-005L-090S AA01D-005L-120S AA01D-005L-150S AA01D-005L-120D AA01D-005L-150D	4.5...5.5	5 9 12 15 +12 +15	- - - - -12 -15	0.200 0.200 0.125 0.100 0.060 0.050	1 1.8 1.5 1.5 1.44 1.5	50...70	50 90 120 150 120 150	31.8×8.6×14.5
AA01D-012L-050S AA01D-012L-090S AA01D-012L-120S AA01D-012L-150S AA01D-012L-120D AA01D-012L-150D	10.8...13.2	5 9 12 15 +12 +15	- - - - -12 -15	0.200 0.200 0.125 0.100 0.060 0.050	1 1.8 1.5 1.5 1.44 1.5	50...70	50 90 120 150 120 150	31.8×8.6×14.5
AA01D-024L-050S AA01D-024L-090S AA01D-024L-120S AA01D-024L-150S AA01D-024L-120D AA01D-024L-150D	21.6...26.4	5 9 12 15 +12 +15	- - - - -12 -15	0.200 0.200 0.125 0.100 0.060 0.050	1 1.8 1.5 1.5 1.44 1.5	50...70	50 90 120 150 120 150	31.8×8.6×14.5
AA05A-005L-050S AA05A-005L-120S AA05A-005L-150S AA05A-005L-120D AA05A-005L-150D	4.5...5.25	5 9 15 12 15	- - - -12 -15	1.00 0.420 0.330 0.210 0.167	5	60...75	100	50.8×25.4×10.16
AA05A-024L-050S AA05A-024L-120S AA05A-024L-150S AA05A-024L-120D AA05A-024L-150D	9...36	5 9 15 12 15	- - - -12 -15	1.00 0.420 0.330 0.210 0.167	5	60...75	100	50.8×25.4×10.16
AA05A-048L-050S AA05A-048L-120S AA05A-048L-150S AA05A-048L-120D AA05A-048L-150D	20...72	5 9 15 12 15	- - - -12 -15	1.00 0.420 0.330 0.210 0.167	5	60...75	100	50.8×25.4×10.16
AK40A-024L-015F04SM AK40A-024L-018F04SM AK40A-024L-021F04SM AK40A-024L-025F04SM AK40A-024L-033F04SM AK40A-024L-050F03SM AK40A-024L-120F01SM	18...36 18...36 18...36 18...36 18...36 18...36 18...36	1.5 1.8 2.1 2.5 3.3 5.0 12		4 4 4 4 4 3 1.25	6 7.2 8.2 12 13.2 15 15	85	75**	52.83×26.92×14.73
AK40A-048L-015F04SM AK40A-048L-018F04SM AK40A-048L-021F04SM AK40A-048L-025F04SM AK40A-048L-033F04SM AK40A-048L-050F03SM AK40A-048L-120F01SM	36...75 36...75 36...75 36...75 36...75 36...75 36...75	1.5 1.8 2.1 2.5 3.3 5.0 12		4 4 4 4 4 3 1.25	6 7.2 8.2 12 13.2 15 15	85	75**	52.83×26.92×14.73
AK42A-024L-025D018SM AK42A-024L-033D025SM AK42A-024L-050D033SM AK42A-048L-025D018SM AK42A-048L-033D025SM AK42A-048L-050D033SM	18...36 18...36 18...36 36...75 36...75 36...75	2.5 3.3 5 2.5 3.3 5	1.8 2.5 3.3 1.8 2.5 3.3	1	10/7.2* 13.2/10* 15/13.2* 10/7.2* 13.2/10* 15/13.2*	85	75**	52.83×26.92×14.73

**Примечания:**

\*Для АК42А в графе "мощность" обозначена мощность первого и второго выходов преобразователя, соответственно.

\*\* Среднеквадратическое значение.

несколькими выпрямителями и общим LC-фильтром [1]. При этом значение КПД преобразователя в широком диапазоне токов нагрузки поддерживается практически неизменным. Типичная зависимость КПД преобразователем от

тока нагрузки при параллельном включении нескольких выпрямителей на МОП-транзисторах [1], приведена на рис. 3.

Для уменьшения длительности переходных процессов, вызванных скачкообразным измене-

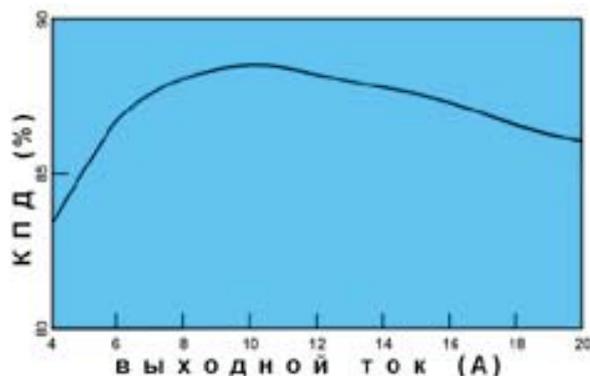


Рис. 3. Зависимость КПД преобразователя от выходного тока при параллельном включении выпрямителей

нием тока нагрузки, используются так называемые "корректирующие преобразователи" с обратной связью по току [3].

Проблема высокого КПД преобразователей не менее остро стоит при построении носимой аппаратуры с автономными источниками питания. Высокий КПД DC/DC преобразователей позволяет уменьшить массу и габариты аппаратуры благодаря использованию электрохимических источников тока с меньшей энергоемкостью. Конечно, при этом необходимо учитывать и стоимость преобразователя. Широкий ассортимент недорогих DC/DC преобразователей, выпускае-

мых фирмой Astec, позволяет решить многие задачи, возникающие при построении такой аппаратуры. В таблице приведены основные характеристики некоторых преобразователей малой мощности, выпускаемых фирмой Astec [4].

Нетрудно заметить, что при увеличении мощности преобразователей КПД повышается. Эта тенденция сохраняется и в более мощных преобразователях. Так, для преобразователей АК60 с выходной мощностью 100 Вт КПД достигает уже 88 %.

Подробную информацию о продукции фирмы Astec можно получить в сети Интернет по адресу: [www.astec.com](http://www.astec.com)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Alex Lidow, *Meeting the Power Conversion Challenge* // PCIM Europe, 2000, № 2.
2. Микросхемы контроллеров импульсных преобразователей напряжения для питания процессоров // *Электронные компоненты и системы*.— Киев, VD MAIS, 1999, № 4 (20).
3. Микросхемы управления электропитанием. Бюллетень фирмы Analog Devices // *Электронные компоненты и системы*.— Киев, VD MAIS, 1999, № 4 (20).
4. CD ROM: *Astec Catalog*, 1999.

**СЕМИНАР !**

### Уважаемые господа!

Приглашаем Вас принять участие в однодневном семинаре, проводимом фирмами ASTEC и VD MAIS.

#### Программа семинара:

1. AC/DC и DC/DC преобразователи, предназначенные для применения в устройствах промышленного и телекоммуникационного оборудования.
2. Новые преобразователи и тенденции их развития.

На семинаре выступают специалисты фирмы ASTEC

Robert Sobinger и Ben Lewis.

Семинар состоится 23 мая 2000 г., начало работы в 10 часов.

Заявки на участие в семинаре принимаются до 18 мая 2000 г.

#### Место проведения семинара:

г. Киев, ул. Жилянская, 29 (конференц-зал НПФ VD MAIS).

Участие в семинаре бесплатное, участники обеспечиваются информационными материалами.

Заявки на участие в семинаре подаются по адресу:

НПФ VD MAIS, 01033, г. Киев-33, а/я 942. Факс: (044) 227-3668

e-mail: [vdmais@carrier.kiev.ua](mailto:vdmais@carrier.kiev.ua).

В заявке необходимо указать:

Ф. И. О. участников, название организации, адрес, тел./факс, e-mail.

## СИМВОЛЬНЫЕ ЖКИ ДИСПЛЕИ ФИРМЫ BOLYMIN

Фирма BOLYMIN (Тайвань) специализируется на разработке и изготовлении доступных по цене ЖКИ дисплеев, характеризующихся высокими параметрами и надежностью. В статье кратко рассмотрены все типы дисплеев, выпускаемых этой фирмой, и подробно - символьные дисплеи.

### Типы дисплеев фирмы BOLYMIN

Фирма выпускает полноцветные TFT модули с диагональю от 4 до 6.4 дюйма и дисплеи трёх групп:

- символьные, имеющие одну, две или четыре строки по 8, 10, 16, 20 или 40 знакомест в каждой
- графические, имеющие растровый экран форматом от 122×32 до 320×240 точек
- заказные (по техническим требованиям заказчика).

Сокращенное обозначение дисплеев фирмы BOLYMIN состоит из четырех элементов:

**В С 1602 А**  
1 2 3 4

1. **В** — Bolymin Inc.

2. **Тип дисплея:** С — символьный, G — графический, P — с монтажом компонентов на гибком шлейфе, D — заказной.

3. **Формат:** количество символов или точек в строке и количество строк (например, в обозначении символьного дисплея 1602 — две строки по 16 символов, в обозначении графического дисплея 12864 — 64 строки по 128 точек в каждой).

4. **Номер версии.**

Полное обозначение содержит ряд дополнительных элементов:

**В С 1602 А G P L J В 00**  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. **Тип жидких кристаллов / цвет подложки:** G — STN/серый, Y — STN/жёлтый, В — STN/голубой, F — FSTN (STN с оптической компенсирующей пленкой), H — HTN, T — TN.

6. **Тип поляризационного фильтра:** R — позитивный для отраженного света, P — позитивный для отраженного и проходящего света, M — позитивный для проходящего света, N — негативный для проходящего света.

7. **Тип и цвет свечения устройства подсветки:** L — светодиоды с жёлто-зелёным цветом свече-

ния, расположенные позади жидкокристаллической панели; G — светодиоды с жёлто-зелёным цветом свечения, расположенные в торце; E — электролюминесцентная панель с белым цветом свечения; В — электролюминесцентная панель с сине-зелёным цветом свечения; С — лампа с холодным катодом и белым цветом свечения.

8. **Шрифт:** J — японский и английский, E — европейский и английский, С — кириллица и английский.

9. **Диапазон температур / сектор обзора:**

- В — от 0 до 50 °С / нижний
- Т — от -20 до 60 °С / нижний
- Н — от 0 до 50 °С / верхний
- W — от -20 до 60 °С / верхний.

10. **Специальный код.**

### Конструктивное исполнение дисплеев

Конструктивно дисплеи выполнены в виде малогабаритной печатной платы толщиной 1.6 мм с двухсторонним монтажом: на одной стороне платы размещена жидкокристаллическая панель, на другой — контроллер. Дисплеи подключаются либо с помощью пайки проводников в металлизированные отверстия, расположенные в два ряда с шагом 2.54 мм, либо с помощью ламельного разъема с шагом ламелей 2.54 мм, выполненного в составе платы вдоль её края. На рисунке приведен внешний вид символьного дисплея ВС1602А с ламельным разъемом.

В некоторых моделях графических дисплеев используются не жёсткие стеклоэпоксидные, а гибкие полимерные печатные платы, на которых смонтированы бескорпусные кристаллы. Такие модели дисплеев имеют толщину не более 2 мм и подключаются методом термокомпрессионной сварки гибкого шлейфа.

Дисплеи, предназначенные для работы в условиях недостаточной освещенности, имеют встроенные источники света: светодиоды (LED), электролюминесцентные панели (EL) или флуоресцентные лампы с холодным катодом (CCFL). Преимуществом светодиодов является низкое напряжение питания и большой срок службы, электролюминесцентных панелей — малая толщина, а ламп с холодным катодом — большая яркость. Источники света располагают либо позади жидкокристаллической матрицы, либо в её торце. В последнем случае подсветка подводится к матрице световодом и общая толщина конструкции существенно уменьшается.



Рис. 1. Символьный дисплей BC1602A

Таблица 1. Основные параметры символьных дисплеев

Обозначение	Формат	Размеры, мм:			Толщина (расстояние от торца ЖКИ до платы), мм, в завис. от типа устройства подсветки		Расстояние между крепежными отверстиями, мм	Диаметр крепежных отверстий, мм	Группа (табл. 2)
		дисплей	экран	символ	Без подств. или EL	LED			
BC0802A	8×2	58×32	35×15	2.96×5.56	10.0 (4.9)	13.8 (8.5)	53×27	2.5	a
BC1004A	10×4	57×57	39×24.4	2.95×5.56	8.8 (4.8)	12.7 (8.7)	51×51	3.0	a
BC1601A	16×1	80×36	66×17	3.07×6.56	9.7 (5.1)	13.5 (8.9)	75×31	2.5	a
BC1601B		85×28	66×17	3.07×6.56	9.7 (5.1)	13.5 (8.9)	80×23	2.5	a
BC1601D1		122×33	99×13	4.84×9.66	10.5 (5.4)	15.0 (10)	115×25	3.5	e
BC1602A	16×2	80×36	66×16	2.95×5.55	8.8 (4.8)	12.7 (8.7)	75×31	2.5	b
BC1602A1		80×36	64×17.2	2.95×5.55	10.0 (4.9)	14.5 (9.4)	75×31	2.5	e
BC1602B		85×30	66×17	2.95×5.55	9.7 (5.1)	12.1/13.5 (7.5/8.9)	81×24	2.5	c
BC1602D		85×36	66×17	2.95×5.55	9.7 (5.1)	12.1/13.5 (7.5/8.9)	80×31	2.5	d
BC1602E		122×44	99×24	4.84×9.66	9.3 (4.7)	13.6 (9.0)	115×37	3.5	f
BC1602F		85×32.6	66×17	2.95×5.55	9.7 (5.1)	12.1/13.5 (7.5/8.9)	79×29.2	2.5	b
BC1602H		84×44	66×17	2.95×5.55	9.7 (5.1)	12.1/13.5 (7.5/8.9)	76×36	2.5	b
BC1604A		16×4	87×60	62×26	2.95×5.55	10.0 (5.2)	13.6 (9.0)	82×55	2.5
BC2002A	20×2	116×37	85×18.6	3.20×5.55	9.5 (4.9)	13.9 (9.3)	108×29	3.5	g
BC2002B		180×40	149×23	6.0×9.66	9.3 (4.7)	13.9 (9.3)	172×32	3.5	g
BC2004A	20×4	98×60	77×25.2	2.95×4.75	9.3 (4.7)	13.6 (9.0)	93×55	2.5	g
BC2004B1		146×62.5	123×43	4.84×9.22	10.5 (5.6)	14.5 (9.4)	139×55.5	2.5	h
BC2004C		118×43	77×26.3	2.95×4.75	8.6 (4.8)	12.8 (8.6)	108×29	3.5	g
BC2402A	24×2	118×36	94.5×16	3.20×5.55	9.3 (4.7)	13.6 (9.0)	113×31	2.5	g
BC4002A	40×2	182×33.5	155×17	3.20×5.55	9.3 (4.7)	13.6 (9.0)	175×26.5	3.5	g
BC4004A	40×4	190×54	147×30	2.78×4.89	9.3 (4.7)	13.6 (9.0)	183×47	3.5	i

Таблица 2. Электрические параметры символьных дисплеев

Параметр	Условия измерения	Мин./тип./макс. значения	Группа
Напряж. питания, В (ном. значение 5 В)	-	4.7/5.0/5.5 4.7/5.0/5.3	e, h остальн.
Напряж. питания, В (ном. значение 3 В)	-	2.7/3.0/5.5 2.7/3.0/5.3	h b, d, f, g, i
Рекомендуемое напряжение управления контрастом ( $V_{DD} - V_0$ ), В	0 °C	4.2/4.6/5.0 4.2/4.8/5.1 4.5/4.8/5.1 4.6/4.8/5.2	c, d b a, i f, g
	25 °C	3.8/4.2/4.6 4.1/4.5/4.7 4.2/4.5/4.8	b, c, d a, g, i f
	50 °C	3.6/4.0/4.4 3.8/4.2/4.4 3.9/4.2/4.5	b, c, d a, i f, g
	-20...70 °C	4.75/5.0/5.25	e, h
Напряж. питания светодиодов, В	25 °C	- / 4.2 / 4.6	все
Ток электролюминесц. панели, мА	110 В, 400 Гц	- / - / 5.0	все

Фирма BOLYMIN использует в своих дисплеях два типа жидких кристаллов:

- TN (twisted nematic) с углом вращения плоскости поляризации света примерно 90°, сектором обзора от 10 до 30° и временем оптического отклика 100 мс
- SNT (super twisted nematic) с углом вращения

Таблица 3. Назначение выводов символьных дисплеев

№ вывода	Обозначение	Функциональное назначение
1	$V_{SS}$	Общий вывод контроллера и ЖКИ
2	$V_{DD}$	Напряжение питания контроллера
3	$V_0$	Регулировка контрастности
4	RS	Сигнал сброса
5	R/ W	Сигнал чтения/записи
6	E	Сигнал выборки дисплея
7...14	DB0...DB7	Шина данных
15	A	Напряж. питания светодиодов (анод)
16	K	Общий вывод светодиодов (катод)

плоскости поляризации от 180 до 270°, сектором обзора от 10 до 40° и временем оптического отклика 200 мс.

#### Символьные дисплеи

Символьные дисплеи имеют встроенный контроллер с восьмиразрядной шиной (HD44780 или аналогичный), который содержит набор запрограммированных ячеек памяти, соответствующих одному из трёх наборов шрифтов: кириллица и английский, европейский и английский, японский и английский, а также восемь свободных ячеек (ОЗУ CG), программируемых пользователем. Основные параметры дисплеев приведены в табл. 1 и 2, назначение выводов — в табл. 3.



Набор команд управления дисплеями приведен в табл. 4, временные соотношения при операциях записи и чтения с байтовым и полубайтовым форматом команд и данных приведены в табл. 5 и на рис. 2 — 5.

Контроллер имеет встроенную схему инициализации, автоматически устанавливающую контроллер в исходное состояние при подаче напряжения питания. Для правильной инициализации контроллера напряжение питания при включении должно возрастать от 0.2 до 4.5 В за время, не превышающее 10 мс, а время пребывания контроллера в отключенном состоянии должно быть не менее 1 мс. При несоблюдении этих условий инициализация может не произойти, и в этом случае её следует выполнить программно под управлением внешнего микропроцессора. Во время инициализации флаг BF ("занято") находится в состоянии "1". Блок-схемы алгоритмов инициализации при байтовом и полубайтовом формате команд и данных приведены на рис. 6.

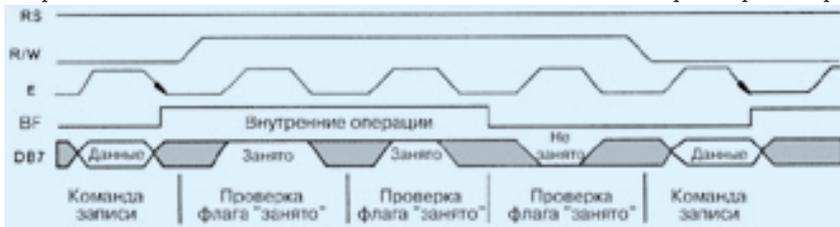


Рис. 4. Временная диаграмма проверки флага "занято" при использовании байтового формата

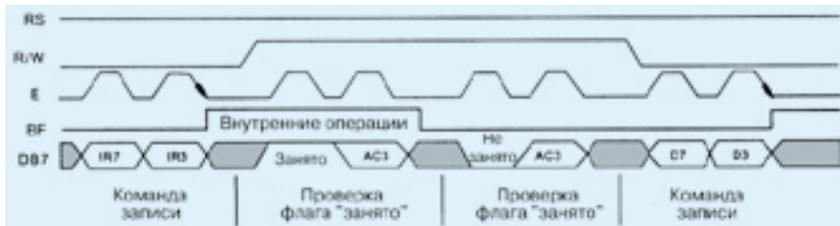


Рис. 5. Временная диаграмма проверки флага "занято" при использовании полубайтового формата

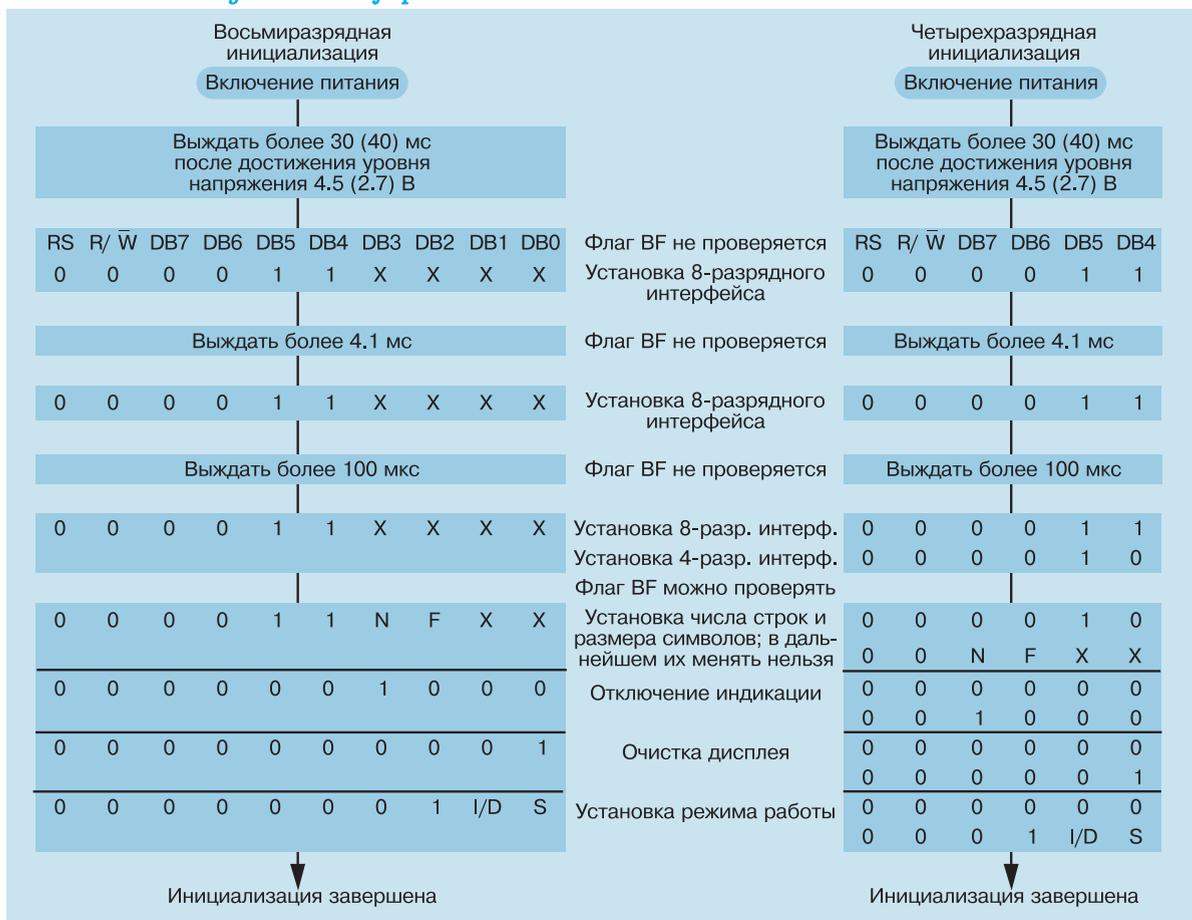


Рис. 6. Блок-схемы алгоритмов инициализации символьных дисплеев

		Старшие 4 разряда (D4...D7) кода символа (в шестнадцатичном коде)																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F			
Младшие разряды (D0...D3) кода символа (в шестнадцатичном коде)	0	CG RAM (1)				0	a	P	'	P					B	0	4	.	д	к
	1	CG RAM (2)		!	1	A	Q	a	a	я					Г	я	ш	.	ц	к
	2	CG RAM (3)		"	2	B	R	b	r					ё	б	ь	и	ш	к	
	3	CG RAM (4)		#	3	C	S	c	s					Ж	в	ы	и	д	к	
	4	CG RAM (5)		\$	4	D	T	d	t					Э	г	ь	?	ф	д	
	5	CG RAM (6)		%	5	E	U	e	u					И	ё	э	ж	ц	'	
	6	CG RAM (7)		&	6	F	V	f	v					й	ж	ю	?	ш	к	
	7	CG RAM (8)		'	7	G	W	w					л	з	я	!	'	к		
	8	CG RAM (1)		(	8	H	X	h	x					п	и	с	и	'	к	
	9	CG RAM (2)		)	9	I	Y	i	y					у	а	о	т	'	к	
A	CG RAM (3)		*	:	J	Z	j	z					ф	к	.	к	е	к		
B	CG RAM (4)		+	:	K	C	k	c					ч	л	"	к	с	к		
C	CG RAM (5)		,	<	L	E	l	e					ш	м	н	м	о	к		
D	CG RAM (6)		-	=	M	I	m	i					ь	н	с	м	к	с		
E	CG RAM (7)		.	>	N	A	n	a					ы	п	с	?	с	к		
F	CG RAM (8)		/	?	O	L	o	e					э	т	е	'	о	к		

Рис. 7. Таблица символов дисплея

Таблица символов дисплея в варианте исполнения со шрифтом С (кириллица и английский) приведена на рис. 7.

**Графические ЖКИ дисплеи**

Графические дисплеи отличаются большим разнообразием конструкций, параметров и типов встроенных контроллеров. Напряжение питания этих контроллеров равно 5 В, некоторых моделей — от 3 до 5 В. Напряжение управления контра-

том ( $V_0$ ) зависит от типа дисплея и при 25 °С может принимать значения от 5.6 до 21.6 В. Вряде графических дисплеев подсветка ЖКИ осуществляется с помощью электролюминесцентных ламп с холодным катодом. Питание ламп — от источника напряжением 500...1000 В частотой 30...80 кГц, потребляемый ток — 5 мА.

**Полноцветные TFT модули**

Эти модули с активной матрицей отличаются большим разрешением, малым временем отклика, низким энергопотреблением и широким сектором обзора. Модули выпускаются с платой управления, для работы которой необходим полный цветной телевизионный сигнал (PAL или NTSC) и напряжение питания 12 В. Основные параметры модулей:

- яркость (в центре) более 180 кд/м<sup>2</sup>
- контраст от 60 до 120
- время установления светового отклика менее 30 мс
- сектор обзора по горизонтали ±45°, вверх 10°, вниз 30°
- диапазон рабочих температур от 0 до 60 °С
- размах входного видеосигнала 1 В на входном сопротивлении 75 Ом

- напряжение аудиосигнала 70 мВ на входном сопротивлении 10 кОм, выходная мощность аудиосигнала 0.1 Вт при сопротивлении нагрузки 8 Ом
- подсветка — электролюминесцентная лампа с холодным катодом.

Дополнительную информацию о дисплеях фирмы BOLYMIN можно получить в сети Интернет по адресу: [www.bolymin.com.tw](http://www.bolymin.com.tw)

## ЖКИ ДИСПЛЕИ ФИРМЫ ROHM\*

*Большой опыт, приобретённый фирмой ROHM в разработке и изготовлении больших интегральных схем, был успешно использован ею при изготовлении ЖКИ дисплеев. Они отличаются малой толщиной, большой контрастностью и широким сектором обзора.*

### А. Мельниченко

Дисплеи широко используются как в изделиях промышленного назначения так и в бытовой электронике. Основные области применения дисплеев: аудио- и видеотехника, телефония, факсимильные аппараты, автомобильная электроника, CD-проигрыватели, измерительные приборы и т.д. Фирма изготавливает как дисплеи общего применения, так и по требованиям, определяемым заказчиком. При изготовлении дисплеев применяются различные технологии, в том числе:

- COG (chip on glass) — с расположением контроллера на тыльной стороне дисплея
- TAB (tape automated bonding) — с выводами, подсоединяемыми посредством термокомпрессионной сварки.

**Модули COG.** Размещение контроллера непосредственно на панели ЖКИ дисплея позволяет уменьшить толщину модуля. Для соединения с внешними цепями используется разъём или выводы для пайки. Напряжение питания модулей 5 В, диапазон рабочих температур от 0 до 50 °С. Основные параметры модулей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры модулей COG

Обозначение	Формат	Размер, мм		
		модуль	экран	символ
RCM 2122R	16×1	60.2×23.7	54.2×9.8	2.62×5.2
RCM 2090R	16×2	50×26	41.9×9.4	2.15×3.8
RCM 2072R	20×2	81×28.3	73.5×11.5	3.2×4.85

Модули могут использоваться в сотовых телефонах, пейджерах, приёмниках, факсимильных аппаратах и т.д.

**Модули TAB** (заказные). Для потребителей, которым необходимы наиболее тонкие модули с высокой производительностью, фирма ROHM предлагает серию TAB-модулей. Компактные и экономичные, с широким сектором обзора и большой контрастностью, они идеально подходят для портативных средств телекоммуникаций. Основные параметры модулей приведены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры модулей TAB

Модуль	Экран	Напряжение питания, В	Диапаз. рабоч. темпер., °С
Портативный	серый, ч/б	3 или 5	-20...60
Заказной	жёлтый, серый, ч/б	5	0...50

\* CD ROM: ROHM Semiconductor Data, 1999.

**Большие дисплейные модули.** Новой, недавно освоенной областью применения ЖКИ дисплеев, изготавливаемых по технологии, запатентованной фирмой, являются большие дисплейные модули с высокой контрастностью и широким сектором обзора. Они широко используются для создания информационных панелей в аэропортах, вокзалах, автостанциях, супермаркетах и т.д. Изготавливаются как чёрно-белые модули, работающие на просвет и дающие негативное изображение (RCU 1383U-A, RCM 1277U), так и восьмицветные модули (RCM 1381U-A), параметры которых сведены в табл. 3.

Таблица 3. Параметры больших дисплейных модулей

Обозначение	Число точек	Размеры, мм		
		модуль	экран	символ
RCU 1383U-A	24×24	95.7×114.2	91×89.1	88.2×81.4
RCM 1277U	16×16	56×104	52×52	51×51
RCM 1381U-A	24×24	95×117.1	92.2×89.1	92.2×81.5

**Символьные и графические модули.** Символьные модули имеют встроенное ОЗУ, в которое записываются коды символов от внешнего микропроцессора. Генератор символов преобразует их в символы форматом 5×7 точек. Модули имеют 1, 2 или 4 строки по 16 символов или 2 строки по 20 или 24 символа. Некоторые модули выпускаются со светодиодной подсветкой. Напряжение питания модулей 5 В, диапазон рабочих температур от 0 до 50 °С. Основные параметры символьных модулей приведены в табл. 4.

Таблица 4. Параметры символьных модулей

Обозначение (TN/STN)	Формат	Размеры, мм		
		модуль	экран	символ
RCM 2034R RCM 2050R	16×1	80×36×12	64.5×13.8	3.1×5.76
RCM 2065 RCM 7065X	16×2	80×36×11	64.5×13.8	2.95×3.8
RCM 2060M* RCM 7060M*		80×36×12	61×15.8	2.95×4.85
RCM 2038R	16×4	77×51×10	61.8×25.2	2.95×4.15
RCM 2010R	20×2	116×37×11	83×18.6	3.2×4.85
RCM 2011M* RCM 7011T*		116×37×16	83×18.6	3.2×4.85
RCM 2030R		24×2	116×37×11	83×18.6

\* С подсветкой

Таблица 5. Параметры графических модулей

Обозначение	Интерфейс	Способ индикации	Размеры, мм	
			модуль	экран
RCM 6015X	последов.	позитивный на отраж.	149×57×13	117×37 (поле индикации 112.8×30.1)
RCM 6018X	паралл.			
RCM 6015U	последов.	негативный на просвет*	158.7×57×13	
RCM 6018U	паралл.			

\* Подсветка с помощью флуоресцентной лампы

Графические модули имеют точечный экран форматом 240×64 точки. Напряжение питания модулей составляет 5 В (питание интегральных схем) и 12 В (управление дисплеем). Диапазон рабочих температур от 0 до 40 °С. Интерфейс — последовательный или параллельный (4 бита). Основные параметры модулей приведены в табл. 5.

Символьные и графические модули поставляются со светотехническими параметрами, приведенными в табл. 6. Благодаря высокой контрастности, широкому сектору обзора и малому времени реакции символьные и графические модули находят применение в изделиях для телекоммуникаций (телефоны, факсимильные аппараты), офисном оборудовании (принтеры, копировальные и печатающие машины), электромузыкальных инструментах, торговых автоматах и т. д.

Таблица 6. Светотехнические параметры модулей

Способ индикации	TN		STN				
	П	Н	П.Ж	П.С	Н.Г	П.Б	Н.Б
На отражение	R	S	R	X	-	-	-
На просвет	T	U	T	Y	U	-	W
На просвет и отражение	M	N	M	Z	-	H	-

Примечание:

П — позитив, Н — негатив, Ж — жёлтый, С — серый, Г — голубой, Б — чёрно-белый

#### Условное обозначение модулей:

**RCM 2 001 R - 1 A**  
1 2 3 4 5 6

- Конструкция:** RCD — панели, RCM — модули, RCU — блоки
- Тип:** 2 — символьный типа TN, 7 — символьный типа STN, 6 — графический типа STN
- Номер разработки**
- Способ индикации / цвет** (см. табл. 6)
- Дополнительные признаки**
- Сектор обзора:** А — нижний, В — верхний.

Более подробную информацию об изделиях фирмы ROHM можно найти в сети Интернет по адресу: [www.rohm.com](http://www.rohm.com)



КРЫМСКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
ПРИГЛАШАЕТ  
21-23 июня

на традиционную выставку-ярмарку

## "СВЯЗЬ, ОХРАНА И БЕЗОПАСНОСТЬ"

РАЗДЕЛЫ ЭКСПОЗИЦИИ:

- Средства связи и телекоммуникаций • Компьютерные технологии • Системы наблюдения и сигнализации • Оборудование • Специальный транспорт •
- Средства защиты • Охранные и противопожарные системы и технологии • Юридические услуги • Страхование •
- Охранные и детективные агентства •

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

КРЫМСКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

г. Симферополь, ул. Ялтинская, 20

тел.: (0652) 23-38-35, 23-20-39, 23-21-82, 23-23-39, 23-20-25; факс: 25-46-60

E-mail: [cnti@cnti.crimea.com](mailto:cnti@cnti.crimea.com); [cntei@pop.cris.net](mailto:cntei@pop.cris.net)



# Электропитание

Февраль 2000

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

## В этом выпуске

Intel и ADI объединили усилия для уменьшения размеров компьютеров ..... 21

ADP3020 — недорогой импульсный стабилизатор с высоким КПД для портативных компьютеров ..... 22

Импульсный стабилизатор в корпусе SO-8 с выходным током до 1 А ..... 22

Недорогой малогабаритный преобразователь напряжения питания для новых процессоров ..... 23

Таблица параметров микросхем для систем электропитания ..... 24

Многофункциональные микросхемы управления питанием мобильных телефонов ..... 26

Новые микросхемы стабилизаторов серии aμCAP ..... 26

Простейший способ создать недорогое прецизионное зарядное устройство ..... 27

Микросхема преобразователя напряжения питания для ЖКИ ..... 28

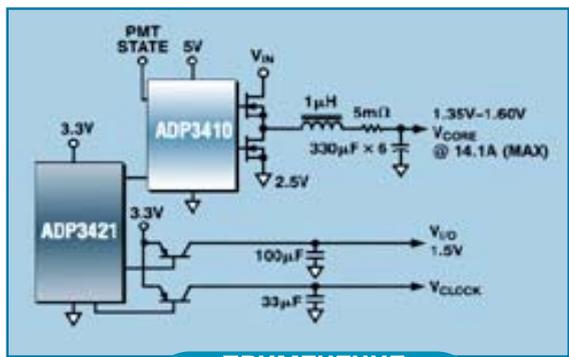
## Комплект микросхем для преобразователей напряжения питания процессоров портативных компьютеров, разработанный ADI совместно с Intel

Благодаря технологии Mobile Voltage Positioning, разработанной Intel и усовершенствованной ADI, комплект микросхем ADP3421/3410 обеспечивает создание законченной системы SpeedStep™ управления питанием портативных компьютеров, соответствующей спецификации VRM. Применение этого комплекта позволяет снизить разогрев процессора на 10 % и уменьшить на 50 % число конденсаторов, необходимых в системе питания. Один контроллер импульсного стабилизатора и два контроллера линейных стабилизаторов обеспечивают формирование напряжений, необходимых для питания ядра

процессора, тактового генератора и цепей ввода-вывода. Сотрудничество с Intel позволило ADI разработать быстродействующие с высоким КПД системы питания портативных компьютеров.

### Основные особенности комплекта ADP3421/3410:

- использована технология Mobile Voltage Positioning компании Intel, разработанная для процессоров Pentium® III
- снижена мощность рассеяния процессора
- уменьшены габариты и число конденсаторов, необходимых в системе питания
- улучшен контроль параметров системы питания



### ПРИМЕНЕНИЕ

ADP3410  
ADP3421

- портативные компьютеры с процессором Pentium III

\$1.5  
\$2.5

### ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСХЕМ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В БЮЛЛЕТЕНЕ

- автомобильные системы
- компьютеры с процессором Pentium III
- мобильные и сотовые телефоны
- настольные, портативные и "карманные" компьютеры
- серверы
- рабочие станции систем TeleMatic
- универсальные зарядные устройства

\* Цена FOB в партии 1000 шт.

Вы уже посетили Web-сайт фирмы Analog Devices? [www.analog.com/bulletins/powerICs](http://www.analog.com/bulletins/powerICs)

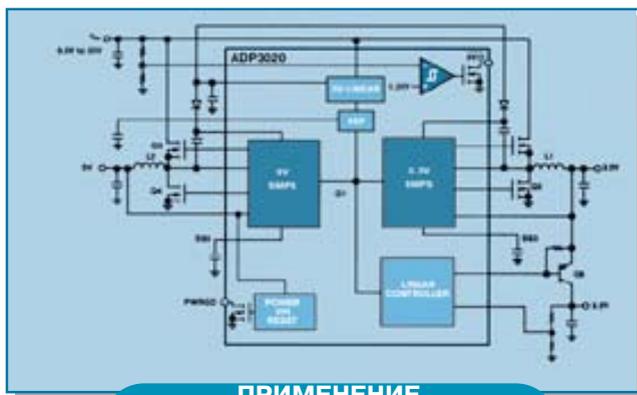
## Микросхема ADP3020 контроллера малогабаритного импульсного преобразователя с высоким КПД

Микросхема ADP3020 — это контроллер двоянного синхронного понижающего преобразователя с высоким КПД, предназначенный для применения в портативных компьютерах. В отличие от микросхем других производителей, построенных по схеме с обратной связью по току, AD3020 построена по схеме с обратной связью по напряжению, для которой не нужен внешний резистивный сенсор тока. Применение этой микросхемы снижает стоимость и уменьшает габариты аппаратуры. В AD3020 применен двоянный ШИМ-преобразователь, имеющий высокий КПД в широком диапазоне изменения мощности нагрузки. Её встроенный генератор может настраиваться на частоту 200, 300 или 400 кГц; в режиме внешней синхронизации частота может быть повышена до 600 кГц.

Микросхема имеет внутренний сенсор тока в каждом импульсном преобразователе, контроллер линейного стабилизатора, программируемый плавный запуск и защиту от превышения и снижения напряжения.

### Основные особенности ADP3020:

- широкий диапазон входных напряжений
- два независимых выходных напряжения
- программируемая частота ШИМ
- полный набор средств защиты
- корпус TSSOP-38



### ПРИМЕНЕНИЕ

- портативные и "карманные" компьютеры
- многоканальные DC/DC преобразователи общего назначения

ADP3020

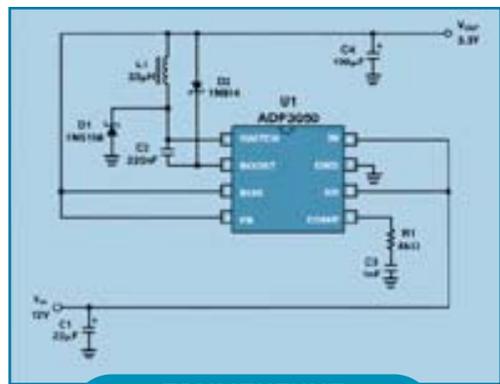
\$3.37

## Понижающий импульсный стабилизатор с выходным током до 1 А в корпусе SO-8

Благодаря использованию запатентованной ADI технологии увеличения теплоотдачи корпуса, названной Chip-on-Lead™ (кристалл на выводах), микросхема импульсного стабилизатора AD3050, выпускаемая в корпусе SO-8, формирует при температуре окружающей среды 85 °С выходной ток до 1 А. Погрешность установки выходного напряжения в диапазоне от 3.3 до 5 В не превышает 3 % для диапазона входных напряжений от 3.6 до 30 В. Этот импульсный стабилизатор имеет также вариант исполнения с подстраиваемым выходным напряжением. В выключенном состоянии потребляемый микросхемой ток снижается до 20 мкА.

### Основные особенности ADP3050:

- частота преобразования 200 кГц
- защита нагрузки при выбросах напряжения до 45 В
- корпус SO-8 с улучшенной теплоотдачей
- высокий КПД



### ПРИМЕНЕНИЕ

- устройства понижения напряжения для линейного стабилизатора
- распределенные системы питания
- автомобильные системы

ADP3050

\$1.78

Ток 1 А формирует микросхема в корпусе SO-8



22

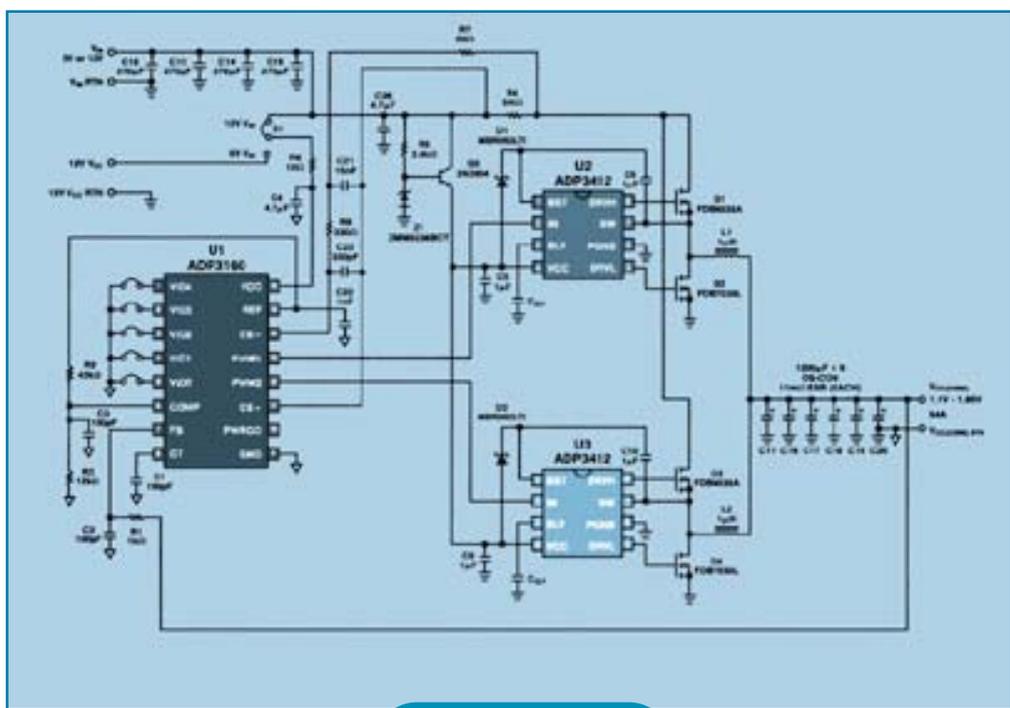
## Недорогой малогабаритный парафазный преобразователь напряжения питания для новых процессоров

Комплект микросхем ADP3160 и ADP3412 позволяет создать самую малогабаритную и доступную по цене систему питания для новых процессоров Pentium III, Athlon и разрабатываемого процессора Willamette. Контроллер ADP3160 управляет двумя драйверами силовых МОП-каскадов, снижающих напряжение 5 или 12 В до требуемого для работы процессоров. Такой преобразователь может формировать ток в нагрузке до 60 А. Внутренний 5-разрядный ЦАП устанавливает выходное напряжение в диапазоне от 1.1 до 1.85 В с дискретностью 25 мВ. В ADP3160 реализован метод ADOPT™ активной стабилизации напряжения, что позволяет

минимизировать число выходных конденсаторов. Комплект микросхем ADP3160 и ADP3412 имеет систему активной балансировки токов в двух параллельно работающих выходных каналах.

### Основные особенности комплекта микросхем ADP3160/ADP3412:

- парафазная структура позволяет снизить стоимость системы питания
- обеспечивается защита от КЗ и превышения выходного напряжения
- выполняется активная балансировка токов
- быстрый и без выбросов напряжения отклик на изменение тока нагрузки



ADP3160  
ADP3412

#### ПРИМЕНЕНИЕ

- настольные ПК
- серверы
- рабочие станции

\$1.93  
\$1.34

**ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ МИКРОСХЕМ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ**

Сотовые телефоны		Стабилизаторы цепей: напряжение/ток, В/мА			Дополнительные функции		Корпус	
Микросхема	Интерфейс SIM	Аналоговых	Цифровых	ТСХО	RTC			
ADP3401	0	2.765/130	2.765/100	2.765/10	2.85	3/5 В SIM интерфейс, повыш. преобразователь, сброс микропроцессора	TSSOP-28 <sup>1</sup>	
ADP3402	0	2.765/130	2.45/100	2.765/10	2.45	3/5 В SIM интерфейс, повыш. преобразователь, сброс микропроцессора	TSSOP-28 <sup>1</sup>	
ADP3405	0	2.765/130	1.94/100	2.765/10	2.07	3/5 В SIM интерфейс, повыш. преобразователь, сброс микропроцессора	TSSOP-28 <sup>1</sup>	
ADP3406	0	2.5/130	1.94/100	2.765/10	2.07	3/5 В SIM интерфейс, повыш. преобразователь, сброс микропроцессора	TSSOP-28 <sup>1</sup>	
Портативные компьютеры								
Микросхема	Вход VID	Вых. напряжение, В	Соответствие VRM	Функции				Корпус
ADP3020	0	3.3, 5 или регулир.	Нет	2 синхронных повышающих импульсных преобразователя и лин. стабилизатор				TSSOP-38
ADP3410	0	-	Нет	Драйвер для ADP3421				TSSOP-14
ADP3421		1.35...1.6	Intel Mobile VRM	Синхр. импульсный повыш. преобразов. типа SpeedStep и два лин. стабилизатора				TSSOP-28
Настольные компьютеры								
Микро-схема	Вход VID	Вых. напряжения, В	Соответствие VID	Функции				Корпус
ADP3152	0	1.8...3.5	8.2	Синхронный понижающий импульсный преобразователь				SO-16
ADP3153	0	1.8...3.5	8.2	Синхронный понижающий импульсный преобразователь с одним линейным стабилизатором				TSSOP-20
ADP3154	0	1.3...3.5	8.2/8.3/8.4	Синхронный понижающий импульсный преобразователь с одним линейным стабилизатором				TSSOP-20
ADP3155	0	1.3...3.5	8.2/8.3/8.4	Синхронный понижающий импульсный преобразователь с двумя линейными стабилизаторами				TSSOP-20
ADP3156		1.5/1.8/2.5	Нет	Синхронный понижающий импульсный преобразователь с фиксированным напряжением				TSSOP-20
ADP3157	0	1.3...3.5	8.2/8.3/8.4	Синхронный понижающий импульсный преобразователь				SO-16
ADP3158	0	1.3...2.05	Нет	Синхронный понижающий импульсный преобразователь с двумя линейными стабилизаторами				SO-16
ADP3160	0	1.1...1.85	9.0	Двухфазный синхр. понижающий импульсный преобраз. с логич. вых. для преобраз. с большими токами				SO-16
Импульсные преобразователи с заряжаемыми конденсаторами								
Микросхема	Диапазон вх. напряжений, В	Вых. напряжение, В	Тип преобразователя	Стабилизация	Выходной ток, мА	Ток покоя, мА	Частота преобр. разования, кГц	Корпус
ADP3603	4.5...6	-3	Инвертирующий	0	50	2.4	120	SO-8
ADP3604	4.5...6	-3	Инвертирующий	0	120	2.9	120	SO-8
ADP3605	3...6	-3, регулируемое	Инвертирующей	0	120	2	250	SO-8
ADP3607	3...6	5, регулируемое	Неинвертирующий	0	50	2	250	SO-8
ADP3610	3...3.6	>5.47	Неинвертирующий		320	10	1000	TSSOP-16
Зарядные устройства								
Микросхема	Тип	Частота преобразования, кГц	Число элементов в батарее	Тип элемента	Напряжение питания, В	Погрешность, %	Ток покоя, мА	Корпус
ADP3801	Импульсное	200	1...3	Li-Ion, универсальный <sup>2</sup>	4.1...2.0 В	±0.75	5	SO-16
ADP3802	Импульсное	500	1...3	Li-Ion, универсальный <sup>2</sup>	4.1...2.0 В	±0.75	5	SO-16

ADR3810	ADR3811	ADR3820	Линейное	-	1...4	Li-Ion	2.7...16 В	±1	1.5	SO-8
ADR3811	ADR3820	Линейное	-	Программируется	Ni-Cd, Ni-MH	2.7...16 В	±1.8	1.5	SO-8	
ADR3820	Линейное	-	1	Li-Ion	4.5...15 В	±1	0.8	SO-8, SOT-23-6		
<b>Линейные стабилизаторы с малым падением напряжения</b>										
Микросхема	Диапазон вх. напряжений, В	Выходные напряжения, В	Вых. ток, мА	Ток покоя, мкА	Падение напряжения, мВ	Погрешность, %	Корпус			
ADR3300	3...12	2.7, 3, 3.2, 3.3, 5	50	190	80	±1.4	SOT-23-6			
ADR3301	3...12	2.7, 3, 3.2, 3.3, 5	100	180	100	±1.4	SO-8			
ADR3302	3...12	3x2, 3.2x2, 3.3x2, 3.3/5, 5x2	2x100	400	120	±1.4	SO-8			
ADR3303	3.2...12	2.7, 3, 3.2, 3.3, 5	200	250	180	±1.4	SO-8			
ADR3303A	3.2...12	Регулируемое: 2.2...10	200	350	150	±1.4	TSSOP-14			
ADR3307	3...12	2.7, 3, 3.2, 3.3	100	190	130	±1.4	SOT-23-6			
ADR3308	3...12	2.7, 2.85, 2.9, 3, 3.3, 3.6	50	190	80	±2.2	SOT-23-5			
ADR3309	3...12	2.7, 2.85, 2.9, 3, 3.3, 3.6	100	190	120	±2.2	SOT-23-5			
ADR3310	2.5...15	2.8, 3, 3.3, 5	Контроллер <sup>4</sup>	800	Контроллер <sup>3</sup>	±1.5	SO-8			
ADR3330	2.9...12	2.5, 2.75, 2.85, 3, 3.3, 3.6, 5	200	35	140	±1.4	SOT-23-6			
ADR3331	2.6...12	Регулируемое: 1.5...10	200 <sup>5</sup>	35	140	±1.4	SOT-23-6			
ADR3335	2.6...12	1.8, 2.5, 2.85, 3.3, 5	500	100	500	±1.5	MSOP-8			
ADR3338	2.6...12	1.8, 2.5, 2.85, 3.3, 5	1000	130	700	±1.5	SOT-223			
<b>Импульсные стабилизаторы</b>										
Микросхема	Повышение напряжения	Понижение напряжения	Входное напряжение, В	Выходные напряжения, В	Выходной ток, мА	Ток покоя, мкА	Частота преобразования, кГц	Корпус		
ADP1073	0	0	1...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	100	95	19	PDIP-8, SO-8		
ADP1108	0	0	2...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	150 <sup>6</sup>	90	19	PDIP-8, SO-8		
ADP1109	0	0	2...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	100 <sup>6</sup>	95	70	PDIP-8, SO-8		
ADP1109A	0	0	2...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	110 <sup>6</sup>	95	70	PDIP-8, SO-8		
ADP1110	0	0	1.2...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	40 <sup>6</sup>	300	70	PDIP-8, SO-8		
ADP1111	0	0	2...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	100 <sup>6</sup>	110	70	PDIP-8, SO-8		
ADP1147	0	0	3.5...16	3.3, 5	Опред. внеш. каскадом <sup>4</sup>	160	50...250	PDIP-8, SO-8		
ADP1148	0	0	3.5...18	3.3, 5, подстраиваемые	Опред. внеш. каскадом <sup>4</sup>	160	50...250	PDIP-14, SO-8		
ADP1173	0	0	2...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	150 <sup>6</sup>	110	24	PDIP-8, SO-8		
ADP3000	0	0	2...30	3.3, 5, 12, подстраиваемые	150 <sup>6</sup>	500	400	PDIP-8, SO-8		
ADP3050	0	0	3.6...30	3.3, 5, подстраиваемые	750 <sup>7</sup>	6500	200	SO-8		

Примечания:

1 Специальный корпус TSSOP

2 Требуется отдельного микроконтроллера

3 При всех значениях входного напряжения, тока нагрузки и температуры

<sup>4</sup> Значение зависит от внешнего МОП-транзистора

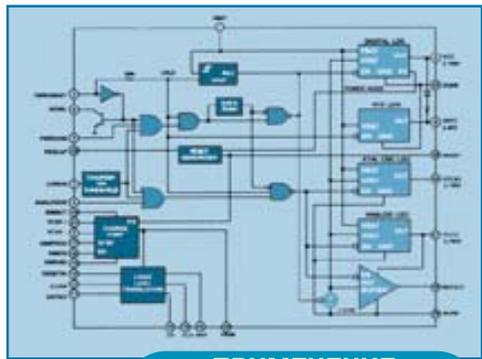
<sup>5</sup> Может использоваться в качестве контроллера в преобразователе с большим выходным током

<sup>6</sup> Повышает напряжение с 3 до 5 В

<sup>7</sup> Снижает напряжение с 12 до 5 В

## Высокоинтегрированная микросхема питания для телефонов GSM

Многофункциональные микросхемы питания ADP3401/ADP3402/ADP3405/ADP3406 выполняют все функции управления питанием радиотелефона GSM. Эти микросхемы содержат четыре стабилизатора типа *anuCAP* с малым падением напряжения — по одному для питания каждой из



подсистем радиотелефона, что позволяет снизить токи в цепи общего провода и ток, потребляемый в режиме ожидания. Микросхемы имеют повышающий преобразователь для SIM модуля, каскад трансляторов уровней для согласования сигналов 3- и 5-вольтных SIM-модулей, усовершенствованную последовательность включения при заряде батарей, интерфейс с клавиатурой и вспомогательное устройство заряда ионно-литиевой батареи часов реального времени.

### Основные особенности ADP3401/ADP3402/ADP3405/ADP3406:

- выполняют все функции управления питанием радиотелефона GSM
- содержат четыре стабилизатора с малым падением напряжения для питания специальных подсистем, повышающий преобразователь на коммутируемых конденсаторах и трансляторы уровней для 3- и 5-вольтных SIM-модулей
- ток в отключенном состоянии 10 мкА и 220 мкА в режиме ожидания
- хорошее согласование с комплектами микросхем AD20msp425 и AD20msp430 для радиотелефонов
- корпус TSSOP-28

### ПРИМЕНЕНИЕ

ADP3401  
ADP3402  
ADP3405  
ADP3406

- интегрированные системы питания для радиотелефонов GSM/DCS/PCS
- системы питания для наборов микросхем AD20msp425 и AD20msp430 радиотелефонов
- системы TeleMatic
- терминалы ICO/Iridium

\$3.81  
\$3.81  
\$3.81  
\$3.81

## Три новых малогабаритных стабилизатора типа *anuCAP* с повышенным выходным током

Analog Devices представляет три новых линейных стабилизатора типа *anuCAP* с малым падением напряжения, которые построены на базе ранее выпускавшихся фирмой моделей малогабаритных стабилизаторов. Микросхема ADP3331 (корпус SOT-23), имеет выходной ток до 200 мА и падение напряжения не более 140 мВ. Более мощная микросхема ADP3335 выпускается в корпусе MSOP-8 уменьшенной высоты, в котором применена технология *Chip-on-lead* для улучшения отвода тепла через рамку выводов, и рассчитана на ток нагрузки до 500 мА. Этот стабилизатор с выходным током 500 мА, самый малогабаритный из предлагаемых на рынке, потребляет в отключенном состоянии ток 2 мкА. Последняя из выпущенных, но не последняя из запланированных, микросхема ADP3338 (стандартный корпус SOT-223) имеет выходной ток до 1 А и совместима по выводам с популярными моделями "XX1117".

### Основные особенности ADP3331/3335/3338:

- технология *anuCAP* с уменьшенной ёмкостью выходного конденсатора
- низкое падение напряжения
- ADP3335 имеет самую малую высоту по сравнению с другими микросхемами с выходным током 500 мА
- низкий ток покоя

ADP3331

ADP3335

ADP3338



### ПРИМЕНЕНИЕ

- ADP3331 — сотовые телефоны, портативные и "карманные" компьютеры, фото- и кинокамеры
- ADP3335 — карты PCMCIA, портативные и "карманные" компьютеры, фото и кинокамеры
- ADP3338 — настольные и портативные компьютеры, терминаторы SCSI

\$1.07

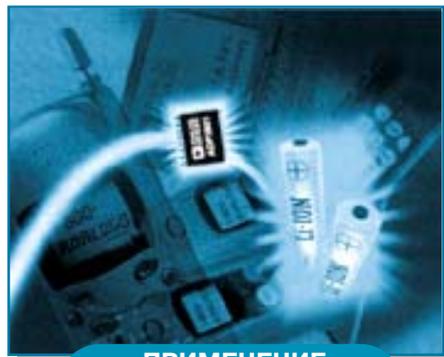
Устанавливается заводом-изготовителем  
Устанавливается заводом-изготовителем

## Микросхема устройства заряда ионно-литиевых батарей имеет минимальную ( $\pm 0.4\%$ ) погрешность напряжения в конце заряда

Микросхемы ADP3801/3802 — это законченные контроллеры понижающих импульсных стабилизаторов, которые имеют высокий КПД и обеспечивают минимальную погрешность напряжения в конце цикла заряда батареи. Эти микросхемы обеспечивают в конце цикла заряда переход из режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения. Микросхемы имеют программируемый ток заряда, детектор окончания цикла заряда, встроенный стабилизатор с малым падением напряжения. Встроенный коммутатор позволяет по очереди заряжать две батареи. Выходное напряжение программируется коммутацией выводов и позволяет заряжать батареи из одного (4.2 В), двух (8.4 В) или трех (12.6 В) ионно-литиевых элементов.

### Основные особенности ADP3801/3802:

- высокая частота преобразования позволяет снизить вес и повысить КПД зарядного устройства: в ADP3801 частота 200 кГц, в ADP3802 — 500 кГц
- безопасность заряда ионно-литиевых батарей обеспечивается переключением микросхемы в конце цикла заряда из режима стабилизации тока в режим стабилизации напряжения
- гарантированная погрешность напряжения в конце цикла заряда  $\pm 0.4\%$  при температуре 25 °C и  $\pm 0.75\%$  — во всем диапазоне рабочих температур
- микросхема выработывает "интеллектуальный" сигнал окончания заряда
- число заряжаемых элементов программируется коммутацией выводов, напряжение окончания цикла заряда подстраивается в пределах  $\pm 10\%$
- для создания универсального зарядного устройства (для батареи элементов любых типов) микросхема может подключаться к микроконтроллеру



### ПРИМЕНЕНИЕ

- устройства быстрого заряда батарей
- универсальные зарядные устройства
- сотовые телефоны
- портативные и "карманные" компьютеры
- портативные измерительные приборы

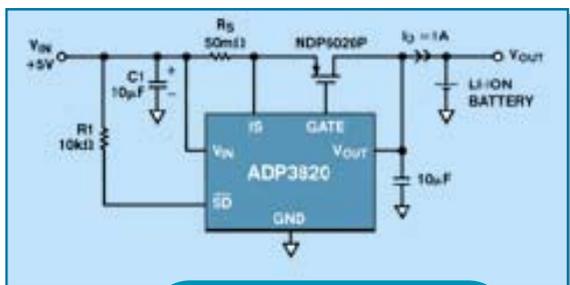
ADP3801  
ADP3802

\$2.99  
\$3.11

## Контроллер линейного зарядного устройства с погрешностью $\pm 1\%$ делает заряд ионно-литиевых элементов более быстрым, простым и безопасным

Микросхема ADP3820 — это законченный контроллер зарядного устройства для ионно-литиевого элемента. Микросхема содержит линейный стабилизатор, работающий с внешним P-канальным силовым полевым транзистором, и предназначена для создания недорогого точного зарядного устройства с низким падением напряжения. Внешний МОП-транзистор позволяет разработчику сделать оптимальный выбор его мощности рассеяния в зависимости от области применения: от "карманного" компьютера до сотового телефона.

Микросхема ADP3820 имеет программируемый источник тока заряда, ограничитель тока, цепь восстановления после перегрузки и цепь замыкания затвора полевого транзистора на исток для его защиты. ADP3820 минимизирует ток разряда элемента в режиме отключенного напряжения питания. Это устраняет необходимость во внешнем последовательно включаемом блокирующем диоде.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- сотовые телефоны
- настольные и портативные компьютеры

ADP3820

\$0.90

### Основные особенности ADP3820:

- полная погрешность  $\pm 1.0\%$  (при изменении напряжения питания, нагрузки и температуры)
- диапазон напряжений питания от 4.5 до 15 В
- программируемая величина тока заряда
- ток покоя 800 мкА (типичное значение)
- ток в отключенном состоянии 1 мкА (типичное значение)
- корпус SOT-23-6 или SO-8

**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  
Токуо 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

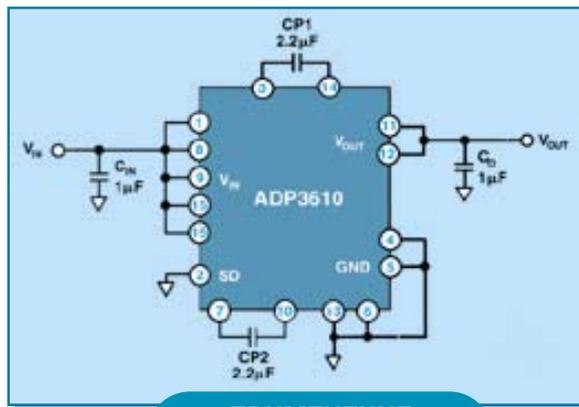
**Дистрибьютор  
в Украине**  
**VD MAIS**  
а/я 942  
Киев, 01033  
Украина  
Тел.: +380 44-227-2262  
Факс: +380 44-227-3668  
E-mail:  
[vdmais@carrier.kiev.ua](mailto:vdmais@carrier.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdmais.kiev.ua>

## Преобразователь с коммутируемыми конденсаторами имеет большой выходной ток и малые пульсации выходного напряжения

Микросхема ADP3610 повышающего преобразователя с коммутируемыми конденсаторами имеет две цепи заряда конденсаторов, работающие параллельно и противофазно, что позволяет уменьшить падение напряжения на стабилизаторе и минимизировать пульсации выходного напряжения. Высокая частота переключения встроенного преобразователя (1 МГц) и противофазная работа двух цепей коммутации конденсаторов позволяют сформировать большой выходной ток при малой пульсации выходного напряжения. Микросхема ADP3610 при напряжении питания в диапазоне от 3 до 3.6 В и токе нагрузки 320 мА имеет выходное напряжение не менее 5.47 В (что соответствует максимальному выходному сопротивлению 1.66 Ом). Малая высота корпуса этих микросхем позволяет использовать их для формирования напряжения питания ЖКИ и TFT панелей.

### Основные особенности ADP3610:

- противофазная работа двух коммутаторов позволяет уменьшить пульсации выходного напряжения и получить высокий выходной ток (320 мА)
- низкое выходное сопротивление (типичное значение 1 Ом)
- внутренний генератор частотой 1 МГц позволяет использовать внешние конденсаторы малой ёмкости
- корпус TSSOP-16 с улучшенной теплоотдачей



### ПРИМЕНЕНИЕ

- удвоители напряжения с большим выходным током
- ЖКИ панели
- сотовые телефоны
- преобразователи без катушек индуктивности

ADP3610

\$1.64

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ БЮЛЛЕТЕНИ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Электропитание • Системы связи • Преобразователи • Интерфейсы • Усилители • Промышленная электроника • Быстродействующие преобразователи • Ключи/мультиплексоры/опорные источники • Быстродействующие линейные схемы • Измерительные приборы

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛЭШ-ПАМЯТИ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ\*

*В последнее время для создания ЗУ микроконтроллеров все чаще используют технологии флэш-памяти. Такие ЗУ легко программируются и позволяют просто и надежно выполнять дозагрузку программ. Настоящая статья знакомит с основными свойствами флэш-памяти, особенностями ее использования в микроконтроллерах, в частности, выпускаемых компанией Motorola.*

*Dr. G. Kupris, H. Kreidl*

### От СППЗУ к флэш-памяти

Запоминающие устройства для хранения программ в первых микроконтроллерах выполнялись в виде масочного ЗУ. Программы в такие ЗУ закладывались в процессе изготовления. Изменение программы требовало изготовления новой маски, что влекло за собой большие затраты средств и времени. Возможность программировать ЗУ самостоятельно пользователи получили с появлением СППЗУ (EPROM) для хранения программ.

Ячейка памяти СППЗУ представляет собой МОП-транзистор, затвор которого изолирован и расположен в толщине слоя окисла (плавающий затвор). Для программирования к ячейке прикладывают высокое напряжение и электроны, преодолевающие окисный барьер, образуют на затворе определенный заряд, сохраняющийся при отключении напряжения. Для стирания информации ЗУ облучается ультрафиолетовыми лучами, сообщаящими электронам на затворе дополнительную энергию, позволяющую им преодолеть слой окисла и вернуться в исходное состояние.

Необходимость обеспечить возможность электрического стирания привела к появлению ЭСППЗУ (EEPROM). Ячейка ЭСППЗУ (рис. 1) имела над плавающим затвором второй затвор.

При подаче напряжения стирания на второй затвор электроны покидали плавающий затвор вследствие туннельного эффекта.

Значительным шагом вперед явилось применение в микроконтроллерах ЗУ, выполненных на основе флэш-памяти. Важнейшим преимуществом таких ЗУ является значительное сокращение времени стирания и программирования, что приобретает все большее значение с увеличением емкости ЗУ. Ячейка флэш-памяти имеет более простую структуру, чем ЭСППЗУ (рис. 2). В ней напряжение программирования сообщает электронам кинетическую энергию, достаточную для преодоления слоя окисла. К сожалению, до плавающего затвора доходит лишь незначительная часть электронов. Большинство из них остается в кремнии, вследствие чего между истоком и стоком протекает ток, достигающий 1 мА, который для программирования ЗУ не используется. Стирание информации происходит, как и в ЭСППЗУ, за счет туннельного эффекта.

Такая традиционная технология изготовления флэш-памяти использовалась различными производителями контроллеров. По этой технологии компанией Motorola был изготовлен контроллер MC68HC908GP20. Во многих случаях в контроллер встраивался генератор напряжения стирания и программирования.

В современных контроллерах компании Motorola используется совершенно новая технология. Структура новой ячейки флэш-памяти показана на рис. 3. Ее уст-

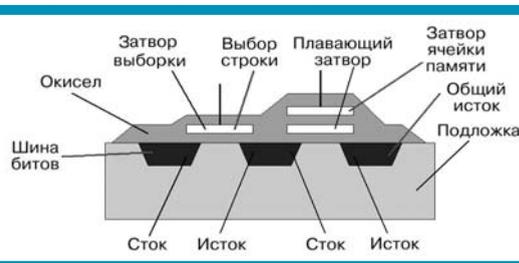


Рис. 1. Структура ячейки ЭСППЗУ

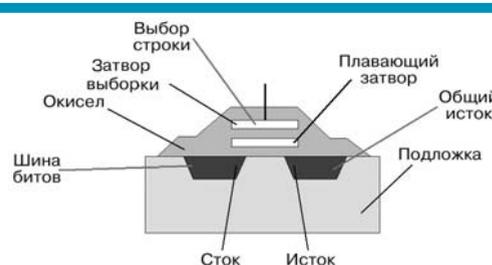


Рис. 2. Структура ячейки флэш-памяти, выполненной по традиционной технологии

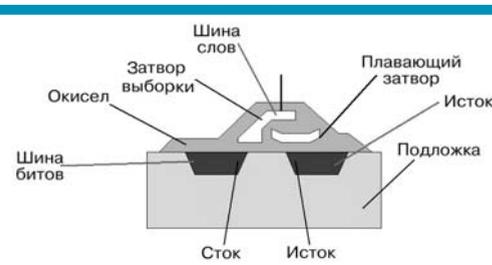


Рис. 3. Структура ячейки флэш-памяти, выполненной по новой технологии

\* Статья подготовлена специалистами отделения микроконтроллеров компании Motorola, адаптированный перевод А. Мельниченко, ЭКИС.

ройство называют "split gate" (расщепленный затвор). Программирование и стирание в такой ячейке происходит с весьма высокой эффективностью. Инжекция электронов осуществляется со стороны истока, вследствие чего для заряда плавающего затвора используется почти 100 % электронов. Для программирования достаточно тока в 1 мкА. Кроме того, толщина окисла новых ячеек больше, чем при обычной технологии. Этим достигается высокая надежность (т. е. большое время хранения) и большое количество циклов записи и стирания.

Компания Motorola уже выпускает контроллеры с ЗУ, выполненными по новой технологии. Это контроллеры MC68HC908GP32 и MC68HC908JL3. Ниже рассмотрены некоторые параметры ЗУ, использованного в контроллере GP32.

#### Скорость и надежность программирования

Как уже упоминалось, важнейшим преимуществом флэш-памяти по сравнению с ЭСППЗУ является высокая скорость стирания и программирования. Между тем, параметры ЗУ различных производителей заметно отличаются (табл. 1).

При рассмотрении этой таблицы возникает мысль, что некоторые изготовители стремятся представить ЭСППЗУ, изготовленные по старой технологии, как флэш-память, чтобы выгодно использовать растущую популярность последней. Главным критерием оценки в таком случае может быть высокая скорость стирания и программирования. Наивысшая скорость достигнута в MC68HC908GP20 благодаря резкому увеличению доли инжектируемых в ячейку электронов.

Важными параметрами ЗУ является также гарантируемое количество циклов записи и время хранения информации.

Количество гарантируемых циклов стирания-записи флэш-памяти контроллеров обычно находится в пределах от 100 до 1000 (табл. 2). Во флэш-памяти, выполненной в виде отдельной микросхемы, это значение может быть и больше. Однако в контроллерах такие значения обычно не реализуются, т. к. различные функциональные узлы контроллера (ЦПУ, ПЗУ, АЦП и др.) должны быть технологически согласованы.

Решающим фактором для увеличения количества циклов является качество окисла, изолирующего затвор. В процессе записи и стирания слой окисла испытывает большие нагрузки из-за проходящих сквозь него электронов. Вероятно, отдельные электроны остаются в окисле, постепенно загрязняя его, и со временем различие между стертой и запрограммированной ячейкой перестает быть ощутимым. В ячейке с расщепленным затвором такие явления не наблюдаются, т. к. ток программирования крайне мал. К тому же окисел

Таблица 1. Параметры перезаписываемых ЗУ разных производителей

Фирма	Контроллер	Время программирования байта, мс	Примечание
Arizona Microchip	PIC16F84 PIC16F877	10 4	при $V_{dd} = 5$ В
Atmel	AT90S1200 AT89LV55	4 2	при $V_{dd} = 5$ В
Infineon	SAB167CR16FM	2.5	
NEC	$\mu$ PD78F9842 $\mu$ PD78F9046	0.050 0.050	типовое значение
Motorola	MC68HC908GP20 MC68HC908GP32 MC68HC908JL3	3.125 0.030 0.030	при $V_{dd} = 5$ В

Таблица 2. Количество циклов записи-стирания перезаписываемых ЗУ разных производителей

Фирма	Контроллер	Количество циклов записи и стирания	Примечание
Arizona Microchip	PIC16F84 PIC16F877	1000 1000	при 25 °С
Atmel	AT90S1200 AT89LV55	1000 1000	
Infineon	SAB167CR16FM	1000	
NEC	$\mu$ PD78F9842 $\mu$ PD78F9046	20 100	
Motorola	MC68HC908GP20 MC68HC908GP32 MC68HC908JL3	100 10000 10000	от -40 до 85 °С

такой ячейки имеет большую толщину, чем ячейки, выполненной по обычной технологии.

Количество циклов считывания обычно не зависит от технологии, т. к. процесс считывания не связан с нагрузкой на окисел.

Количество циклов стирания и записи должно гарантироваться в определенном диапазоне температур. Здесь также наблюдается большой разброс параметров. Motorola приводит их для всего температурного диапазона (от -40 до 85 °С для MC68HC908GP32).

Второй важной величиной является продолжительность хранения данных, т.е. время, в течение которого запрограммированное ЗУ сохраняет записанную информацию. Это время не бесконечно, т. к. из-за токов утечки плавающий затвор может постепенно потерять свой заряд. Стандартное значение этого параметра у различных изготовителей составляет 10 лет, что для практики вполне достаточно. Следует заметить, что для изделий компании Motorola эти 10 лет отсчитываются с момента последнего цикла программирования в пределах гарантированного их количества (в GP32 это — 10000).

Для надежного программирования весьма



важно, чтобы напряжение программирования оставалось постоянным в течение всего цикла. Это особенно существенно для принятых ранее технологий, когда напряжение подавалось от отдельного источника и потребление тока было сравнительно велико. Даже кратковременные "провалы" могли привести к ошибкам в программировании, т. к. плавающий затвор получал при этом недостаточный заряд. Это отражается на надежности, когда через некоторое время изделие "загадочным образом" теряет записанную информацию.

В современных контроллерах ток программирования настолько мал, что источник напряжения программирования располагают непосредственно на кристалле. При этом стабильность напряжения обеспечена в процессе изготовления контроллера.

**Внутрисистемное программирование**

Обычно программирование контроллера выполняется с помощью программатора. Однако большой интерес вызывает программирование в системе. Это означает, что изготовление печатной платы заканчивается после установки элементов и только перед отправкой потребителю в ЗУ контроллера записывается программа. Запись осуществляется по последовательному каналу через специальный разъем (рис. 4). При этом контроллер не выполняет никаких прикладных программ. В контроллерах компании Motorola такой режим называется "monitor mode" (режим монитора). Контроллер HC08 в таком режиме позволяет выполнять полное тестирование и программирование через однопроводной интерфейс. В специальном ПЗУ контроллера находится программа, поддерживающая связь с основным компьютером через интерфейс RS-232, для чего необходим внешний мультиплексор и преобразователь уровня. Процесс записи происходит с применением ОЗУ контроллера. Сначала программа загружается в ОЗУ, а затем выполняется алгоритм записи во флэш-память. На рис. 5 показано применение интерфейса в режиме монитора с использованием внешнего кварцевого резонатора частотой 32 кГц.

Нередко возникает потребность перепрограм-

мировать контроллер в уже работающем устройстве (рис. 6). В этом случае центральный процессор контроллера должен запрограммировать флэш-память, выполняя одновременно текущую программу. Так как программное ЗУ не может находиться в режимах программирования и считывания одновременно, то на время программирования контроллер должен работать по программе, записанной в другом ЗУ (ОЗУ, ПЗУ, флэш-памяти). Контроллер MC68HC908GP20 имеет всего один модуль флэш-памяти (32 кбайта). Поэтому программа для программирования флэш-памяти должна быть загружена в ОЗУ, после чего в ОЗУ остаются свободными еще около 300 байт.

В начале программирования инициализируется интерфейс (UART, SPI или CAN), через который алгоритм программирования записывается в ОЗУ. Использовать флэш-память для этого не имеет смысла, т. к. в начале программирования происходит ее стирание. После перезаписи алгоритма начинается программирование, при этом одновременно может выполняться прикладная программа. Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

Несколько иначе выглядит процесс программирования для контроллера MC68HC908AZ20, разработанного для применения в автомобиле. Контроллер имеет два независимых модуля флэш-памяти емкостью 28 и 32 кбайта, которые могут быть запрограммированы через CAN-интерфейс. При программировании одного из модулей другой может участвовать в выполнении прикладной программы.

**Пример программирования флэш-памяти контроллера MC68HC908GP32**

Конкретный алгоритм программирования зависит от структуры массива флэш-памяти. В

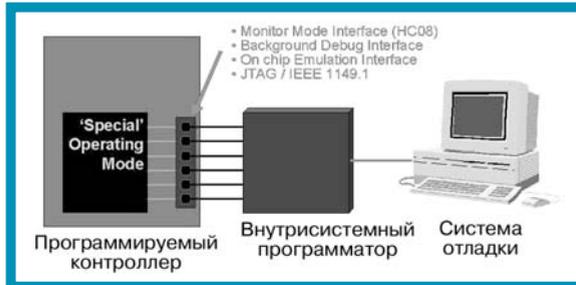


Рис. 4. Внутрисистемное программирование с помощью адаптера

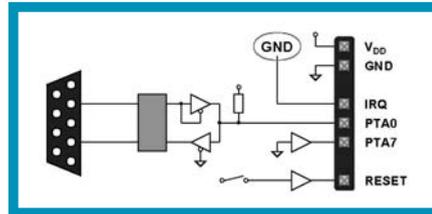


Рис. 5. Программирование GP32 в режиме монитора

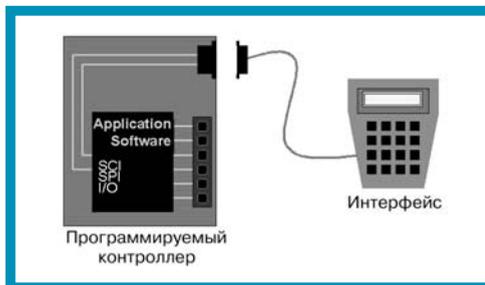


Рис. 6. Перепрограммирование контроллера в процессе эксплуатации

GP32 все ЗУ разделено на 252 страницы по 128 байт, или 504 ряда по 64 байта. При такой структуре стирание происходит постранично, а программирование выполняется по рядам. Разумеется, пользователи хотели бы сократить время стирания при одновременном увеличении возможности стирать желаемое количество байтов. Однако эти требования противоречивы, поэтому количество рядов и страниц всегда выбирается из компромиссных соображений. За один цикл можно запрограммировать от одного до 64 байт (1 ряд), однако стереть, как минимум, целую страницу (128 байт). Стирания отдельных байтов, как в ЭСППЗУ, флэш-структура не допускает. Есть только две возможности: стирание отдельных страниц (Page Erase Operation) или всего массива (Mass Erase Operation).

Для стирания флэш-памяти в GP32 необходимо выполнить следующие операции. Вначале следует выбрать один из способов стирания: отдельных страниц или всего массива. Затем следует прочесть содержимое регистра защиты памяти. Если стираемая область защищена, то стирание невозможно. Далее установкой адреса одного из байтов выбирается подлежащая стиранию страница. Активизируется процесс стирания и с задержкой не менее 10 мкс ( $t_{nvs}$ ) подается напряжение программирования на время 1 мс ( $t_{erase}$ ). Стирание заканчивается снятием команды активизации и (с задержкой  $t_{nvh}=5$  мкс) снятием напряжения программирования. Для окончания переходных процессов после снятия напряжения программирования вводится задержка не менее 1 мкс ( $t_{rev}$ ). В это время контроллер может выполнять другие операции. Для стирания страницы в 128 байт необходимо как минимум 1016 мкс. Стирание всего массива в 32 кбайта потребует 4111 мкс.

Программирование ЗУ выполняется по рядам. За один цикл можно запрограммировать минимум один и максимум 64 байта одного ряда. Перед программированием ряд должен быть стерт. Время программирования одного байта составляет 30 мкс, одного ряда — около 2 мс, всех 32 кбайт памяти — около секунды.

$$t_{prog} = 504 \times (t_{nvs} + t_{pgs} + 64 \times t_{prog} + t_{nvh} + t_{rev}) = 504 \times (10 + 5 + 64 \times 30 + 5 + 1) \text{ мкс} = 0.98 \text{ с.}$$

В этом расчете учтено лишь время, необходимое для выполнения алгоритма программирования, а время, необходимое для передачи данных в контроллер, не учитывается.

Контроллер HC08 в режиме монитора с последовательной передачей данных допускает максимальную скорость 9600 бод. Для передачи 64 байтов одного ряда необходимо 53.33 мс. Учитывая, что каждый цикл программирования состоит из приема очередных 64 байт и последующей их за-

писи во флэш-память, время программирования всего ЗУ составит:

$$t_{prog} = 504 \times (t_{receive} \times 64 + t_{prog} \times 64) = 504 \times (53.33 + 1.94) \text{ мс} = 27.86 \text{ с.}$$

Это значительно больше, чем теоретически возможное время программирования. Основные затраты времени здесь приходится на передачу данных. Для более полного использования преимуществ новой технологии флэш-памяти их необходимо существенно уменьшить.

При использовании интерфейса UART со скоростью передачи 115200 бод (при частоте шины 7.3728 МГц) для передачи 64 байт потребуется лишь 4.44 мс. Здесь общее время программирования составит:

$$t_{prog} = 504 \times (4.44 + 1.94) \text{ мс} = 3.21 \text{ с.}$$

Это гораздо меньше, чем в режиме монитора. Использование SPI позволяет передать 64 байта за 0.28 мс. В результате время программирования всего ЗУ составит:

$$t_{prog} = 504 \times (0.28 + 1.94) \text{ мс} = 1.12 \text{ с.}$$

Это уже сравнимо с теоретически возможным временем программирования, составляющим 0.98 с.

Одной из возможностей быстрой передачи данных в контроллер является использование параллельного порта. С учетом целей квитирования (READY и BYTE AVAILABLE) необходимо всего 8 линий данных и 2 линии состояния. Возможно использование и других интерфейсов, например, CAN.

Описанные выше способы программирования используются лишь тогда, когда в ЗУ контроллера находится программа. Если же контроллер не запрограммирован, то программирование выполняется в режиме монитора. Контроллеры Motorola семейств G и JL переходят в этот режим автоматически, если после снятия сигнала RESET обнаруживается "стертое" ЗУ. Собственно говоря, тестируется лишь RESET-вектор: если он не запрограммирован, то изделие переходит в режим монитора. Режим монитора дает возможность прочесть содержимое ЗУ. Для исключения нежелательного доступа к ЗУ в контроллере предусмотрен пароль длиной 8 бит.

Интерфейс режима монитора можно использовать при отладке программы, для чего требуется лишь наличие соответствующего адаптера и программы для управляющего компьютера. Готовые отладчики предлагают фирмы COSMIC и HIWIRE.

Флэш-память — это ЗУ будущего поколения контроллеров. Новая технология флэш-памяти, реализованная в контроллере MC68HC908GP32, обладает неоспоримыми преимуществами. Флэш-память действительно оправдывает свое название, позволяя с быстротой молнии выполнять стирание и программирование.

## МОБИЛЬНЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ БУДУЩЕГО

*Бурное развитие сети Интернет привлекает все большее количество пользователей. Хотя в настоящее время основным устройством для доступа к сокровищам Всемирной Паутины служит компьютер, завтра его место готовится занять мобильный телефон, что потребует создания качественно новых телекоммуникационных сетей, охватывающих весь мир. Настоящая статья кратко освещает тенденции развития телекоммуникационных сетей и знакомит с новыми сигнальными процессорами, без которых немислима их реализация.*

### В. Охрименко

По данным статистических и маркетинговых исследований далеко не всех пользователей устраивают карманные компьютеры с беспроводными модемами для доступа к сети Интернет. Определенная часть пользователей (по разным оценкам примерно 50-60 %) была бы не прочь вместо специализированного компьютера использовать свои мобильные телефоны для доступа к цифровым сетям. А так как в течение ближайших пяти лет предполагается увеличение числа владельцев мобильных телефонов до одного миллиарда, операторы мобильной связи намерены использовать свое монопольное положение для предоставления услуг с помощью мобильных телефонов. Ведущие производители средств мобильной связи: Ericsson, Motorola, Nokia и другие были инициаторами создания комитета WAP Forum (Wireless Application Protocol), цель которого — определение набора стандартных протоколов WAP для использования в будущем при разработке приложений для беспроводных сетей связи. Протоколы WAP специально разрабатываются для стандартизации взаимодействия серверных приложений с терминалом пользователя. Протоколы поддерживаются специальным языком, загружаемым с терминала для управления и контроля за доступом к информации. Внедрение стандартных протоколов WAP, в первую очередь, даст возможность передачи тек-

стовых сообщений, хотя предусмотрены самые разнообразные мультимедийные приложения. Это означает, что владелец мобильного телефона в будущем сможет читать электронную почту, работать с системой коротких сообщений (отслеживание скачков курсов акций или валют, а также другие важные для пользователя сообщения), просматривать отдельные Web-страницы, оперативно консультироваться с базой данных своей фирмы в любом удобном для него месте и в любое время. Кроме того, с помощью разработанных протоколов возможно: внедрение, к примеру, на производстве или в информационных системах контроллеров, которые смогут постоянно автоматически информировать руководителей и специалистов, где бы они ни находились, о состоянии дел. С использованием этих контроллеров можно будет производить оплату чеков или перевод денег на другой счет по мобильному телефону, получать сообщения службы новостей, организовывать развлечения (игры, вплоть до шахмат) и т. п. Естественно, что для реализации новых услуг по мобильному телефону сам телефон должен видоизмениться.

Первое поколение сотовых телефонных сетей, созданных в конце 70-х годов — аналоговые сотовые сети. Мобильные телефоны, относящиеся к этому поколению, имели размеры и вес, сравнимые с размером и весом кирпича [1]. Пользование сетью было слишком дорогим, время работы телефона без замены аккумулятора — малым, зона об-

служивания — небольшой, а возможности сети ограничивались узким частотным диапазоном.

Второе поколение — цифровые сотовые сети GSM (глобальная мобильная связь), TDMA (система временного разделения каналов доступа), CDMA (система кодового разделения каналов доступа), которые позволили в той же полосе частот увеличить количество абонентов сети. Мобильные телефоны стали значительно легче и меньше, предоставляя при этом дополнительные функции. Достижения полупроводниковой технологии позволили увеличить срок службы батарей питания, который теперь измеряется днями и неделями.

Для реализации новых услуг, предоставляемых с помощью мобильного телефона, в первую очередь, необходимо:

- увеличение пропускной способности канала связи, так как если даже сегодня время активной работы в сети ограничено, то, в случае, если абонент захочет просматривать факсы, оплачивать счета, играть (передача видеоизображения) и, конечно же, не откажется от возможности передавать и присущие мобильному телефону речевые сообщения, потребуется существенное увеличение пропускной способности канала связи
- увеличение производительности и объема памяти встроенных как в мобильные телефоны, так и в сотовые базовые станции цифровых сигнальных процессоров
- снижение мощности потребле-

ния микросхем цифровых сигнальных процессоров и аналоговых преобразователей.

### ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ БУДУЩЕГО

Протокол 3G (Third Generation) — протокол третьего поколения, разрабатываемый международным телекоммуникационным Союзом (ITU), предусматривает увеличение пропускной способности канала связи до 2 Мбод/с (максимальная скорость передачи данных в существующих телефонных сотовых сетях составляет 19.2 кбод/с) [2]. Для средств международной мобильной связи (ИМТ) ITU определил следующие требования к скорости передачи данных:

- автомобильные (vehicular) — 144 кбит/с
- переносные (pedestrian) — 384 кбит/с
- стационарные/локальные — 2 Мбит/с.

Пропускной способности 384 кбит/с достаточно для полноценной передачи видеоизображений.

Высокая пропускная способность канала связи даст возможность доступа в сеть Интернет, просмотра видеоизображений и прослушивания музыки. Все это потребует кардинального изменения инфраструктуры сетей связи и конструкции мобильных телефонов.

Новая инфраструктура сотовой связи позволит реализовать технологию определения местоположения абонента (потенциальные пользователи данного вида услуг — службы экстрен-

ного реагирования и безопасности). Мультимедийные приложения, к примеру, для медицины, позволят передавать видеoinформацию (фотографические и рентгеновские снимки) непосредственно с места происшествия в больницу для изучения и дальнейших консультаций. Реализация распознавания голоса существенно упростит человеко-машинный интерфейс с мобильным терминалом. Для этой цели фирма Motorola уже сейчас предлагает специальный язык VoxML (Voice Mark-up Language) как стандарт для управления с помощью голоса.

Система мобильной связи, удовлетворяющая требованиям протокола 3G — единая унифицированная цифровая сотовая сеть, что означает один тип мобильного телефона для всех точек земного шара (существующие протоколы сотовых сетей несовместимы и, перемещаясь из одного региона в другой, необходимо менять мобильный телефон). Как полагают специалисты, вначале будут внедряться так называемые 2G и 2.5G системы. В последней системе пропускная способность составляет 64 кбод/с. В настоящее время идет бескомпромиссная борьба между группами компаний, поддерживающими различные стандарты. Одни из них поддерживают стандарт W-CDMA (Европа), другие — CDMA2000 (США). Сторонники CDMA2000 гарантируют сохранение существующей инфраструктуры сетей связи, старых частотных

диапазонов и имеют высокую степень готовности спецификаций.

Какая бы система организации цифровой сотовой связи ни восторжествовала, какой бы ни был тип связи (проводной, беспроводной, спутниковый), что бы ни служило в качестве среды для передачи сигналов (медный провод, коаксиальный или оптоволоконный кабель, эфир), на стороне приема и передачи не обойтись без цифрового сигнального процессора и преобразователей.

Следуя тенденциям развития рынка телекоммуникационных услуг, фирма Texas Instruments в последние три года сделала акцент на преимущественное развитие производства цифровых сигнальных процессоров и преобразователей, способных реализовать существующие и вновь созданные стандарты телекоммуникационных сетей.

### ЦИФРОВЫЕ СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ

Цифровые сигнальные процессоры (DSP) — мозг и сердце основных узлов цифровых телекоммуникационных сетей, от которых по сути зависит не только их физическая реализуемость, но во многом и конечная стоимость услуг, предоставляемых сетью.

**Сигнальные процессоры TMS320C6000 (далее C6000)** — самые производительные (до 2400 MIPS) DSP на мировом рынке сигнальных процессоров (табл. 1). Усовершенствованная VLIW (Very Long Instruction

Таблица 1. Параметры сигнальных процессоров TMS320C6000

Тип TMS320	Тактовая частота, МГц	Производительность	Встроенное ОЗУ, кбайт		McBSP	DMA	Таймер	Количество выводов, тип корпуса
			данных	программ				
<b>Процессоры с фиксированной точкой</b>								
C6202B-300	200	2400 MIPS	128	256	3	4	2	352, BGA 384, BGA
C6203-300	300	2400 MIPS	512	384	3	4	2	
C6204-200	200	1600 MIPS	64	64	2	4	2	340, BGA
C6211-150	150	1200 MIPS	4 (кэш)	64+4 (кэш)	2	16	2	256, BGA
<b>Процессоры с плавающей точкой</b>								
C6701-167	167	1 GFLOPS	64	64	2	4	2	352, BGA
C6711-150	150	0.9 GFLOPS	4 (кэш)	64+4 (кэш)	2	16	2	256, BGA

Word) архитектура дает возможность выполнять параллельно восемь RISC-подобных инструкций. На базе C6000 возможно создавать компактные, экономичные сотовые базовые станции, стоимость которых ниже систем, реализованных с использованием любых других сигнальных процессоров.

Семейство C6000 представлено 32-разрядными процессорами с фиксированной точкой (C62xx) и 32-разрядными процессорами с плавающей точкой (C67xx). Первый представитель семейства C6000 TMS320C6201 был изготовлен по 0.25 мкм технологии и имел большую мощность потребления.

**Новые процессоры (C6202B/03/04)** изготовлены по 0.15 мкм технологии, имеют два напряжения питания (1.5 В питание ядра и 3.3 В — схем входов/выходов) и небольшую мощность потребления (от 1.5 до 2 Вт) [3].

Высокая производительность, большой объем встроенной памяти, развитый интерфейс с периферией, включающий многоканальные буферизированные последовательные порты (McBSP), контроллер прямого доступа к памяти (4 канала), 32-разрядный интерфейс с внешней памятью (EMIF); 32-разрядная внешняя шина расширения позволяют реализовать на базе C6000 мощные мультимикропроцессорные системы обработки данных в реальном времени. Порты McBSP предоставляют возможность непосредственного подключения к сетям передачи данных с протоколами T1/E1, MVIP, SCSA, к ST-шине, а также к последовательному периферийному интерфейсу (SPI) фирмы Motorola. Порт McBSP обеспечивает работу с 256 каналами передачи данных. Контроллер EMIF поддерживает обмен данными с асинхронной (SRAM, ROM) и синхронной (SDRAM, SBSRAM) памятью. C6203 имеет самый большой объем встроенной памяти

(7 Мбит), часть которой можно конфигурировать как кэш-память программ. Большой объем встроенной памяти позволяет реализовать многие алгоритмы цифровой обработки сигналов без обращения к внешней памяти.

Каждый из восьми операционных блоков процессорного ядра C62x состоит из двух умножителей (32-разрядный результат) и шести арифметико-логических устройств. Инструкции выполняются параллельно. Высокоэффективный C компилятор осуществляет компоновку инструкций для выполнения в процессорном ядре. Все процессоры семейства C6000 совместимы на уровне кодов, что позволяет использовать сделанные ранее разработки программного обеспечения.

**SHARC процессор ADSP-21160** (анонсирован в ноябре

SISD-архитектура (Single Instruction Single Data), новый ADSP-21160 относится к процессорам с SIMD-архитектурой (Single Instruction Multiple Data) процессорного ядра. Реализация SIMD-архитектуры позволила достичь производительности 600 MFLOPS (пиковое значение) при тактовой частоте 100 МГц. Основные параметры ADSP-21160 приведены в табл. 2. Главное преимущество ADSP-21160, которое отличает его от других сигнальных процессоров подобного класса — это развитые средства для создания высокопроизводительных мультимикропроцессорных систем обработки данных в реальном масштабе времени. К этим средствам относятся: шесть внешних 8-разрядных двунаправленных коммуникационных портов (Link-портов); внешний порт, объединяющий

Таблица 2. Основные параметры ADSP-21160

Наименование параметра	Значение параметра
Длительность цикла, нс	10
Производительность, MFLOPS: - пиковая - средняя	600 400
Встроенная память, Мбит	4
Внешняя память, гигабайт	4
Разрядность внешней шины данных, бит	64
Количество Link-портов	6
Максимальная скорость передачи через Link-порты, Мбайт/с	600
Количество последовательных портов	2
Кол-во каналов прямого доступа к памяти	14
Напряж. питания, В: - процессорного ядра - входов/выходов	2.5 3.3
Количество выводов, тип корпуса	400, PBGA
Размеры корпуса, мм	27×27

1999 г.) относится ко второму поколению сигнальных процессоров с супергарвардской архитектурой, разработанных фирмой Analog Devices [4]. ADSP-21160 — 32-разрядные DSP с плавающей точкой. На уровне команд ADSP-21160 совместим с известными процессорами ADSP-2106x. В отличие от процессоров ADSP-2106x, архитектура процессорного ядра которых классифицируется как

и 32-разрядную шину данных и 32-разрядную шину адреса; встроенные области памяти, адресуемые со стороны внешних устройств. Встроенная логика управления осуществляет арбитраж доступа к встроенной памяти между отдельными процессорами в мультимикропроцессорных системах. Шесть Link-портов совместно с последовательными портами позволяют реализовать самые разнообразные структуры мультимикропроцессорных систем, а встроенная логика арбитража дает возможность создавать кластеры процессоров (до шести процессоров в кластере) без какой-либо дополнительной внешней аппаратуры. Обмен данными в кластерах выполняется по

внешним шинам адреса и данных через специально отведенные области встроенной памяти.

Основные показатели производительности ADSP-21160 при выполнении тестовых программ приведены ниже:

- БПФ на 1024 точки — 92 мкс
- секция КИХ-фильтра — 5 нс
- секция БИХ-фильтра — 20 нс
- деление  $u/x$  — 30 нс.

**Процессор DSP56690** (анонсирован в конце 1999 г.) — новый процессор фирмы Motorola, признанного лидера в создании средств мобильной связи [5]. На базе DSP56690 возможна реализация сотового телефона, адаптированного для работы в мобильных радиотелефонных сетях, которые поддерживают наиболее широко распространенные стандарты — TDMA, CDMA, GSM, IDEN (интегрированные цифровые сети). Уникальные возможности DSP56690 позволят на его базе создавать средства связи для новых сетей мобильной радиотелефонной связи (стандарты 2G и 2.5G). В дальнейшем предполагается модификация процессора DSP56690, что позволит использовать его для сетей стандарта 3G.

Архитектура DSP56690 базируется на мощном вычислительном ядре, состоящем из цифрового сигнального процессора с тактовой частотой 100 МГц и 32-разрядного микроконтроллера Motorola (M-Core M210) с тактовой частотой 50 МГц; большом объеме встроенной памяти; широким наборе периферийных микроконтроллеров. Процессор DSP56690 сохраняет работоспо-

собность при изменении напряжения питания от 1.8 до 2.2 В и имеет малую мощность потребления. Обмен данными между процессорами вычислительного ядра выполняется через общую память с произвольным доступом (RAM). DSP56690 содержит также специальный модуль, обеспечивающий работу в аналоговой сотовой сети, внедренной еще в конце 70-х годов в США (стандарт AMPS — Американская система мобильной телефонной связи), и таймер, который используется для корректировки времени передачи в зависимости от расстояния до ближайшей базовой станции.

В настоящее время уже изготовлены образцы схем DSP56690, а серийный выпуск планируется начать в первой половине 2000 г.

Более подробную информацию о микросхеме DSP56690 можно найти в сети Интернет по адресу:

<http://www.motorola.com/wireless-semi>

**Сигнальные процессоры TMS320C54xx** (далее C54xx) — 16-разрядные DSP с фиксированной точкой, которые отличаются высокой производительностью, низким напряжением питания, малой потребляемой мощностью (табл. 3), что обусловило их широкое применение в портативных средствах связи, шлюзах Интернет-телефонии, АТС, высокоскоростных модемах с уплотнением данных и т.п. [6]. Все процессоры имеют общую базовую архитектуру, в основе которой лежит модифицированная гарвардская архитектура. Кро-

ме того, в состав процессоров входит встроенная память программ/данных большого объема, широкий набор периферийных контроллеров для обмена данными с внешними устройствами ввода/вывода и с другими процессорами (последовательные порты McBSP, обеспечивающие работу с протоколом T1/E1; контроллер DMA; интерфейс с хост-процессором). C5420 и C5421 содержат **два процессорных ядра** с возможностью обмена данными через встроенную общую память.

Новая 0.15 мкм технология обеспечивает C5416 и C5421 малую потребляемую мощность и возможность размещения большого объема памяти в кристалле.

Во всех процессорах предусмотрены режимы работы с пониженным энергопотреблением, что особенно существенно в портативных средствах связи с батарейным питанием. Микросхемы выпускаются в малогабаритном корпусе размерами 12×12×1.4 мм (microStar™ BGA). Все DSP семейства C54xx совместимы по набору команд и имеют мощное центральное процессорное устройство (CPU), оптимизированное для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов. В CPU включены EXP-декодер и устройство сравнения/выбора/хранения (CSSU). EXP-декодер используется для преобразований форматов представления чисел и помогает ускорить вычисления. CSSU используется при вычислениях по алгоритму Витерби, который широко применяется в

Таблица 3. Параметры сигнальных процессоров TMS320C54xx

TMS 320	Напряжение питания, В		Производительность, MIPS	МВт/MIPS	Встроенная память 16-разр. слов		Внешняя память данных/программ, 16-разрядных слов	Внешний интерфейс				Таймер	Кол-во выводов, тип корпуса
	процессорное ядро	входы/выходы			RAM	ROM		последоват. McBSP	параллельный		каналов DMA		
									порты Вв/Выв	HPI			
5402	1.2, 1.8	1.8-2.75	100	0.6	16 К	4 К	64 К/1 М	2	64 К	1	6	1	144; BGA, TQFP
5416	1.5	3.3	160	-	128 К	16 К	64 К/8 М	3	64 К	1	6	1	
5420	1.8	3.3	200	0.9	200 К	-	64 К/256 К	6	64 К	1/16-разр.	12	2	
5421	1.8	3.3	200	-	256 К	4 К	64 К/512 К	6	64 К		12	2	

цифровых системах связи, в частности, в известной системе глобальной связи (GSM). Эти два устройства поддерживаются специальными инструкциями (EXP, NORM, CMPS), которые ускоряют вычисления при реализации многих алгоритмов цифровой обработки сигналов, 32-разрядное ALU может работать как два независимых 16-разрядных ALU.

Кроме того, предусмотрены специальные инструкции (FIRS, LMS, SQDST), которые эффективно используются при реализации КИХ-фильтров, адаптивной фильтрации, подавлении эхо-сигнала.

Перечисленные возможности процессоров C54xx позволяют реализовать на одной микросхеме C5420 шестиканальный модем с протоколом V.34 или V.90 при потребляемой мощности всего 250 мВт [1].

#### ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ

К преобразователям, используемым в средствах мобильных телекоммуникаций, относятся АЦП, ЦАП, кодеки, преобразователи напряжения, супервизоры и т. п.

**АЦП THS1206** — 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь, изготовленный по КМОП-технологии [1]. Отличительная его особенность — четыре устройства выборки/хранения и выходной буфер FIFO (First-In-First-Out) длиной 16 слов (рис. 1), который позволяет более эффективно осуществлять передачу данных в сигнальный процессор благодаря сокращению количества прерываний процессора. Перечисленные встроенные в АЦП устройства, а также встроенный источник эталонного напряжения (2.5 В) позволяют уменьшить количество внешних компонентов. АЦП имеет четыре входа, причем предусмотрена возможность преобразования дифференциального сигнала. Напряжение питания аналоговых цепей составляет 5 В, а цифровых

— от 3 до 5 В. Высокие скорости преобразования (6 МГц) и разрешающая способность, возможность одновременной выборки сигнала по нескольким входам определяют основные сферы применения THS1206: системы дистанционного управления, высокоскоростные системы сбора данных, средства телекоммуникаций, системы обработки изображений.

Подробную информацию о микросхеме THS1206 можно получить в сети Интернет по адресу:

[www.ti.com/sc/docs/mps/dacq/default.htm](http://www.ti.com/sc/docs/mps/dacq/default.htm)

**Кодеки TLC320AD5xx.** TLC320AD543 — одноканальный кодек факс/данные с напряжением питания от 2.7 до 3.3 В и низкой мощностью потребления (рис. 2) [1]. В состав TLC320AD543 входят: усилитель с программируемым коэффициентом усиления; 16-разрядный аналого-цифровой сигма-дельта преобразователь, обеспечивающий максимальную частоту преобразований 11.025 кГц; флэш-память с возможностью записи; контроллер последовательного порта, поддерживающий интерфейс с многоканальными буферизированными портами (McBSP) новых сигнальных процессоров фирмы Texas Instruments (семейства TMS320C6000 и

Таблица 4. Основные параметры кодеков TLC320AD5xx

Наименование параметра	AD543	AD545	AD535
Разрядность, бит	16	16	16
Макс. частота выборки, кГц	11.025	11.025	11.025
Динамический диапазон, дБ	79	80	83
Напряжение питания, В	3	3.3/5	5
Количество выводов, тип корпуса	48, TSFP	48, TSFP	64, TSFP

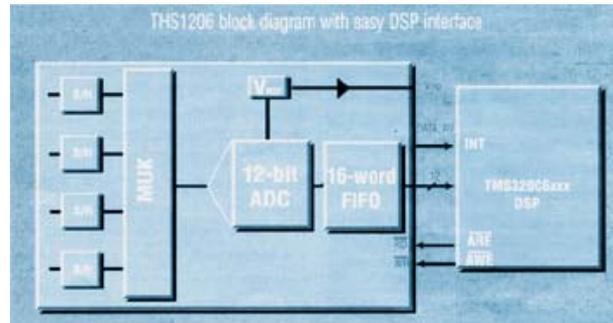


Рис. 1. Структурная схема АЦП THS1206

TMS320C5000); выходной дифференциальный усилитель мощностью 8 Вт, предназначенный для подключения динамика; гибридный усилитель, обеспечивающий подключение к компьютерной сети. Интегрированные на кристалле TLC320AD543 устройства поз-

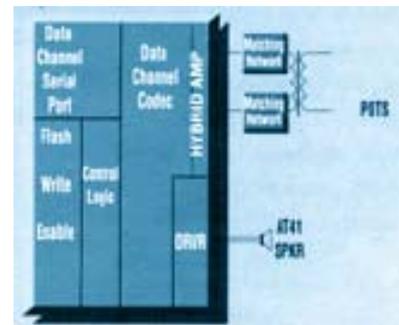


Рис. 2. Структурная схема кодека TLC320AD543

воляют значительно сократить число внешних компонентов, подключаемых к кодеку. В TLC320AD543 предусмотрен режим работы с пониженным энергопотреблением (режим ожидания). Основные области применения TLC320AD543 — модемы (до V.90, включительно), низкоскоростные системы передачи данных (кассовые аппараты, системы безопасности и т. п.), измерительные системы, встроенные голосовые платы, Интернет-телефония. Основные параметры кодеков

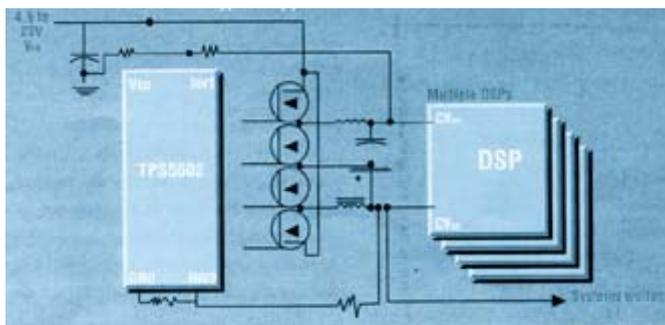


Рис. 3. Схема подключения TPS5602

TLC320AD5xx представлены в табл. 4.

**ЦАП THS56xx.** THS5641/51/61/71 — соответственно 8-, 10-, 12-, 14-разрядные цифро-аналоговые преобразователи [1]. Входные данные могут быть представлены в двоичном или дополнительном коде. Длительность времени установления составляет 1 нс. Напряжение питания THS56xx составляет 5 В (аналоговые цепи) и от 3 до 5 В (цифровые цепи), а мощность потребления — 175 мВт (при напряжении питания 5 В). Микросхемы обеспечивают выходной ток в диапазоне от 2 до 20 мА (выход дифференциальный) и, кроме того, имеют встроенный источник эталонного напряжения (1.2 В). Все микросхемы выпускаются в корпусах SOIC или TSSOP (28 выводов) для работы в температурном диапазоне от -40 до 85 °С.

Подробную информацию о микросхемах THS56xx можно получить в сети Интернет по адресу:

<http://www.ti.com/sc/docs/products/msp/dataconv/newpro.html>

**Преобразователи DC/DC**

**TPS56xx.** TPS5602 и TPS56100 — новые микросхемы преобразователей DC/DC семейства TPS56xx, которые позволяют ускорить разработку систем и уменьшить габариты источников питания для сигнальных процессоров [1].

В составе TPS5602

имеется двухканальный синхронный выпрямитель, использующий гистерезисный метод управления, который обеспечивает высокие параметры регулирования по цепи обратной связи в широком диапазоне изменений тока нагрузки и малое напряжение пульсаций выходного напряжения. TPS5602 может служить в качестве источника питания для DSP семейств TMS320C6000 и TMS320C5000, которые имеют два напряжения питания (рис. 3). Входное напряжение TPS5602 может изменяться от 4.5 до 25 В. Минимальное выходное напряжение составляет 1.2 В, коэффициент полезного действия превышает 93%.

TPS56100 по уровню интеграции превосходит все другие микросхемы семейства TPS56xx [1]. В TPS56100 встроен программируемый 5-разрядный контроллер, обеспечивающий регулирование выходного напряжения с шагом 50 или 100 мВ в диапазоне выходных напряжений от 1 до 3.3 В. Для увеличения нагрузочной способности TPS56100 может использовать-

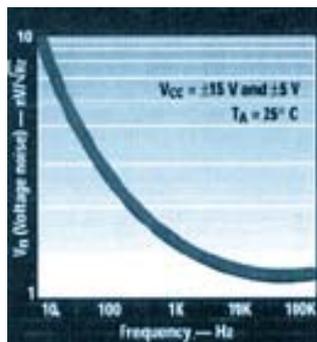


Рис. 4. График зависимости напряжения шумов THS4022 от частоты

**Маломощные усилители THS4021 и THS4022**

— широкополосные маломощные усилители, предназначенные для применения в средствах телекоммуникаций, сканерах, видеокамерах, измерительных приборах и т. п. [7]. Полоса пропускания THS4021 (одноканальный) и THS4022 (двухканальный) составляет 350 МГц, скорость нарастания выходного напряжения — 470 В/мкс, а время установления — 40 нс. Усилители сохраняют устойчивость при коэффициенте усиления более 10 (в инвертирующем включении 9). THS4021 и THS4022 имеют большую нагрузочную способность (100 мА) при токе покоя 7.8 мА (один канал). Напряжение питания находится в диапазоне от ±5 до ±15 В. Приведенное ко входу напряжение шумов составляет 1.5 нВ/√Гц. Зависимость напряжения шумов от частоты приведена на рис. 4. Общий уровень гармонических искажений составляет -68 дБ (f=1 МГц). Микросхемы выпускаются в стандартных корпусах SOIC или MSOP PowerPAD™. Фирма Texas Instruments выпускает также EVM-модуль с усилителями THS4021 и THS4022. Ориентировочная стоимость усилителей \$ 2.19 (при партии 1000 шт.).

Подробную информацию о микросхемах THS4021 и THS4022 можно найти в сети

Таблица 5. Основные параметры TPS56xx

Тип TPS	Напряжение, В		Вых. ток, А	КПД, %	Защита по:	
	Входное	Вых.			току	напряж.
5602	4.5...25	1.2...5.3	>2	95	+	-
5615	11.4...13	1.5	>2	95	+	+
5618	11.4...13	1.8	>2	95	+	+
5625	11.4...13	2.5	>2	95	+	+
5633	11.4...13	3.3	>2	95	+	+
56100	4.5...5.5	1...3.3	>2	95	+	+

Таблица 6. Основные параметры супервизоров TPS312x

Наименование параметра	TPS3123	TPS3124	TPS3125
Напряжение питания, В: - диапазон - минимальное	1.2...1.8 0.75	1.2...1.8 0.75	1.2...3.0 0.75
Ток потребления, мкА	14	14	14
Длительность задержки, мс	180	180	180
Вход внеш. сигнала сброса	+	-	+
"Сторожевой" таймер	+	+	-

Интернет по адресу:

[http://www.ti.com/sc/tech\\_innovations](http://www.ti.com/sc/tech_innovations)

**TPS312x — супервизоры с низким напряжением питания** для устройств с автономным (батарейным) питанием. Предназначены для применения, в первую очередь, с новыми DSP, работающими при напряжении от 1.2 В (TMS320C54xx) [7]. В составе TPS312x имеется также "сторожевой" (Watchdog) таймер. Ток потребления супервизоров составляет всего 14 мкА.

После того как напряжение питания достигло 0.75 В, супервизор формирует сигнал сброса, который остается активным в течение примерно 180 мс после того, как напряжение достигло фиксированного значения (табл. 6). Задержка сигнала сброса необходима, чтобы гарантировать завершение переходных процессов и стабилизации частоты тактового генератора.

"Сторожевой" таймер должен сбрасываться периодически (каждые 1.4 с), в противном случае формируется сигнал сброса (длительность 180 мс). Триггер

вход для внешнего сигнала сброса.

Микросхемы TPS312x выпускаются в корпусах типа SOT-23 (5 выводов). Ориентировочная стоимость \$ 0.86 (при партии 1000 шт.).

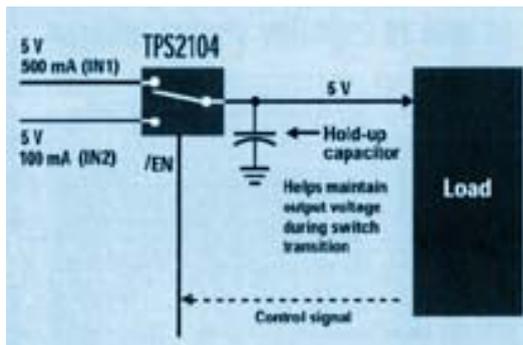


Рис. 5. Схема подключения TPS2104

**TPS210x — переключатели напряжения питания** на резервный батарейный источник. TPS210x (рис. 5) используются для переключения на резервный источник питания в носимых портативных устройствах с батарейным питанием (калькуляторы, мобильные телефоны, портативные компьютеры и т.п.) [7].

TPS210x представляет собой аналоговый мультиплексор с двумя входами (IN1 — основной и IN2 — дополнительный вход) и одним выходом. Переключе-

ние со входа IN1 на вход IN2 выполняется в течение 2 мкс (типичное значение). Такое быстрое переключение предотвращает сбой в работе и потерю важных данных. Обратное переключение выполняется за 3 мс. Входное напряжение по входу IN1 находится в диапазоне от 2.7 до 4.0 В (TPS2100/1/2/3) и в диапазоне от 2.7 до 5.5 В (TPS2104/5). Максимальный ток по входу IN1 составляет 0.5 А, а сопротивление замкнутого ключа — 0.25 Ом. Максимальный ток по входу IN2 составляет 100 мА, а сопротивление замкнутого ключа — 1.3 Ом.

Максимальный ток по входу IN1 составляет 0.5 А, а сопротивление замкнутого ключа — 0.25 Ом. Максимальный ток по входу IN2 составляет 100 мА, а сопротивление замкнутого ключа — 1.3 Ом.

Микросхемы выпускаются в корпусах типа SOT-23 и рассчитаны для работы в диапазоне температур от -40 до 85 °С. Ориентировочная стоимость \$ 0.59 (при партии 1000 шт.).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. TI Telecom Product Update. Telecom' 99 Special Edition. — Texas Instruments. 09/99.
2. Mobile Radio. № 5/8, октябрь 1999.
3. TMS320C6204, Fixed-Point Digital Signal Processor: [www.ti.com/sc/C6204](http://www.ti.com/sc/C6204)
4. Analog Devices Announces Availability of the Industry's Highest Performance Sharc DSP: [www.analog.com](http://www.analog.com)
5. A chip for all (cell phone) standards. IEEE Spectrum. December 1999.
6. TMS320C5421. Digital Signal Processor: [www.ti.com/sc/docs/products/dsp/tms320vc5421](http://www.ti.com/sc/docs/products/dsp/tms320vc5421).
7. Technology Innovations — Texas Instruments, Vol. 2, January 2000.

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.

## ПОСТРОЕНИЕ УСТРОЙСТВ, УПРАВЛЯЕМЫХ ПО СЕТИ ИНТЕРНЕТ

*В настоящее время сеть Интернет стала самым распространенным в мире средством обмена информацией. В связи с этим все большее внимание привлекает задача использования Интернет для получения информации от устройств сбора данных и управления различным промышленным и бытовым оборудованием. В статье рассматриваются принципы построения систем сбора данных и управления на основе Интернет, описывается пример реализации одной из таких систем на основе микроконтроллеров и перспективы их развития. Предполагается наличие у читателя начальных знаний о технологиях и терминах Интернет.*

**А.А. Бритов, В.В. Глухенький, А.Н. Макеенко,  
С.В. Хлебников**

Наиболее распространенная сегодня схема подключения различного оборудования к сети Интернет приведена на рис. 1. Самыми известными представителями такой архитектуры являются системы EmGateway фирмы EmWare [1, 2] и iFactory фирмы Burr-Brown [3].

Система EmGateway представляет собой пакет шлюзового ПО, работающий под управлением Windows 95/98 и определяющий собственный протокол обмена для управляемого оборудования. Этот протокол настолько прост, что позволяет реализовать его на простейших микроконтроллерах. Кроме того, фирма предлагает SDK с набором примеров и их исходными текстами для нескольких популярных микроконтроллеров, что также упрощает использование системы. Однако, использование такой системы жестко привязывает разработчика к закрытому протоколу обмена и требует применения в качестве сервера-шлюза Windows-системы, хотя в отечественной практике более широко используются бесплатные Linux и FreeBSD.

Система iFactory представляет собой ПО промежуточного уровня, позволяющее осуществлять управление специализированными аппаратными устройствами Ethernet Data Acquisition Systems (EDAS). Каждое такое устройство имеет с одной стороны Ethernet-порт для включения в локальную сеть, а с другой — набор аналоговых, цифровых и последовательных (RS-232, RS-485) каналов ввода/вывода. Предлагается несколько типов таких устройств, отличающихся набором и количеством выходных портов. Интересная особенность: можно покупать OEM-версии этих уст-

ројств, т. е. только платы (без корпусов, источников питания и т. д.) для встраивания в собственное оборудование. Однако, развертывание такой системы потребует больших затрат как на оборудование так и на ПО.

Аналогичные аппаратные средства предлагает тайваньская фирма Moxa Technologies [4], но ее устройства имеют на выходе только последовательные порты.

Авторами предлагается более простая по сравнению с описанными выше реализация архитектуры, представленной на рис. 1. При этом основной упор делается на использование стандартных для Интернет средств обмена информацией и протоколов.

В качестве управляющего клиента предполагается использовать любое устройство, имеющее выход в Интернет и оснащенное стандартным браузером. Никакое дополнительное ПО на стороне клиента не устанавливается. В качестве сервера-шлюза используется любое устройство, способное выполнять функции Web-сервера и обеспечивающее стандартный программный интерфейс Common Gateway Interface — CGI (описание этого интерфейса доступно в Интернет). На этом сервере-шлюзе размещаются HTML-страницы, реализующие пользовательский интерфейс управления подключенным к серверу-шлюзу оборудованием, и устанавливается дополнительное ПО, транслирующее протоколы обмена Интернет в протоколы обмена управляемого оборудования. Это ПО взаимодействует с установленным на этом же устройстве Web-сервером через CGI-интерфейс. В соответствии с терминологией Интернет мы будем называть такое ПО CGI-скриптом.

Процесс сбора данных и управления подключенным к серверу-шлюзу оборудованием осуществляется следующим образом. Прежде всего, пользователь при помощи браузера на стороне клиента загружает ту HTML-страницу сервера-шлюза, которая предназначена для управления соответствующим оборудо-



Рис. 1. Схема подключения оборудования к сети Интернет

ванием. В результате на экране устройства клиента отображается панель управления, содержащая текстовые и графические элементы, кнопки, переключатели, поля ввода, списки выбора, справки и т. п. Интерактивные элементы этой панели реализуются в виде одной или нескольких HTML-форм. При помощи элементов панели управления пользователь указывает, какие функции должно выполнить управляемое оборудование или какие данные он хочет получить. Затем пользователь нажимает кнопку "OK" ("Submit", "Выполнить" и т. п.) — и браузер передает введенные пользователем команды серверу-шлюзу. По Web-сервера, работающее на сервере-шлюзе, передает полученные от клиента команды CGI-скрипту, предназначенному для обработки заполненной пользователем HTML-формы. CGI-скрипт преобразует полученные команды в команды управляемого оборудования, осуществляет обмен информацией с ним, получает затребованные пользователем данные и формирует ответ пользователю в виде стандартной HTML-страницы. CGI-скрипт передает ответ Web-серверу, который отправляет его клиенту, после чего пользователь видит на экране результат выполнения команд. Необходимо отметить, что клиент получает ЧИСТЫЙ HTML код ( без JAVA-script, VB-script, JAVA-applets и т. д.). Именно поэтому не

требуется установка на стороне клиента никаких специальных программ.

Очевидно, что в качестве пользователя может выступать не только человек, но и любая система, работающая в автоматическом режиме и осуществляющая обмен информацией по тем же принципам.

Для реализации предлагаемого подхода инженер-разработчик должен создать одну или несколько HTML-страниц, представляющих собой панель управления оборудованием и написать CGI-скрипт, осуществляющий обмен с этим оборудованием. Сегодня, благодаря обилию литературы и средств разработки, необремененные художественными излишествами HTML-страницы создаются очень легко. CGI-скрипт реализуется в виде классической программы на языке C, в которой, как ни странно, нет ни одной строки, касающейся технологий Интернет, сетевых протоколов и других непонятных многим вещей. Вся работа, связанную с обменом по Интернет, берет на себя стандартный Web-сервер.

Главным преимуществом предлагаемой реализации является ее простота и отсутствие необходимости использования дорогих лицензируемых технологий. Еще одним преимуществом является возможность реализации в CGI-скрипте практически любого протокола обмена, какой мо-

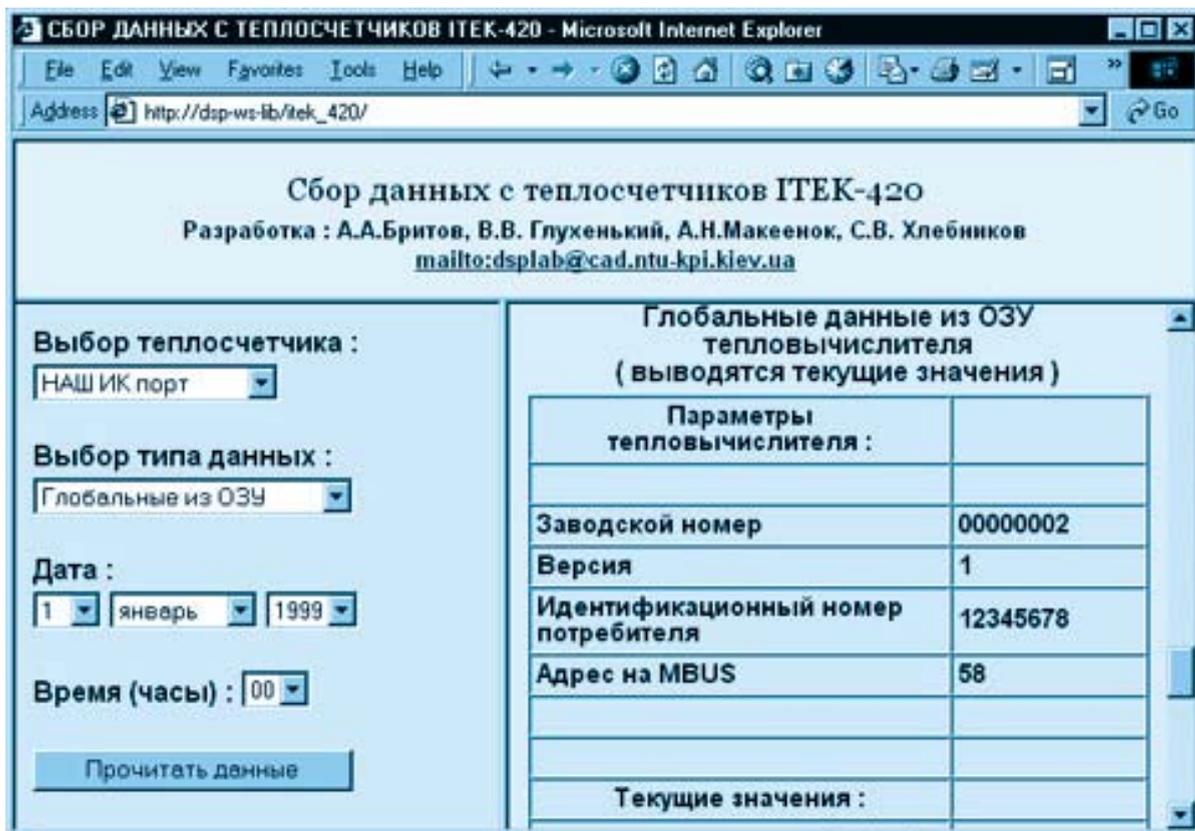


Рис. 2. HTML-панель управления тепловычислителями

жет потребоваться для ранее созданного управляемого оборудования.

Описанная методика реализована авторами при разработке ПО для съема информации с тепловычислителей Itek-420 [5, 6], построенных на основе микроконтроллера MSP430P337 фирмы Texas Instruments. Считывание информации из тепловычислителей осуществляется при помощи любого устройства, имеющего выход в Интернет и поддерживающего язык HTML 3.2. Тепловычислители подключены к СОМ-портам персонального компьютера (ПК), выполняющего функции сервера-шлюза. Для подключения удаленных устройств используется шина MBUS [7]. К нескольким СОМ-портам одного ПК может быть подключено несколько каналов связи с тепловычислителями, а к каждому каналу связи — несколько тепловычислителей, работающих в режиме ведомых и выходящих на связь только по команде ПК.

Панель управления тепловычислителями, реализованная в виде HTML-страницы, приведена на рис. 2.

Соответствующий CGI-скрипт написан на языке С для трех сочетаний операционных систем и Web-серверов: Windows NT/IIS 3.0, Linux/Apache, FreeBSD/Apache. Указанные Web-серверы были выбраны потому, что они бесплатно поставляются в комплекте с соответствующими ОС.

Программа CGI-скрипта состоит из 5 модулей, 4 из которых являются общими для всех ОС, а 5-й (модуль управления аппаратурой последовательного порта) был адаптирован к особенностям каждой из ОС.

Вопреки мнению ряда специалистов, ОС Windows NT оказалась наиболее приспособленной для решения данной задачи. Она лучше других документирована и авторам не пришлось вносить практически никаких изменений в систему. Кроме того, реализация под Windows NT заняла наименьшее время.

При реализации под FreeBSD 3.3 авторам пришлось перекомпилировать ядро системы, чтобы обеспечить поддержку планирования потоков реального времени. Хотя эта операция является не очень сложной, она может оказаться нежелательной для многих администраторов сети, к которым предполагается подключать управляемое оборудование.

В случае с Red Hat Linux 6.1 не удалось добиться правильной работы стандартной библиотечной функции tcdrain () при высокой загрузке сервера. Авторам пришлось заменить ее собственной функцией.

Самым узким местом описанной системы, безусловно, является наличие "нестандартного", с точки зрения Интернет, протокола обмена между сервером и управляемым оборудованием и, как следствие, возникает необходимость создания

CGI-скрипта, поддерживающего этот протокол. Разумеется, от этих элементов нельзя отказаться в тех случаях, когда стоит задача подключения к Интернет уже существующего оборудования, имеющего свои собственные протоколы обмена. Однако, при разработке нового оборудования без этих элементов можно было бы обойтись, если бы микроконтроллер, установленный в управляемом оборудовании, мог поддерживать стандартный для Интернет стек протоколов: HTTP/TCP/IP/SLIP (или PPP). В этом случае управляемое оборудование можно было бы подключать к любому свободному порту существующей сети Интернет без ее модификации и установки дополнительного ПО CGI-скриптов. Сервер-шлюз должен был бы выполнять только маршрутизацию IP пакетов, а это сегодня реализует практически любой сервер. Однако, возможности большинства современных микроконтроллеров не позволяют реализовать полный стек протоколов в том виде, в котором он был определен в классических UNIX системах. Известны усеченные реализации стека Интернет-протоколов на микроконтроллерах ACE1101MT8 фирмы FairChild [8] и PIC16C63A фирмы MicroChip, но в этих случаях Web-интерфейс занимает почти все ресурсы микроконтроллера.

Дополнительную информацию можно получить у авторов: e-mail: [dsplab@cad.ntu-kpi.kiev.ua](mailto:dsplab@cad.ntu-kpi.kiev.ua), тел./факс: (044) 441-13-04 или в сети Интернет по адресу: <http://cad.ntu-kpi.kiev.ua/~dsplab>

#### ЛИТЕРАТУРА

1. EmWare EmGateway — <http://www.emware.com/>
2. А. Зубинский. Шина PC и технология микро WEB-серверов // Компьютерное обозрение, № 32, 1998.
3. Burr\_Brown iFactory — <http://www.instrument.com/new/ifactory>
4. Moxa Technologies — <http://www.moxa.com.tw/product/intellio/nport.htm>
5. А.А. Бритов, В.В. Глухенький, А.В. Дегтярев, А.Н. Макеенок, С.В. Хлебников. Тепловычислитель с батарейным питанием и возможностью работы в Internet на базе микроконтроллера MSP430P337 фирмы Texas Instruments // ЭЖИС. — Киев: VD MAIS, 2000 г., № 2 (30).
6. А.А. Бритов, В.В. Глухенький, А.Н. Макеенок, С.В. Хлебников. Средства проектирования устройств на основе микроконтроллеров MSP430 фирмы Texas Instruments // ЭЖИС. — Киев: VD MAIS, 1999 г., № 3 (19).
7. Центральный сервер разработчиков шины MBUS: <http://www.m-bus.com>
8. WebACE Server — world's smallest web server — <http://people.ne.mediaone.net/fwhite/ace/index.html>

## ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА DYNAMIC C™ \*

*Z-World — ведущий производитель малогабаритных программируемых контроллеров, предлагает многозадачную программируемую среду Dynamic C™, являющуюся версией промышленного стандарта языка C, оптимизированного для задач реального времени и многозадачного управления.*

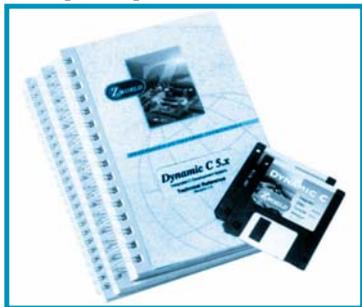
Dynamic C — программная среда, в которой разрабатывается программное обеспечение для контроллеров Z-World. Система отладки Dynamic C объединяет простой в использовании программный редактор, быстрый C компилятор и дебаггер. Dynamic C работает в среде Windows (NT или 95) на IBM-совместимом персональном компьютере и разработана специально для контроллеров Z-World и систем управления.

Имеются две версии Z-World Dynamic C: Standard (ограниченная 80 Кбайтами машинных кодов) и Deluxe (не ограниченная по объему памяти и полностью поддерживаемая внешней памятью). Среда Dynamic C не требует внутрисхемных эмуляторов и отладочных средств третьих фирм.

В настоящей статье описана версия 5.2 Dynamic C, которая обеспечивает редактирование, компиляцию и отладку целевого контроллера. Так как все функции программной среды интегрированы, возможно простое переключение от одной функции к другой. Кроме того, дебаггер имеет доступ ко всей накопленной информации, что обеспечивает непосредственный контроль программируемого контроллера.

Dynamic C поддерживает язык ассемблера с возможностью соединения языков C и ассемблера в одной программе. Среда Dynamic C была разработана для встроенных систем и включает многофункциональные библиотеки программ цифровой обработки сигналов. Эти библиотеки поддерживают программирование в реальном масштабе времени, осуществляют управление входами/выходами на машинном уровне и выполнение математических функций.

Dynamic C поддерживает 1 Мбайт адресного пространства памяти микропроцессора Z180. Dynamic C не имеет внутренних управляющих команд, но имеет пользовательские команды Z-World, идентифицирующие библиотеку, из которой могут быть взяты функции и данные. Функции Dynamic C не компилируются отдельно, т. к. Dynamic C использует библиотеки исход-



ных кодов, из которых необходимые функции выделяются в процессе компиляции.

### Применение Dynamic C

**Запись программ** производится с использованием одного или более текстовых окон Dynamic C для введения текста программы. Возможно использование тех же технологий редактирования, что и для других применений Windows.

**Компиляция программ** обеспечивается несколькими путями:

- непосредственно в заданный контроллер
- в файл при отсутствии заданного контроллера
- в файл, который может быть выбран из параметров компиляции.

**Отладка программ** производится в нескольких окнах: наблюдения, STDIO, ассемблера, регистров, стека. Дебаггер Dynamic C является символьным.

**Создание собственных программ** возможно для контроллеров с EPROM.

**Меню.** Dynamic C имеет восемь командных меню, аналогичных стандартному меню системы Windows: File, Edit, Compile, Run, Inspect, Options, Window, Help.

**Язык программирования.** Переменные и константы языка имеют тип, размер, структуру и класс памяти.

**Язык ассемблера.** Чтобы поместить код ассемблера в программу сначала необходимо использовать #ASM, а затем #ENDASM.

### Контроллеры Z-World и Dynamic C

Контроллеры Z-World базируются на микропроцессоре Z180, который имеет следующие подсистемы:

- двоянные 16-разрядные программируемые таймеры
- двоянные асинхронные последовательные интерфейсы связи
- двоянные DMA каналы для высокоскоростного обмена данными между памятью и устройствами ввода/вывода.

Операционная среда Dynamic C занимает 4 Мбайта памяти и для ее запуска необходим один свободный интерфейс связи с целевым контроллером.

*Дополнительную информацию о программной среде Dynamic C и продукции фирмы Z-World можно получить в сети Интернет по адресу: [www.zworld.com](http://www.zworld.com)*

\* *Condensed Data Sheet. Rev. A*

## СЕМИНАР ФИРМЫ ANALOG DEVICES

27-29 марта в городе Русте (Австрия) состоялся международный семинар на тему: "Новые микросхемы фирмы Analog Devices". В работе семинара приняли участие более 60 специалистов из Европы и США. Программа семинара включала следующие основные направления: прецизионные преобразователи, измерители электроэнергии, микроконвертеры, прецизионные усилители, цифровые сигнальные процессоры, ВЧ компоненты, быстродействующие усилители, прямые цифровые синтезаторы, аудиокомпоненты.

### В. Романов, участник семинара

Направление **прецизионных преобразователей** представил Mike Britchfield (США). Краткий перечень рассмотренных компонентов выглядит следующим образом:

- семейство AD7873/7873-1/7877 аналого-цифровых преобразователей со встроенным датчиком температуры и программно управляемым разрешением (8 или 10 разрядов)
- семейство цифровых температурных сенсоров AD7814/7314/7415/7416/7816/7/8. Сенсоры выполнены в микрокорпусах, некоторые из них имеют аналоговый вход для кодирования электрических сигналов. Максимальная температура для сенсоров AD7414/15 составляет 140 °С
- семейство AD5532/ AD5533 32-канальных 14-разрядных ЦАП, предназначенных для использования в качестве усилителей выборки/хранения, у которых отсутствует спад напряжения
- семейство недорогих 16-разрядных АЦП AD7660/64 поразрядного уравнивания
- новый 16-разрядный сигма-дельта АЦП AD7725, частотный диапазон входных сигналов которого составляет 600 кГц
- семейство АЦП AD73xx-xx для цифровых сигнальных процессоров
- цифровые потенциометры AD5241/42 и AD5232 (с энергонезависимой памятью); ЦАП общего применения (AD5300, AD7398/7399), прецизионные 16-разрядные ЦАП (AD5541/42/44).

**Новые измерители электроэнергии** были рассмотрены в сообщении Anthony Collins (США). Это прежде всего однофазные счетчики энергии семейства AD775x, уже освоенные в производстве, и трехфазные счетчики AD7754/58, которые поступят в серийное производство во второй половине 2000 года.

**Семейство микроконвертеров** было рассмотрено в докладе Grainne Murphy (США). В настоящее время выпускается микроконвертер ADuC812, в состав которого входит 12-разрядный АЦП. В

ближайшее время начнется выпуск более дешевой модели ADuC812S, в составе которой 10-разрядный АЦП. Во второй половине этого года поступит в продажу микроконвертер ADuC824, содержащий 24-разрядный сдвоенный сигма-дельта АЦП. Кроме этого, в программе фирмы микроконвертеры ADuC816 (содержит 16-разрядный сдвоенный сигма-дельта АЦП) и ADuC824B2, объем флэш-памяти которого доведен до 64 кбайт.

Объем производства **прецизионных усилителей** фирмы Analog Devices достиг в 1999 г. 200 млн. долларов США и, как отметил докладчик Eric Nolan (США), в этом году ожидается увеличение производства этих изделий не менее чем на 22%. Новое поколение прецизионных усилителей представлено семействами OP7x7, AD8610, OP1177. В скором времени семейство ОУ с автокоррекцией нуля пополнится новым усилителем AD8628, уровень шума которого будет на 50 % ниже, чем у AD855x. При изготовлении недорогих КМОП усилителей фирма Analog Devices использует новую Digitrim технологию регулировки напряжений и токов смещения. Таким образом, КМОП усилители AD8601/2/4 имеют напряженные смещения нуля не более 500 мкВ, температурный дрейф этого напряжения составляет 2 мкВ/°С, а ток смещения не превышает 60 пА. Семейство прецизионных усилителей фирмы Analog Devices пополнилось в настоящее время ОУ с напряжением питания 1.8 В, а в 2003 году ожидаются усилители с напряжением питания не более 0.5 В.

С циклом докладов, посвященных **цифровым сигнальным процессорам**, выступил Johannes Horvath (Австрия). Он остановился на развитии традиционных направлений фирмы в области 16- и 32-разрядных процессоров, включая средства отладки, а также рассмотрел новые, еще не освоенные в серийном



С докладом выступает Walter Raiger

производстве изделия. К таким устройствам относится сигнальный процессор для обработки как аналоговых, так и цифровых сигналов ESP202. В качестве ядра монолитного процессора ESP202 использован уже известный сигнальный процессор ADSP-2185L, в составе периферийных устройств — два широкополосных кодека типа AD73311L. К процессорам нового поколения относятся ADSP-TS001, получивший название TigerSHARC. Этот процессор имеет VLIW архитектуру и относится к вычислителям типа SIMD (Single-instruction, multiple-data — один поток команд, много потоков данных). В составе кристалла TS001 55 млн. транзисторов. Предельная частота обмена данными составляет 7.2 Гбайт/с, максимальная производительность — 900 MFLOPS. Начало серийного производства этого процессора намечено на четвертый квартал 2000 года. FOB цена в партии 1000 шт. — \$ 209.

James Bryant (Великобритания) затронул вопросы развития и особенности применения **высокочастотных и аудиокомпонентов**. Прежде всего это средства CDMA и GSM связи, микросхемы для организации беспроводных сетей, чипсеты Othello и ALES, средства для мобильной связи в стандарте Bluetooth, микросхемы для цифровой звукозаписи, домашнего театра, автомобильных аудиосистем и т.п.

Итоги работы семинара подвел руководитель Австрийского отделения фирмы Analog Devices Walter Raiger.

Подробная информация о новых компонентах фирмы Analog Devices будет опубликована в следующих выпусках журнала ЭКИС.

В заключение приведем адреса Интернет и электронной почты, по которым разработчики могут получить информационную поддержку, проектируя изделия на элементной базе фирмы Analog Devices:

**Linear IC Products:**

Website:

[http://www.analog.com/support/Design\\_Support.html](http://www.analog.com/support/Design_Support.html)

Email: [euro.linear@analog.com](mailto:euro.linear@analog.com)

**DSP Products**

Website:

[http://www.analog.com/support/Design\\_Support.html](http://www.analog.com/support/Design_Support.html)

Email: [dsp.europe@analog.com](mailto:dsp.europe@analog.com)

**Motor Control Products**

Website:

[http://www.analog.com/industry/motor\\_control/](http://www.analog.com/industry/motor_control/)

Email: [mcg\\_feedback@analog.com](mailto:mcg_feedback@analog.com)

**Energy Metering Products**

Website:

<http://www.analog.com/industry/energymeter/index.html>

Email: [energy.meter@analog.com](mailto:energy.meter@analog.com)

**Accelerometer Products**

Website: <http://www.analog.com/industry/iMEMS/>

Register:

[http://www.analog.com/industry/iMEMS/inems\\_reg.html](http://www.analog.com/industry/iMEMS/inems_reg.html)

**IO Subsystems**

Website: <http://www.analog.com/industry/ios/>

Email: <http://www.analog.com/industry/ios/ask.html>

**Quality and Reliability Information**

Website:

<http://www.analog.com/world/qahty/quality.html>

Email: [quality\\_wizard@analog.com](mailto:quality_wizard@analog.com)

**SPICE Models:**

[http://products.analog.com/products\\_html/list\\_gen\\_spice.html](http://products.analog.com/products_html/list_gen_spice.html)

**Радиолюбби**

Издается с января 1998 года коллективом известных авторов совместно с Лигой радиолюбителей Украины  
Главный редактор Николай Сухов

**Тематика**

- ✓ любительская и профессиональная связь
- ✓ аудиотехника ламповая и транзисторная, Hi-Fi и High-End
- ✓ телевидение
- ✓ микроконтроллеры, автоматика
- ✓ автомобильная электроника
- ✓ ремонт, обмен опытом
- ✓ новые электронные компоненты, техника и технологии
- ✓ измерительная техника
- ✓ компьютеры, ИНТЕРНЕТ, ФидоНет в радиолюбительской и инженерной практике
- ✓ схемотехнический дайджест из двух десятков зарубежных журналов

С апреля 1999 года объем журнала 64 стр., тираж 8700 экз., распространение преимущественно по подписке в любом почтовом отделении:

- ✓ в Украине - по каталогу «Укрпочта», индекс 74221
- ✓ в России и других странах СНГ, а также Прибалтике - по каталогу «Роспечать», индекс 45955
- ✓ в странах дальнего зарубежья - по каталогу «Russian Newspapers & Magazines» агентства «Роспечать» - <http://www.rosp.ru>

ИНТЕРНЕТ-сайт журнала <http://radiohobby.ua.ru> по данным рейтинга службы Rambler: Ряд, Апорт, 1000 Sites и др. является самым популярным среди всех технических изданий как Украины, так и России.

Стоимость размещения рекламы на одной странице журнала (формат А4) в 5 раз дешевле, чем расценка эквивалентного тиража количества листов

Адрес редакции: 03190, Киев-190, а/я 568, тел./факс (044)4437153  
E-mail: [radiohobby@mail.ru](mailto:radiohobby@mail.ru) Fido: 2-403/197.34

## Elcom 2000 Украина



*С 11 по 14 апреля в Киеве проходила международная, ставшая уже традиционной, выставка "Elcom 2000 Украина — Энергетика, Электротехника, Электроника", краткою информацию о которой мы помещаем в нашем журнале.*

Размещенная в двух павильонах НВЦ Украины (седьмом и девятом), выставка, организаторами которой были фирмы **EUROindex** (Украина) и **Fairtrade** (Германия), стала демонстрацией всего, что связано с индустрией энергетики — это оборудование и технологии уже XXI века для производства, передачи и распределения электроэнергии, продукция электротехнической и электронной промышленности, осветительная аппаратура, системы автоматического управления. На выставке были непосредственно представлены все ведущие международные и отечественные производители, занятые в этой сфере деятельности в Украине, в ней приняли участие более девяноста компаний из разных стран. Среди зарубежных участников заметное место занял стенд ФРГ, экспозиции лидирующих в энергетике фирм — **ABB, Alstom, Felten & Guillaume, General Electric, Moeller, Raychem, Rittal-Werk, Siemens** и многих других.

Свидетельством первых признаков экономического оздоровления Украины стало возросшее число участников, представлявших украинские предприятия из разных её регионов. Среди них производители кабельной продукции (**Эней, Одескабель, Южкабель** и др.), производители высоковольтной аппаратуры (**Ровенский, Запорожский заводы, Кременчугская электротехническая компания "Ампер"**), компании, работающие в сфере автоматизированного управления и энергопитания (**Сатурн Дейта Интернешнл, Логикон, Элетон, Контакт, Нептун, Таврида Электрик** и др.).

Среди участников выставки заметное место заняла и фирма **VD MAIS** — дистрибьютор продукции более 20 всемирно известных фирм-производителей электронных компонентов и систем, представлявшая как всегда целый спектр компонентов, оборудо-

ования, технологий и услуг, без которых невозможно производство аппаратуры для нужд энергетики. Это датчики и сенсоры фирм **Analog Devices, Texas Instruments, Hewlett-Packard** и **Motorola**, электрокоммуникационное оборудование фирмы **Siemens**, устройства и системы промавтоматики этой же фирмы, а также фирм **Analog Devices** и **Z-World**, шкафы и корпуса фирмы **Schroff**, разъемы фирм **AMP** и **Harting**, AC/DC и DC/DC преобразователи фирм **Astec** и **Interpoint**, оборудование и материалы фирм **PACE, AIM, Electrolube** для технологии монтажа на поверхность, это пользующиеся неизменным вниманием услуги по разработке и изготовлению печатных плат.

Журнал "Электронные компоненты и системы", издаваемый фирмой **VD MAIS**, также был существенным дополнением экспозиции фирмы, позволяя участникам и посетителям выставки из опубликованных в нем статей получить информацию не только о новых и перспективных устройствах, системах и направлениях, но и более полное представление о масштабах поставок и услуг, оказываемых фирмой.

Резюмируя впечатления от выставки, можно сказать, что внушает оптимизм и представляется отрядным и то, что во все дни работы выставки поток посетителей (общее число которых составило 11000), в основном специалистов в области электроники и энергетики, оставался довольно стабильным, причём немалую часть в нём составляли те, кто прибыли из регионов специально для посещения выставки.

В целом хотелось бы отметить деловой характер выставки, хорошую организацию и царивший на ней дух партнерства, а также выразить надежду, что её результаты откроют новые перспективы развития отечественной энергетики, электронной и электротехнической промышленности Украины.



## КОНФЕРЕНЦИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ ДИСТИБЬЮТОРОВ КОМПАНИИ PACE

*17-18 марта в предместье Лондона (Milton-Keynes) состоялась конференция представителей европейских дистрибьюторов компании PACE (США), специализирующейся на производстве паяльных станций и другого оборудования для поверхностного монтажа (SMT). Среди участников конференции был и ведущий специалист фирмы VD MAIS в области SMT, статью которого мы помещаем ниже.*

**А. Лукшин**

Открыл конференцию президент PACE Inc. Эрик Сигал. В своем выступлении он остановился на новых изделиях фирмы, отметил высокое качество паяльных станций, их ориентацию на удовлетворение требований производителей как единичных образцов, так и малых серий аппаратуры.

Директор европейского отделения фирмы (Pace Europe Ltd) Пол Дунхэм рассмотрел основные этапы развития PACE, охарактеризовал перспективы ее развития. Основанная в 1958 г. фирма PACE начала свою деятельность как производитель ремонтного оборудования. В 60-е годы PACE производит специализированные инструменты для ремонта электронного оборудования. В это же время разработан и освоен в производстве первый термоотсос (Sord-X-Tractor Handpiece). В 70-е годы отмечен рост производства фирмы, создается сеть дистрибьюторов в странах Европы и Азии. В это время PACE становится мировым лидером по производству ремонтного оборудования.

В 80-е годы создается первый комплект оборудования для поверхностного монтажа (CRAFT 100). Развертывается программа по обучению специалистов, растет объем производства фирмы.

90-е годы отмечены созданием первых паяльных ремонтных станций с системой терморегулирования (MBT/SensaTemp) и вытяжек (FumeExtraction). Расширяется сеть дистрибьюторов. Фирма сертифицирует производство в соответствии с требованиями ISO 9001.

Во время конференции состоялась презентация нового оборудования:

- Термоотсос типа SODR-X-TRACTOR SX80, имеющий принципиально но-

вую конструкцию. В его составе удаляемый фильтр-ловушка для припоя (удаление фильтра требует не более 30 с). Нет необходимости в химической очистке. Использование термоотсоса позволяет исключить контакт оператора со свинцом. Емкость фильтра 12 г. В SX80 использован наконечник повышенной прочности. Выход на рабочий режим — не более 2 мин. В серийном производстве термоотсос появится в мае 2000 года.

- Установка для пайки в среде азота (NF1000). Пайка в среде азота не требует применения свинца. Преимущества пайки в среде азота:

- поверхность припоя не окисляется
- меньше раковин в узлах пайки
- улучшенная смачиваемость
- меньшая вероятность возникновения перемычек, брызг и шариков
- сокращенный цикл пайки
- продлевается жизнь наконечников
- реже требуется очистка наконечников
- существенное снижение расхода флюса — в два-три раза

- Система TF2000, обеспечивающая монтаж и демонтаж любых монтируемых на поверхность компонентов, в том числе в корпусах PBGA, uBGA, CSP, Flip Chip с максимальным размером стороны корпуса до 50 мм. Пайка компонентов выполняется путем оплавления припоя потоком нагретого воздуха.

На конференции, кроме того, презентовалось новое программное обеспечение WinEvac2000 для управления вытяжками типа ArmEvac250, ArmEvac400, ArmEvac1200, было сделано сообщение о том, что в скором времени появится ремонтная рентген-установка типа Rework X-Ray.

*Подробная информация о новых изделиях фирмы PACE будет опубликована в следующих выпусках нашего журнала.*



# ШИРОКОПОЛОСНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ С АВТОКОРРЕКЦИЕЙ СМЕЩЕНИЯ НУЛЯ



Применение усилителей с автокоррекцией нуля позволяет строить прецизионные системы сбора и обработки информации от различных датчиков — температурных, давления, медицинских и др. Недорогие усилители серий AD855x/AD857x с очень малым дрейфом параметров незаменимы при построении таких систем.

**В. Макаренко**

Основные характеристики и некоторые параметры усилителей с автобалансировкой нуля типа AD8551/AD8552/AD8554 и AD8571/AD8572/AD8574 приведены в предыдущих номерах ЭКиС [1, 2]. Рассмотрим некоторые аспекты использования этих усилителей для обеспечения наилучших метрологических характеристик.

Спектральная плотность шума этих усилителей мало возрастает при понижении частоты. Это достигается благодаря тому, что работает система автоматической коррекции смещения нуля. Причем, чем ниже частота, тем лучше работает система автокоррекции. Характеристики спектральной плотности шума для различных коэффициентов усиления приведены на рис.1 и 2. По этому параметру усилители AD855x/875x превосходят малошумящие усилители [3].

При ограниченной полосе пропускания усилителя спектральную плотность шума в области высоких частот можно уменьшить, включив в цепь обратной связи корректирующий конденсатор, как показано на рис. 3. Усилитель при этом сохраняет устойчивость. При номиналах, указанных на схеме, полоса пропускания усилителя составляет примерно 500 Гц.

AD855x/857x могут использоваться как обычные усилители со стабильными характеристиками в полосе частот до 1,5 МГц. При этом нужно учитывать, что частота, с которой осуществляется автокоррекция, равна 4 кГц. Поэтому в спектре шума будут присутствовать компоненты с частотами,

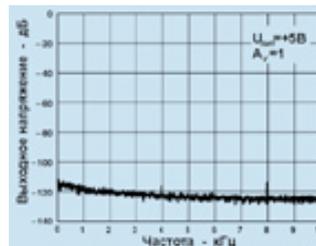


Рис. 1. Спектральная плотность шума AD8551 при единичном коэффициенте усиления

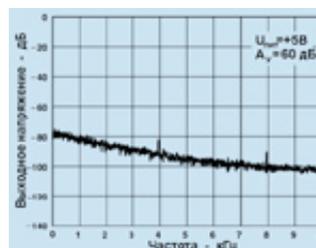


Рис. 2. Спектральная плотность шума AD8551 при коэффициенте усиления 60 дБ

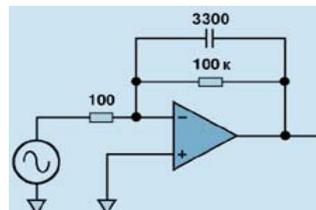


Рис. 3. Схема коррекции напряжения шумов

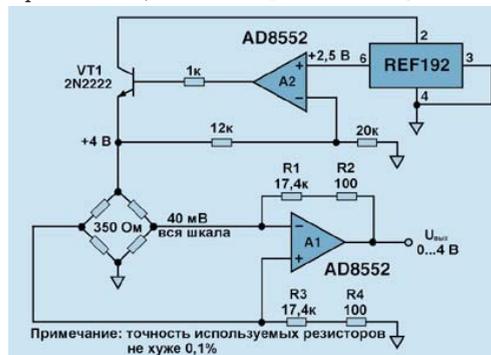


Рис. 4. Схема включения тензодатчиков

кратными 4 кГц, амплитуда которых на выходе усилителя не превышает 2 мкВ. Наилучшие результаты можно получить, используя эти ОУ для усиления сигналов датчиков. Пример использования AD8552 для усиления сигналов тензодатчиков приведен на рис. 4. Транзистор VT1 обеспечивает ток, необходимый для питания моста, в который включены низкоомные терморезисторы. Выходное напряжение равно  $2U_{ВХ}(R_1+R_2)/R_M$ , где  $U_{ВХ}$  — напряжение разбалансировки моста,  $R_M$  — внутреннее сопротивление моста.

При построении простейшего дифференциального усилителя на одном ОУ AD855x удается получить коэффициент ослабления синфазного сигнала до 120 дБ. Примеры использования ОУ AD855x/AD857x для усиления сигналов термпары, построения прецизионных источников тока и др. приведены в [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Макаренко В. Новые операционные МДМ-усилители // Электронные компоненты и системы.— Киев, VD MAIS, 1999, № 12 (28).

2. Усилители с нулевым дрейфом для широкого круга применений // Электронные компоненты и системы.— Киев, VD MAIS, 2000, № 3 (31).

3. Zero-Drift, Single-Supply, Rail-to-Rail Input/Output Operational Amplifiers. <http://www.analog.com>.