

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2003 май
№ 5 (69)

МАССОВЫЙ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ



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

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

Директор фирмы VD MAIS:
В.А. Давиденко

Главный редактор:
А.В. Ермолович

Научный редактор:
В.А. Романов

Редакционная коллегия:
В.А. Давиденко
В.В. Макаренко
В.Р. Охрименко

Технический редактор:
Г.Д. Местечкина

Набор:
С.А. Чернявская

Верстка:
М.С. Заславская

Дизайн:
А.А. Чабан
С.А. Молокович

Адрес редакции:
Украина, Киев,
ул. Жилианская, 29

Тел.: (044) 227-2262, 227-1356

Факс: (044) 227-3668

E-mail: info@vdmajs.kiev.ua

Интернет: www.vdmajs.kiev.ua

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

Цветоделение и печать
ДП "Такі справи"
т./ф.: 456-9020

Подписано к печати 20.05.2003
Формат 60x84/8
Тираж 1000 экз.
Зак. № 305-157-0860

ДАТЧИКИ И СЕНСОРЫ

Бесконтактный измеритель температуры 3

УСИЛИТЕЛИ

Особенности применения усилителей
с напряжением питания 1.8 В 4

АЦП и ЦАП

Многоканальный 16-разрядный АЦП
с 19-разрядным разрешением 5

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Коммуникационные микроконтроллеры
фирмы National Semiconductor 7

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Маломощные AC/DC-, DC/DC-преобразователи
фирмы Deutronic Elektronik GmbH 11

DC/DC-преобразователи серии APC12
с большим током нагрузки и КПД 92 % 12

Ионно-литиевые аккумуляторы
и микросхемы зарядных устройств для них 14

ДИСПЛЕИ

Новый графический ЖК-дисплей с сенсорным экраном 17

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Усилители 19

В ПОМОЩЬ РАЗРАБОТЧИКУ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Об особенностях регулировки передаточной характеристики
усилителей, АЦП, ЦАП и ПНЧ 31

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

Новые микросхемы цифровых модуляторов
для аппаратуры радиосвязи 34

КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Микросхема программируемого генератора
испытательных сигналов 36

Универсальные измерительные системы компании METEX 38

Одноплатные промышленные компьютеры фирмы Z-World 40

Панели оператора 45

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Новые микросхемы датчиков температуры 48

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



CONTENTS

SENSORS AND GAUGES

Noncontact Temperature Meter 3

AMPLIFIERS

Details of Low Voltage Amplifiers Application 4

ADCs AND DACs

16-bit ADC Provides 19-bit Resolution 5

DSPs AND MICROCONTROLLERS

National Semiconductor's Communication Controllers 7

POWER SUPPLIES

Low-Power AC/DC, DC/DC Converters

Produced by Deutronic Elektronik GmbH 11

APC12 Series of DC/DC Converters

with High Output Current and Efficiency 92 % 12

Li-Ion Batteries and Appropriate Charger ICs 14

DISPLAYS

New Graphic LCD Module with Touch Screen 17

THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN

Amplifiers 19

ASK THE APPLICATION ENGINEER

Some Advice about Trimming Offsets and Gains of Amplifiers,
ADCs, DACs and VFCs 31

TELECOMMUNICATIONS

New Digital Quadrature Modulator Chips
for Wireless Communications Equipment 34

CONTROL AND AUTOMATION

Programmable Waveform Generator IC 36

METEX's Universal Meter Systems 38

Z-World's Industrial Single Board Computers 40

Operator Interfaces 45

PERSPECTIVE PRODUCTS

New Temperature Sensor ICs 48

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



ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

May 2003
No 5 (69)

Monthly
Scientific and Technical
Journal

Founder and Publisher:
Scientific-Production Firm
VD MAIS

Director
V.A. Davidenko

Head Editor
A.V. Yermolovich

Scientific Editor
V.A. Romanov

Editorial Board
V.A. Davidenko
V.V. Makarenko
V.R. Ohrimenko

Typographer
G.D. Mestechkina

Type and setting
S.A. Chernyavskaya

Layout
M.S. Zaslavskaya

Design
A.A. Chaban
S.A. Molokovich

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

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

Fax:
(380-44) 227-3668

E-mail:
info@vdm.kiev.ua

Web address:
www.vdm.kiev.ua

Printed in Ukraine



БЕСКОНТАКТНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для измерения температуры подвижных объектов или объектов, доступ к которым затруднен, используются бесконтактные устройства на основе инфракрасных датчиков температуры. Особенности построения таких устройств рассмотрены ниже.

В. Романов

В бесконтактных измерителях температуры в качестве чувствительных элементов используются, как правило, инфракрасные детекторы или инфракрасные сенсоры температуры (infrared thermopile detectors). На рис. 1 приведена схема такого сенсора фирмы Melexis [1]. Инфракрасный сенсор MLX90247 представляет собой выполненный в виде ИМС термоприемник, обладающий высокой чувствительностью к тепловому излучению. Сенсор содержит мембрану с термоэлементом, причем горячий спай термоэлемента расположен в центре мембраны, а холодный – вблизи ее границы. Благодаря низ-

кой теплопроводности мембраны тепловое излучение на ее поверхность приводит к возникновению термоЭДС между холодным и горячим спаями. Значение этой ЭДС пропорционально температуре исследуемого объекта. В составе инфракрасного сенсора MLX90247 содержится, кроме того, термистор с положительной температурной характеристикой. Основные параметры сенсора приведены в таблице. Диапазон рабочих температур сенсора от -40 до 85 °С.

Схема бесконтактного измерителя температуры на базе сенсора MLX90247 и сигма-дельта АЦП AD7719 приведена на рис. 2 [2]. Использование в измерителе сигма-дельта АЦП позволяет отка-

заться от высококачественного аналогового интерфейса на выходе сенсора. Преобразователь AD7719 имеет 24-разрядную шкалу. Диапазон входных сигналов от 20 мВ до 2.56 В. Частота преобразования от 5 до 105 Гц.

В составе преобразователя AD7719, кроме того, имеется дополнительный 16-разрядный АЦП, входной диапазон которого составляет 1.25 или 2.5 В, частота преобразования от 5 до 105 Гц. Основной АЦП предназначен для измерения термоЭДС на выходе инфракрасного сенсора, а дополнительный – для измерения напряжения на термисторе. При изменении температуры в пределах от -40 до 85 °С напряжение термоЭДС изменяется в диапазоне от 9.78 до 15 мВ, а сопротивление термистора – в диапазоне от 15.207 до 38.253 кОм.

Бесконтактный биомедицинский термометр, выполненный по схеме, приведенной на рис. 2, позволяет измерять температуру в диапазоне от 34 до 42 °С с разрешением 0.05 °С.

ЛИТЕРАТУРА:

1. MLX90247 Family (<http://www.melex.com>).
2. Albert O'Grady, Mary McCarthy. Temperature measurement scheme uses IR sensor and sigma-delta ADC. – END, No 4, 2003.

Параметры инфракрасного температурного сенсора MLX90247

Наименование параметра	Значение параметра		
	мин.	типовое	макс.
Сопротивление термоэлемента, кОм	44		75
Чувствительность, мкВ/К	29		55
Относительная чувствительность, %/К		0.1	
Сопротивление термистора, кОм	18.2	26	33.8
Температурный коэффициент, ppm/K	5720	7150	8580

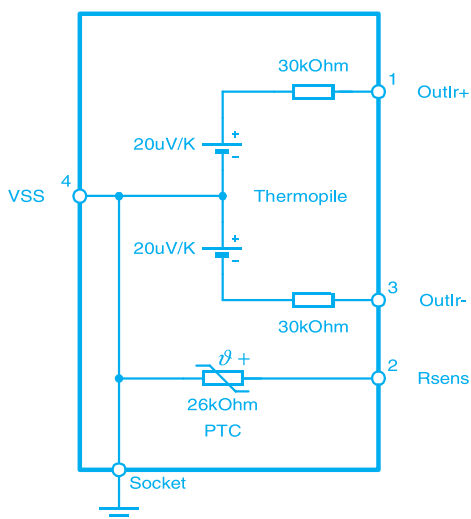


Рис. 1. Схема инфракрасного температурного сенсора MLX90247DSG фирмы Melexis

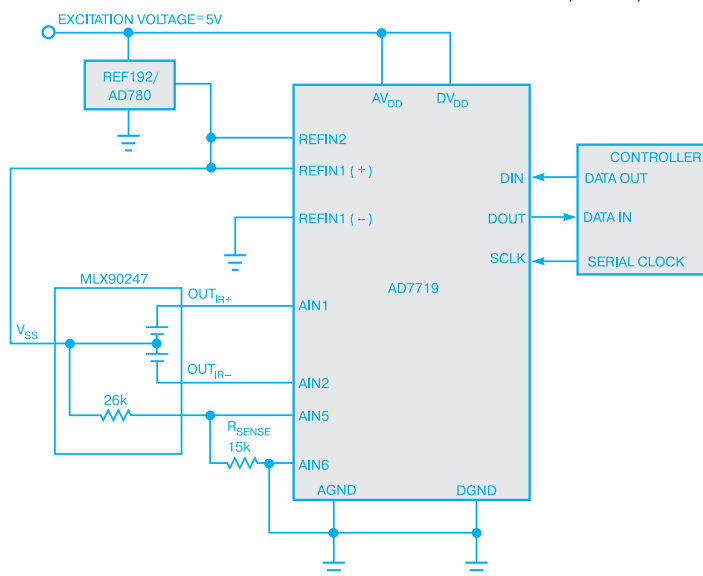


Рис. 2. Схема бесконтактного измерителя температуры

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ С НАПРЯЖЕНИЕМ ПИТАНИЯ 1.8 В *

Широкое распространение портативных приборов с батарейным питанием стало возможным благодаря созданию особого класса микросхем, отличающихся малым потреблением и низким уровнем напряжения питания. Особенности применения ИМС усилителей с напряжением питания 1.8 В изложены в настоящей публикации.

Oliver Betancourt

В настоящее время мировая электронная промышленность производит широкий класс портативных приборов и устройств с батарейным питанием. Параметры некоторых типов элементов батарейного питания приведены в таблице.

**Номинальное и остаточное
напряжение элементов
батарейного питания**

Тип элемента	Напряжение, В	
	номинальное	остаточное
Lead-Acid	2.0	1.8
Lithium-Ion	2.6–3.6	1.7–2.4
NiMH	1.2	1.0
NiCd	1.2	1.0
Carbon-Zinc	1.5	1.1

Портативные приборы и устройства должны сохранять работоспособность или, по крайней мере, поддерживать основные функции при остаточном напряжении батарейного питания. Поэтому интегральные микросхемы для портативных устройств должны быть ориентированы на работу с напряжением питания не более 1.8 В. Таким требованиям удовлетворяют ИМС усилителей семейства AD85x7. Это rail-to-rail ОУ по входу и выходу с размахом входного/выходного сигнала 1.8 В при напряжении питания 1.8 В, что подтверждает осциллограмма, представленная на рис. 1.

Все усилители семейства AD85x7 отличаются малыми нелинейными искажениями, что позволяет успешно применять их в высоко-

качественной аудиоаппаратуре. Как следует из графиков, приведенных на рис. 2, нелинейные искажения плюс шум для неинвертирующего ОУ с $K_v=1$ составляют 0.001 % при напряжении питания в диапазоне от 3 до 5 В, а при напряжении питания 1.8 В суммарные искажения не превышают 0.03 %. В случае инвертирующей схемы включения эти искажения не превышают 0.001 % при напряжении питания от 1.8 до 5 В.

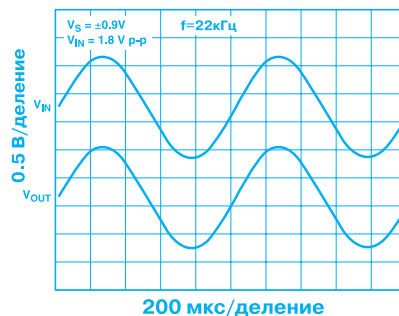


Рис. 1. Осциллограмма входного/выходного сигнала ОУ AD8517

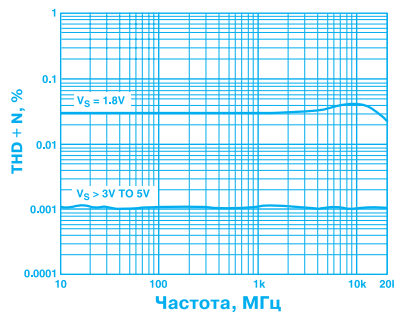


Рис. 2. Зависимость нелинейных искажений плюс шум от частоты входного сигнала

Ниже приведены примеры построения некоторых устройств на основе усилителей семейства AD85x7. На рис. 3 представлена схема источника опорного напряжения в диапазоне от 0.9 до 2.5 В. Величина опорного напряжения задается высокоомным делителем, что сводит к минимуму дополнительный ток потребления и практически не влияет на ресурс батарейного питания. На рис. 4 приведена схема микрофонного предусилителя. Коэффициент усиления предусилителя задается резисторами R2 и R3, ток смещения электретного микрофона обеспечивается резистором R1, конденсатор C1 используется как разделительный по постоянному току. Схема интерфейса для телефонных модемов приведена на рис. 5. Она содержит приемник и передатчик с напряжением питания 1.8 В, которые работают на телефонную линию с сопротивлением нагрузки 600 Ом. Режим работы интерфейса полнодуплексный. Усилитель A1 имеет регулируемый коэффициент усиления и сов-

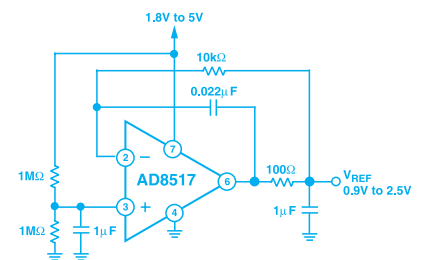


Рис. 3. Микроу источник опорного напряжения

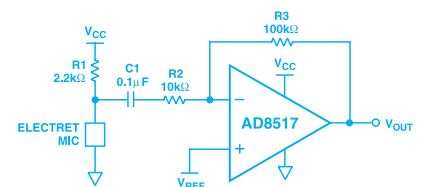


Рис. 4. Микрофонный предусилитель

* *O. Betancourt. Low Voltage Amplifier. – Application Note AN-560 (www.analog.com).
Сокращенный перевод с английского В. Романова.*



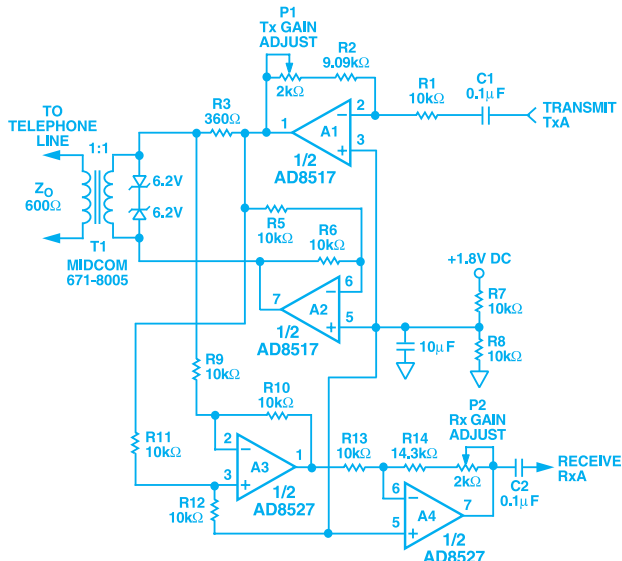


Рис. 5. Интерфейс для телефонных модемов

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ 16-РАЗРЯДНЫЙ АЦП С 19-РАЗРЯДНЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ *

Разрешение линейного многоканального АЦП можно существенно увеличить, если на его входе включить устройство автоматического выбора диапазона. Эффективность такого включения особенно высока в многоканальных преобразователях при кодировании сигналов датчиков с различными динамическими диапазонами. Особенности построения многоканального АЦП с высоким разрешением рассмотрены в представленной ниже публикации.

Alain Guery, Charles Kitchin

На рис. 1. приведена принципиальная схема многоканального АЦП, максимальное разрешение которого составляет 19 двоичных разрядов. Схема включает многоканальный коммутатор, выполненный на микросхеме ADG758 (IC₄); устройство автоматического выбора диапазона, выполненное на микросхемах компаратора AD8561 (IC₁), аналогового ключа ADG749 (IC₃), операционных усилителей AD802L (IC₆, IC₇); и АЦП,

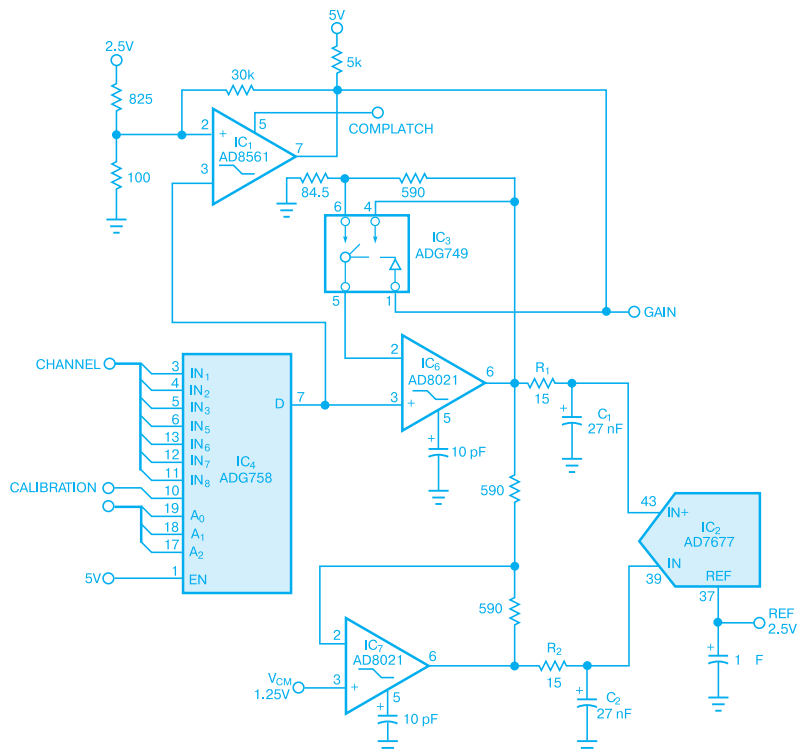


Рис. 1. Принципиальная схема многоканального АЦП с разрешением 19 разрядов

выполненный на микросхеме AD7677 (IC₂). AD7677 представляет собой поразрядный преобразователь,

* A. Guery, Ch. Kitchin. "16-bit ADC provides 19-bit resolution". – Analog Devices, EDN, No 2, 2002.

Сокращенный перевод с английского В. Романова.

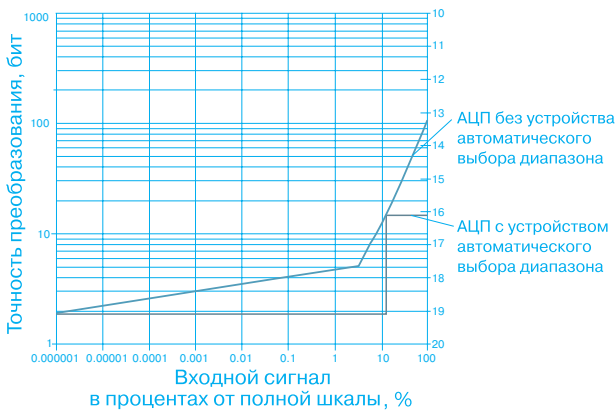


Рис. 2. Сравнительные характеристики зависимости точности АЦП от величины входного сигнала

максимальная погрешность линейности которого не превосходит ± 1 ЕМР или ± 15 ppm, максимальная частота выборки составляет не менее 500 кГц.

Входной аналоговый коммутатор ADG758 имеет восемь входных каналов, семь из которых используются для подключения сигналов датчиков, а один — сигнала калибровки. Полоса пропускания этого коммутатора на малом сигнале составляет 240 МГц, время включения/отключения канала 8/20 нс, сопротивление замкнутого ключа 4.5 Ом. Для расширения числа входных каналов возможно каскадное объединение однотипных коммутаторов.

Устройство автоматического выбора диапазона представляет собой усилитель с коэффициентом усиления, равным восьми или единице. Переход от одного коэффициента усиления к другому происходит автоматически. Устройство работает следующим образом. Преобразуемый сигнал с выхода коммутатора поступает на неинвертирующий вход операционного усилителя IC₆ и на один из входов быстродействующего компаратора IC₁, время срабатывания которого не превышает 10 нс. На второй вход компаратора поступает опорное напряжение, равное 1/8 входного диа-

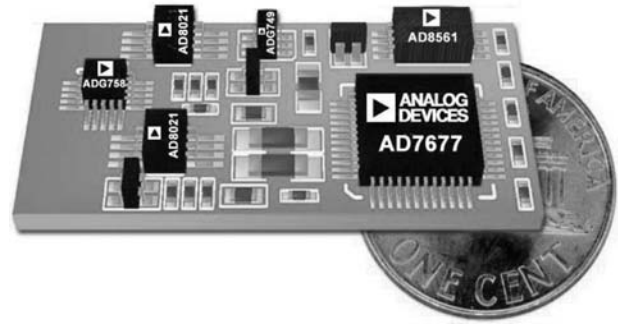


Рис. 3. Внешний вид многоканального АЦП с автоматическим выбором диапазона

пазона АЦП. В зависимости от величины входного преобразуемого сигнала (больше или меньше 1/8 диапазона АЦП) с помощью компаратора IC₁ и ключа IC₃ автоматически устанавливается необходимый коэффициент усиления (равный единице или восьми) операционного усилителя IC₆. Время переключения ключа ADG749 не превышает 20 нс. Усилитель IC₇ формирует напряжение смещения на входе IN преобразователя AD7677 (IC₂). Уровень шумов AD8021 не превышает 2 нВ/√Гц, время установления с точностью 0.01 % составляет 21 нс, скорость нарастания — 100 В/мкс. Таким образом, с учетом задержек в коммутаторе, ключе, компараторе и усилителе максимальное время выбора требуемого диапазона АЦП не превосходит 60 нс, что существенно меньше времени выборки преобразователя AD7677, составляющего 2 мкс. Для уменьшения уровня шумов на входе АЦП используются фильтры R₁C₁ и R₂C₂. Максимальная нелинейность многоканального АЦП при коэффициенте усиления входного усилителя, равном восьми, не превышает 0.44 ЕМР, среднеквадратический выходной шум не превышает 85 мкВ. Дальнейшее ослабление выходного шума можно обеспечить путем усреднения результатов преобразования. Внешний вид многоканального АЦП с разрешением 19 разрядов представлен на рис. 3. Размеры печатной платы 15x30 мм.

Уважаемые читатели! Не забудьте продлить подписку на журнал «Электронные компоненты и системы»!

Оформить подписку можно

• в Украине:

- в любом отделении связи
- в службах курьерской доставки "KSS", "САММИТ", "ИДЕЯ" и др.
- в редакции журнала "ЭКиС"

• в России:

- в любом отделении связи
- по сети Интернет: www.vdmais.kiev.ua/ страница "Журнал", раздел "Подписка на журнал"

Подписка на журнал принимается с любого месяца



КОММУНИКАЦИОННЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ФИРМЫ NATIONAL SEMICONDUCTOR

Все представленные на рынке коммуникационные микроконтроллеры отличаются большим набором встроенных контроллеров, поддерживающих стандартные интерфейсы (CAN, Bluetooth, USB, UART, SPI, I²C и другие). Не является исключением и недавно анонсированное фирмой National Semiconductor новое семейство коммуникационных микроконтроллеров CP3000, созданных на базе процессорного ядра (CR16C) с усовершенствованной CompactRISC-архитектурой. В предлагаемой статье рассмотрены возможности и технические параметры новых микроконтроллеров, а также особенности архитектуры процессорного ядра CR16C.



В. Охрименко

В настоящее время фирма National Semiconductor выпускает широкую номенклатуру микроконтроллеров на базе процессорного ядра CR16A/B. В конце 2002 года фирма National Semiconductor анонсировала новые коммуникационные микроконтроллеры семейства CP3000, созданные на основе модифицированного ядра CR16C. Новое процессорное ядро построено с использованием усовершенствованной CompactRISC-архитектуры [1-5]. Предлагаемые компанией National Semiconductor новые микроконтроллеры отличаются большим набором периферийных устройств, поддерживающих многие стандартные сетевые протоколы передачи данных, высокой производительностью и большим объемом встроенной флэш- и RAM-памяти.

Микроконтроллеры семейства CP3000 построены на основе модульной архитектуры, что предопределяет возможность создания в перспективе большого количества моделей, отличающихся между собой, главным образом, количеством и функциональными возможностями встроенных периферийных контроллеров, поддерживающих разные интерфейсы (CAN, USB, Bluetooth, USART, SPI, I²C, аудио и другие). В настоящее время компания National Semiconductor предлагает следующие микроконтроллеры семейства CP3000: CP3BT10, CP3BT13, CP3UB17, CP3CN17. Основные параметры этих микроконтроллеров приведены в таблице.

Благодаря широкому набору встроенных периферийных контроллеров, поддерживающих разные сетевые протоколы передачи данных, микроконтроллеры семейства CP3000 могут служить в качестве мостов, объединяющих в единую систему сети, имеющие разные протоколы передачи данных. Область применения новых микроконтроллеров: встроенные системы управления/контроля и сбора/обработки информации, интеллектуальные устройства управления для автотранспортных средств, измерительное и тестовое оборудование, электронные измерительные приборы, диагностические и другие системы.

Отличительной особенностью микроконтроллеров семейства CP3000 является не только большой набор периферийных контроллеров, но и высокопроизводительное ядро, построенное на базе усовершенствованной CompactRISC-архитектуры. При тактовой частоте процессорного ядра 24 МГц время выполнения инструкций составляет 41.2 нс. Микроконтроллеры работают с внешним кварцевым резонатором частотой 12 МГц. Во всех микроконтроллерах реализован улучшенный аудиоинтерфейс (Advanced Audio Interface – AAI), поддерживающий работу со стандартными внешними аудиокодеками. Кроме того, в микроконтроллерах интегрированы: блок универсальных таймеров, "сторожевой" таймер, два многофункциональных 16-разрядных таймера, четырехканальный контроллер прямого доступа к памяти, система ФАПЧ и модуль перезапуска. Напряжение питания процессорного ядра составляет 2.5 В, буферных схем входов/вы-

Основные параметры коммуникационных микроконтроллеров серии CP3000

Тип микроконтроллеров	Тактовая частота, МГц	Объем встроенной памяти, кбайт			Внешняя память, Мбайт	Кол-во линий ввода/вывода	Интерфейсы:				Диапазон рабочих температур, °С	Количество выводов и тип корпуса
		флэш	SRAM	программ.			данных	данных	CAN	USB		
CP3CN17K3B	24	256	8	10	–	23	+	–			-40...85	48-CSP
CP3CN17G3B					8	40						100-LQFP
CP3UB17K3B					–	21	–	+		48-CSP		
CP3UB17G3B					8	37				100-LQFP		
CP3BT10K3B					–	21	–	+		48-CSP		
CP3BT10G3B					8	37				100-LQFP		
CP3BT13K3B					–	23	+	–	+	48-CSP		
CP3BT13G3B					8	40				100-LQFP		

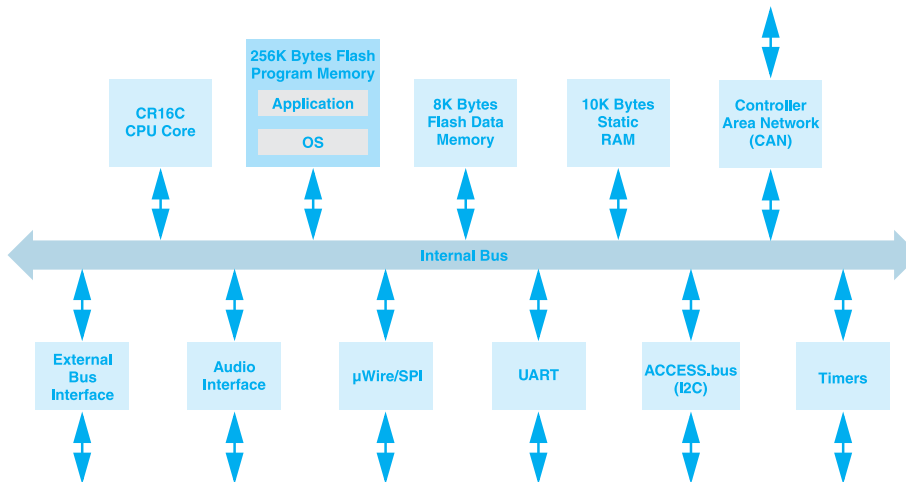


Рис. 1. Структурная схема микроконтроллера CP3CN17

ходов – от 2.5 до 3.3 В. Структурная схема микроконтроллера CP3CN17 приведена на рис. 1.

Большим преимуществом микроконтроллеров семейства CP3000 является также возможность работы в операционной среде реального времени MicroC/OS-II, чему во многом способствует наличие в структуре процессорного ядра трех независимых указателей стека и регистрового файла общего назначения.

Традиционно большинство микропроцессоров с RISC-архитектурой ориентированы, в первую очередь, на применение в высокопроизводительных универсальных компьютерах и мощных рабочих станциях, имеющих большой объем памяти. Поэтому RISC-микропроцессоры имеют многоразрядные внешние шины адреса и данных. RISC-архитектура, в отличие от CISC, оптимизирована для выполнения ограниченного количества инструкций, каждая из которых выполняется с высокой скоростью. Благодаря этому, во-первых, удастся добиться более высокой производительности по сравнению с CISC-архитектурой, а, во-вторых, имеется возможность уменьшить площадь, занимаемую процессорным ядром на кристалле, и уровень потребляемой мощности. Кроме того, современная RISC-архитектура по сравнению с CISC-архитектурой лучше оптимизирована для построения компиляторов с языков высокого уровня, что немаловажно при работе многопользовательских многозадачных операционных систем, таких как UNIX или Windows NT. Таким образом, классическая RISC-архитектура ориентирована на сверхскоростные вычисления и чаще всего микропроцессоры, созданные на основе этой архитектуры, находят применение в серверах и мощных многопроцессорных рабочих станциях. В настоящее время большинство предлагаемых на рынке микропроцессоров и микроконтроллеров с RISC-архитектурой имеют 32-разрядное процессорное ядро, что, однако, не приводит к снижению стоимости этих микроконтролле-

ров. Поэтому RISC-архитектуру нецелесообразно использовать в полном объеме при разработке микроконтроллеров для встраиваемых приложений, поскольку, как известно, к микроконтроллерам для таких систем предъявляются специфические требования. Это, в первую очередь, небольшая стоимость, низкий уровень электромагнитных излучений, малое время реакции на прерывание, большой объем встроенной памяти и широкий набор контроллеров стандартных ин-

терфейсов. На начальном этапе развития микроконтроллеров традиционная CISC-архитектура, на базе которой было создано большинство микропроцессоров общего назначения, была адаптирована для решения задач, возлагаемых на встраиваемые системы управления/контроля и сбора/обработки данных. Вместе с процессорным ядром на кристалле микроконтроллеров начали размещать память типа ROM и SRAM, устройства цифрового и аналогового ввода/вывода, контроллеры внешних интерфейсов, развитые системы многоуровневой обработки прерываний, аппаратные умножители и т. п. В результате современные микроконтроллеры представляют собой высокоинтегрированные и вместе с тем недорогие системы. Однако вследствие очень сложной (нерегулярной) структуры CISC-процессорного ядра весьма трудно, если вообще возможно, решить задачу создания для этой архитектуры высокоэффективных компиляторов с языков высокого уровня. К тому же, в рамках CISC-архитектуры существуют жесткие ограничения для наращивания производительности, а также крайне неоптимально выполняется обработка данных, отличающихся разрядностью. Тем не менее, микроконтроллеры широкого назначения весьма успешно разрабатываются на основе CISC-архитектуры и отличаются:

- сравнительно низкой стоимостью
- небольшим размером результирующего программного кода, что достигается за счет усложненной системы кодирования операций и нерегулярной структуры инструкций
- наличием большого объема встроенной памяти и широким набором контроллеров периферийных устройств.

В то же время ужесточение требований к встраиваемым системам заставляет разработчиков с большей ответственностью относиться к выбору микроконтроллера. При этом прослеживается следующая законо-



мерность: выбирая микроконтроллер для встраиваемых систем, ориентированных на повышенную производительность, разработчики зачастую останавливаются на мощных 32-разрядных микроконтроллерах с RISC-архитектурой. В устройствах и системах, ориентированных на широкий рынок, которые должны отличаться, прежде всего, низкой стоимостью, ставка обычно делается на микроконтроллеры с традиционной CISC-архитектурой, при этом все чаще на смену 8-разрядным приходят 16-разрядные микроконтроллеры. Вместе с тем, с каждым днем растет количество приложений, в которых требуется увеличенная производительность, обеспечиваемая лишь при условии применения мощных 32-разрядных микроконтроллеров, построенных на базе RISC-архитектуры. Однако сравнительно большая мощность потребления, большой объем требуемой памяти и высокая стоимость этих микроконтроллеров не могут удовлетворить требования, предъявляемые к встраиваемым системам. Предлагаемые фирмой National Semiconductor микроконтроллеры с 16-разрядной CompactRISC-архитектурой можно эффективно применять в системах и устройствах, которые должны отличаться не только увеличенной вычислительной мощностью, но и сравнительно низкой стоимостью.

Процессорное ядро CR16C, в основе которого лежит усовершенствованная CompactRISC-архитектура, – третья модификация разработанного ранее базового 16-разрядного RISC-ядра. Структурная схема процессорного ядра CR16C приведена на рис. 2. Процессорное ядро CR16C полностью совместимо "снизу вверх" с выпускаемыми версиями CR16A и CR16B. Разработанная специалистами фирмы National Semiconductor усовершенствованная CompactRISC-архитектура воплотила все лучшие решения классической RISC-архитектуры. Использование этой архитектуры позволяет, в конечном счете, уменьшить объем результирующего программного кода и, соответственно, объем интегрированной на кристалле микропроцессора памяти, а, следовательно, снизить размеры кристалла и потребляемую процессорным ядром мощность. Таким образом, появилась потенциальная возможность вместе с процессорным ядром разместить на кристалле микроконтроллера широкий набор периферийных контроллеров и устройств. Благодаря перечисленным достоинствам эта архитектура получила название "CompactRISC-архитектура".

16-разрядная CompactRISC-архитектура позволила добиться наилучшего соотношения стоимости и производительности микроконтроллеров. Кроме того, появилась возможность оптимизировать на базе новой архитектуры структуру внутренних шин, что, в свою очередь, предопределило возможность реализации модульной архитектуры микроконтроллеров. При разработке CompactRISC-архитектуры ставилась цель получить перестраиваемую (легко модифицируемую) структуру, ориентированную на создание многофункциональных микроконтроллеров, предназначенных для работы в режиме реального времени. Еще одно немаловажное преимущество CompactRISC-архитектуры заключается в том, что она хорошо адаптирована для проектирования высокоэффективных компиляторов с языков высокого уровня.

Следует также отметить, что внутренняя "интеллектуальная" структура встроенных периферийных контроллеров внешних интерфейсов (CAN, USB, Bluetooth, UART) не требует активного взаимодействия с процессорным ядром. К примеру, Bluetooth-контроллер полностью реализован на аппаратном уровне и содержит два блока SRAM-памяти (один объемом 4.5 кбайт, другой – 1.5 кбайт). Этот контроллер полностью соответствует требованиям стандарта Bluetooth v1.1. Контроллер USB-шины содержит независимую FIFO-память объемом до 64 байтов и полностью отвечает всем требованиям спецификации USB-шины (версия 1.1). CAN-контроллер поддерживает скорость передачи данных до 1 Мбит/с и имеет встроенную буферную память для хранения до пятнадцати сообщений. Буфер представляет двухпортовую память с произвольным доступом. Обмен данными между процессорным ядром и этой памятью выполняется по 16-разрядной шине данных. Контроллер последовательного порта UART имеет встроенный модуль обнаружения ошибок. При приеме/передаче осуществляется двойная буферизация данных. Формат передаваемых дан-

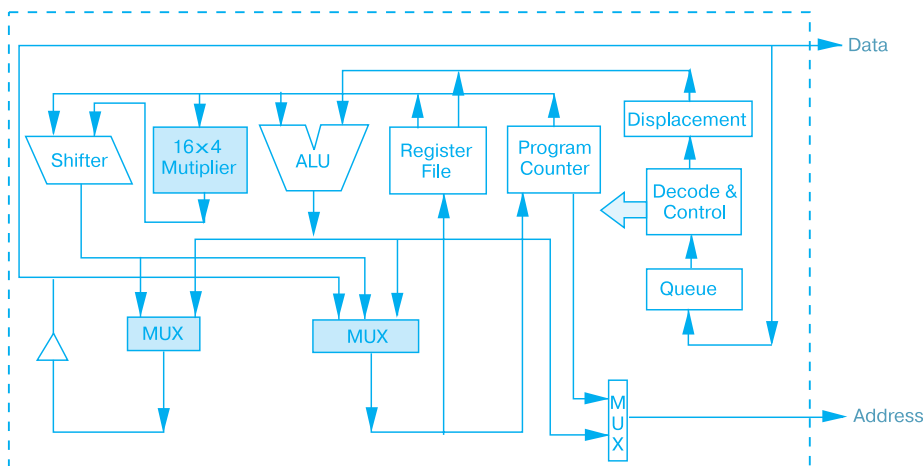


Рис. 2. Структурная схема процессорного ядра CR16C

ных и скорость обмена устанавливаются на программном уровне. Во всех модификациях новых микроконтроллеров при передаче данных через UART-порт поддерживается скорость обмена данными до 115.2 кбит/с. В некоторых моделях максимальная скорость передачи данных составляет 921.6 кбит/с [1].

В CompactRISC-архитектуре реализован трехступенчатый конвейер (выборка, декодирование, выполнение), с помощью которого обеспечивается выполнение инструкций в течение одного машинного такта. Программная модель процессорного ядра включает большой набор регистров. Это 16 регистров общего назначения, среди которых четыре 32-разрядных регистра, остальные – 16-разрядные. Один из 32-разрядных используется в качестве указателя программного стека (SP), другой – как указатель адреса возврата (RA), остальные два могут использоваться в режиме индексной адресации. Кроме того, имеются адресные регистры, один из которых – традиционный программный счетчик (PC), а остальные представляют собой 32-разрядные специализированные указатели стека. Программный счетчик 24-разрядный. Имеются также 16-разрядный регистр состояния (PSR), 16-разрядный регистр конфигурации (CFG) и пять отладочных регистров, поддерживающих работу по двум независимым каналам. Несомненным преимуществом процессорного ядра CR16C, созданного на базе усовершенствованной CompactRISC-архитектуры, является возможность организации в памяти трех независимых стеков: программного, стека прерываний и пользовательского. Такая возможность обеспечивается благодаря наличию трех регистров указателей стека (SP, ISP, USP). Программный стек обычно используется для сохранения (с последующим восстановлением) содержимого рабочих регистров при переходе к выполнению подпрограмм. Стек прерываний используется для тех же целей перед выполнением процедур обработки прерываний. При работе в среде операционной системы реального времени можно использовать оба эти стека в процессе выполнения программы. Кроме того, процессорное ядро CR16C может поддерживать работу многозадачных операционных систем за счет организации в любой области памяти пользовательских стеков. В CR16C реализован также мощный контроллер прерываний, поддерживающий обслуживание двух немаскируемых прерываний, до 112 маскируемых и шести отладочных прерываний. Развитая система обработки прерываний способствует интеграции микроконтроллеров на базе ядра CR16C во встраиваемые системы, предназначенные для работы в реальном масштабе времени.

В качестве аппаратных средств разработки предлагается демонстрационная плата, содержащая один из коммуникационных микроконтроллеров, приемопередатчики внешних интерфейсов (CAN, UART), аудиокодек с входным усилителем, дополнительную память

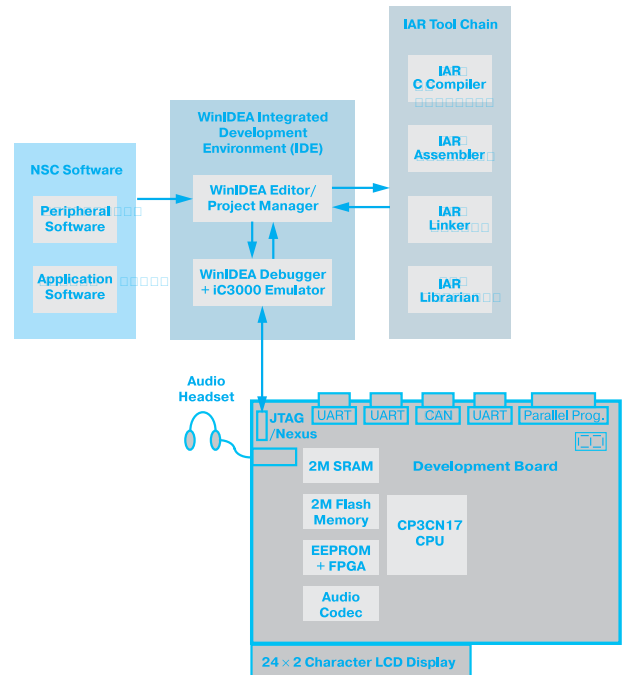


Рис. 3. Структура программно-аппаратных средств разработки

типа SRAM объемом 2 Мбайт и флэш – 2 Мбайт, жидкокристаллический дисплей и другие аппаратные средства. Кроме того, поставляется отдельная плата, содержащая микросхему радиопередатчика LMX5250, обеспечивающую полную совместимость с интерфейсом Bluetooth. В качестве программных средств разработки предлагается программный пакет WinIDEA. Структура программно-аппаратных средств разработки приведена на рис. 3. В библиотеке программных драйверов, предназначенных для работы в среде операционной системы MicroC/OS-II RTOS, можно найти программное обеспечение для всех встроенных контроллеров внешних стандартных интерфейсов [1].

Дополнительную информацию о новых коммуникационных микроконтроллерах семейства CP3000, предлагаемых компанией National Semiconductor, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.national.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. The Communication Chameleons // EPN/38, issue No 12, December 2002.
2. CompactRISC General Overview (<http://www.national.com>).
3. CompactRISC™ CR16C. Programmer's Reference Manual. – National Semiconductor, March, 2002.
4. CP3000 Family Features (<http://www.national.com>).
5. <http://www.national.com>

МАЛОМОЩНЫЕ AC/DC-, DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ФИРМЫ DEUTRONIC ELEKTRONIK GmbH *

Основанная в 1983 г. фирма Deutronic Elektronik GmbH (Германия), входящая в холдинг EDWANZ group, специализируется на разработке и производстве блоков питания, AC/DC-, DC/DC-преобразователей (в том числе повышающих высоковольтных), силовой электроники, испытательной аппаратуры, моточных узлов и др. для обеспечения питания электронных устройств. В статье описаны выпускаемые фирмой Deutronic малогабаритные маломощные AC/DC-, DC/DC-преобразователи, устанавливаемые непосредственно на печатную плату.

Г. Местечкина

Выпускаемые фирмой Deutronic AC/DC-, DC/DC-преобразователи отличаются широким диапазоном входных и выходных напряжений, высоким для этого класса преобразователей КПД, малыми габаритами, оптимальным соотношением цена/качество. В число дополнительных услуг, оказываемых фирмой Deutronic, входят разработка, конструирование и производство изделий по специальным требованиям заказчика. Высокий уровень экспертизы соответствия этих разработок требованиям заказчика является гарантией немецкого качества изготовления изделий (под маркой "Made in Germany"). При этом заказчику предоставляется возможность выбора конструктивного решения, а сроки выполнения заказов минимальны.

Ниже приведена информация о маломощных AC/DC-преобразователях серии EAM, выпускаемых фирмой Deutronic. Выходная мощность преобразователей этой серии находится в пределах от 5 до 30 Вт. Конструктивное исполнение обеспечивает возможность их установки непосредственно на печатную плату. По электромагнитной совместимости, диапазону входных и выходных напряжений, габаритам корпусов они соответствуют требованиям международных стандартов. В таблице 1, 2 приведены основные параметры и характеристики AC/DC-преобразователей типа EAM5/10 (рис. 1) с выходной мощностью 5 и 10 Вт соответственно. В случае необходимости увеличения выходной мощности или уровня выходного напряжения возможно соответственно параллельное или последо-

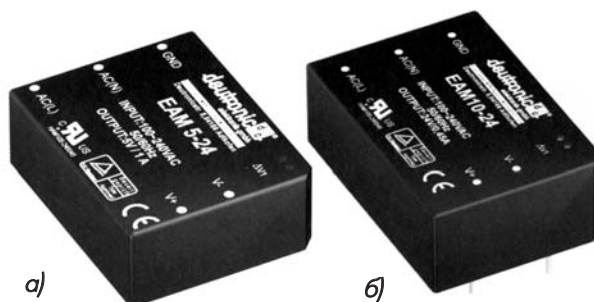


Рис. 1. AC/DC-преобразователи типа EAM5-24 (а) и EAM10-24 (б)

Таблица 1. Основные технические характеристики AC/DC-преобразователей типа EAM5/10

Технические характеристики		EAM5	EAM10
Выходная мощность, Вт		5	10
Диапазон входных напряжений, В:	– переменного тока	85–264 (47–63 Гц)	
	– постоянного тока	110–340	
Ток утечки по земляному проводу, мА		<3.5 (230 В перем. тока)	
КПД, %		70	
Диапазон выходных напряжений, В		3–24, $\pm 3.3 \pm 15.0$	3–48, $\pm 3.3 \pm 15.0$ (3.3/5/12)/($\pm 5 \pm 24$)
Отклонение выходного напряжения при изменении тока нагрузки/входного напряжения, %		$\pm 1.0 \pm 0.1$	
Уровень пульсаций и шумов (п-п), %		<1.0	
Защита от превышения выходного напряжения/перегрузки, %		130/(125–150)	
Частота преобразования, кГц		75	
Температурный коэффициент напряжения, %/°C		0.04	
Испытательное напряжение прочности изоляции, кВ		3.0	
Диапазон температур, °C:	– рабочих	-25...50	-10...50
	– хранения	-40...85	
Масса, г		107	120
Габаритные размеры, мм		58.0×45.0×19.5	65.0×45.0×22.0
Электромагнитная совместимость		CE, TUV (EN60950), UL1950 кл. 1	

* The Next Generation of Power Supplies Deutronic Elektronik GmbH, каталог 2003.

Таблица 2. Основные параметры АС/DC-преобразователей типа EAM5/10

Тип	Вых. напряжение, В	Ток нагрузки, А
EAM5/10-3	3.0	1.50/2.50
EAM5/10-5	5.0	1.00/2.0
EAM5/10-9	9.0	0.60/1.12
EAM5/10-12	12.0	0.46/0.83
EAM5/10-15	15.0	0.40/0.70
EAM5-18	18.0	0.35/-
EAM5/10-24	24.0	0.26/0.42
EAM10-48	48.0	-/0.25
EAM5/10-3-3	±3.3	0.73/1.38
EAM5/10-5-5	±5.5	0.57/1.15
EAM5-9-9	±9.0	0.34/-
EAM5/10-12-12	±12.0	0.26/0.51
EAM5/10-15-15	±15.0	0.20/0.40
EAM10-3-5-5	3.3/±5.0	1.15/±0.46
EAM10-3-12-12	3.3/±12.0	1.15/±0.29
EAM10-3-15-15	3.3/±15.0	1.15/±0.23
EAM10-3-5-12	3.3/5.0/12.0	1.15/0.46/0.28
EAM10-3-24-24	3.3/±24.0	1.15/0.14
EAM10-5-9-9	5.0/±9.0	1.15/±0.31
EAM10-5-12-12	5.0/±12.0	1.15/±0.28
EAM10-5-15-15	5.0/±15.0	1.15/±0.23
EAM10-5-24-24	5.0/±24.0	1.15/±0.14

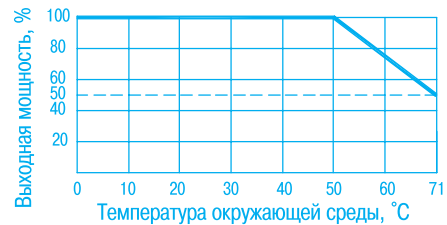


Рис. 2. Зависимость выходной мощности преобразователей серии EAM от температуры среды

вательное включение преобразователей. При снижении выходной мощности преобразователей возможно расширение диапазона рабочих температур от 50 до 71 °C (рис. 2). Для обеспечения контроля работоспособности преобразователя на его выходе формируется сигнал, который поступает на светодиод индикации исправности.

Описанные АС/DC-преобразователи находят широкое применение в устройствах промышленной электроники, системах испытаний и контроля, автоматизации технологических процессов, в телекоммуникациях, измерительных приборах и мн. др.

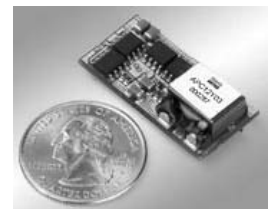
Дополнительную информацию о продукции фирмы Deutronic Elektronik можно получить в НПФ VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.deutronic.com>

DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ APC12 С БОЛЬШИМ ТОКОМ НАГРУЗКИ И КПД 92 %

Фирма Astec Power, мировой лидер по разработке и производству источников электропитания и преобразователей напряжения, предлагает POL DC/DC-преобразователи новой серии APC12 мощностью 40 Вт, отличающиеся высоким КПД (92 %), широким диапазоном входных напряжений, высоким током нагрузки и компактными размерами. Основные технические характеристики и параметры преобразователей серии APC12 приведены в статье.

Г. Местечкина

Спад в производстве аппаратуры телекоммуникаций в 2002 г. сказался и на объемах выпуска устройств электропитания. Однако в то время, как это падение коснулось рынка стационарной телекоммуникационной аппаратуры, в ряде направлений, таких как цифровые абонентские линии (Digital Subscriber Line – DSL), беспроводные системы связи и другие сектора рынка телекоммуникаций, такая тенденция не проявилась. В 2003 г. на рынке телекоммуникаций предполагается подъем в UMTS/3G технологиях. Высокая скорость преобразования данных – обязательное требование для таких применений как быстрый Интернет, новые устройства типа "tablet PC" (ПК в записной книжке) и др. Эта эволюция и возросшие требования



конечного пользователя к параметрам сети телекоммуникаций явились также стимулом развития систем электропитания (повышения их экономности, удельной мощности, снижения цены) и увеличения инвестиций в новые разработки со стороны ведущих фирм, специализирующихся в этой области: Astec Power, Tyco Electronics и др.

Для производителей систем электропитания важным является также промышленный рынок, который требует во все возрастающих количествах применения активных компонентов для передачи информации в цифровом виде. Учитывая высокую степень их интеграции, развитие программируемых логических ИС для систем управления и автоматизации, цифровых сигнальных процессоров (DSP), ток потребления которых достигает значительных величин, наиболее оптималь-

ным является создание для их питания малогабаритных DC/DC-преобразователей с сосредоточенной нагрузкой Point-of-Load (POL), обеспечивающих низкие выходные напряжения и высокие токи нагрузки. Причем, одним из достоинств POL-преобразователей, определяющим их гибкость, является возможность регулировки выходного напряжения в пределах от 3.3 до 1 В и ниже. Такие преобразователи, устанавливаемые непосредственно на плату вместе с расположенными на ней микросхемами, позволяют также снижать потери, возникающие при размещении источника питания на большом расстоянии от нагрузки. Это обеспечивает возможность создания автономных функционально законченных узлов для электронной аппаратуры. Малые габариты преобразователей POL, достигнутые благодаря отсутствию трансформатора для гальванической развязки входа от выхода и другим мерам, принятым при выборе схемотехнических решений, позволяют снижать габариты устройств, в которых они находят применение, а низкая цена обеспечивает расширение номенклатуры этих устройств и систем.

Перечисленные достоинства POL-преобразователей в полной мере проявляются в выпускаемых фирмой Astec Power DC/DC-преобразователях серии APC12, что и обеспечивает их высокую конкурентоспособность. Серия APC12, включающая 14 различных конфигураций входных/выходных напряжений, обеспечивает ток нагрузки до 12 А, КПД до 92 % и стабилизацию выходного напряжения (при изменении в широких пределах входного напряжения, тока нагрузки от нуля до номинального значения и температуры среды). Выполненные в компактном негерметизированном корпу-

се (таком же, как серии APC08 с выходной мощностью 25 Вт) преобразователи серии APC12 характеризуются шагом между выводами, соответствующим требованиям промышленного стандарта для поверхностного монтажа. Габаритные размеры (33.02×16.0×9.34 мм) позволяют использовать их при ограниченной площади платы и обеспечивают возможность замены преобразователей серии APC08 на APC12 при необходимости увеличения выходной мощности.

Модели DC/DC-преобразователей серии APC12 с одним выходом имеют входное напряжение 1.8-6.0 В или 5.0-13.0 В и обеспечивают выбор одного из шести программируемых выходных напряжений от 0.9 до 3.6 В (при необходимости). Широкий диапазон входных напряжений, возможность выбора и регулировки уровня выходного напряжения, распределения токов между включенными параллельно источниками (для увеличения выходной мощности и повышения надежности благодаря созданию системы резервирования), индикация работоспособности источника – все это обеспечивает расширение спектра устройств, в которых эти преобразователи могут использоваться.

Каждый источник имеет вывод для дистанционного включения (сигналом TTL-уровня), что позволяет включать резервный преобразователь с задержкой. В дополнение каждый DC/DC-преобразователь имеет защиту от перегрузки и перегрева с обеспечением автоматического возвращения в рабочее состояние после устранения причины, вызвавшей ее срабатывание. Основные технические характеристики и параметры DC/DC-преобразователей серии APC12 приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Основные технические характеристики DC/DC-преобразователей серии APC12

Технические характеристики		Значение
Выходная мощность, Вт		40.0
КПД, %		92.3 (3.3 В/12 А), 93.4 (3.3 В/10 А)
Диапазон входных напряжений, В		1.8...6.0 и 5.0...13.0
Максимальное входное напряжение, В		14.0
Дистанционное включение		+ (TTL)
Диапазон регулировки выходного напряжения, В		0.9...3.6 (программируемый)
Ток нагрузки, А		0...12.0
Защита от перегрузки, А		20.0
Нестабильность выходного напряжения, %, при изменении:	– входного напряжения	0.5
	– тока нагрузки (0-100 %)	1.0
	– температуры окружающей среды	±1.5
Уровень шумов и пульсаций, мВ (п-п)		75 (2.5-3.6 В), 50 (0.9-2.4 В)
Частота преобразования, кГц		200.0
Диапазон температур (рабочих/хранения), °С		(-40...85)/(-40...125)
Наработка до отказа, млн ч, не меньше		1
Сигнал исправности источника (Power Good)		+
Габаритные размеры, мм		33.02×16.0×9.34
Корпус		под SMT монтаж
Безопасность		UL, cUL 60950, TUV EN60950

Таблица 2. Основные параметры DC/DC-преобразователей серии APC12

Тип	Входное напр., В	Вых. напр., В/ ток нагрузки, А	КПД, %*
APC12J03/08	(1.8-6.0)/ (5.0-13.0)	0.9/12	76/73
APC12K03/08		1.2/12	81/77
APC12M03/08		1.5/12	86/81
APC12Y03/08		1.8/12	87/82
APC12G03/08		2.5/12	90/87
APC12F03/08		3.3/12	92/90
APC12J03/08-9		0.9/12	76/74

* типовое значение КПД при полной нагрузке, входном напряжении 3/8 В, температуре 25 °С

Пример обозначения:



Широкий диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С и высокие технические характеристики обеспечивают возможность применения преобразователей серии APC12 в аппаратуре с жесткими условиями эксплуатации, такой как устройства телекоммуникаций и системы сбора, обработки и передачи данных, в то же время они могут использоваться в контрольно-измерительных приборах, устройствах сети Интернет, таких как концентраторы и маршрутизаторы, в средствах автоматизации, испытательном и измерительном оборудовании и всюду, где высокие параметры и быстрый выход на рынок являются приоритетными.

Дополнительную информацию о продукции фирмы Astec Power можно получить в НПФ VD MAIS или в сети Интернет по адресу: <http://www.astecpower.com>

ИОННО-ЛИТИЕВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ И МИКРОСХЕМЫ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НИХ

В статье приведены основные характеристики и особенности эксплуатации ионно-литиевых аккумуляторов, а также параметры микросхем, используемых в устройствах для их зарядки.

А. Мельниченко

С уменьшением объема и веса портативных электронных устройств и увеличением числа их функций возрастает потребность в источниках питания с высокой удельной энергоемкостью. Наивысшим достижением в технологии изготовления аккумуляторов в настоящее время являются получившие широкое распространение ионно-литиевые полимерные аккумуляторы. Главным их преимуществом является наибольшая среди всех известных типов удельная энергоемкость 160-170 Вт-час/кг или 320-350 Вт-час/л. В таблице представлена удельная энергоемкость пяти типов аккумуляторов: щелочных, никель-кадмиевых, никель-металлогидридных, ионно-литиевых и ионно-литиевых полимерных.

Среднее значение рабочего напряжения ионно-литиевых полимерных аккумуляторов составляет 3.7-3.8 В, что втрое больше, чем никель-кадмиевых и никель-металлогидридных аккумуляторов. К тому же надежность одного аккумулятора всегда выше, чем нескольких, соединенных последовательно.

Технология изготовления ионно-литиевых полимерных аккумуляторов позволяет создавать низкопрофильные (толщиной несколько миллиметров) конструкции. Их площадь может быть достаточно большой (например, 70x100 мм). Такие аккумуляторы могут быть удобно встроены в карманные компьютеры и другие портативные изделия электроники.

Число зарядно-разрядных циклов, после которых емкость аккумулятора уменьшается до 80 % номинальной, обычно превышает 300, а при уменьшении емкости до 60 % – 600. Причем, с увеличением числа циклов наблюдается постепенное уменьшение емкости, а не внезапный отказ, как в других типах аккумуляторов.

На срок службы аккумуляторов влияют условия зарядки и разрядки, а также температура окружающей среды. Так, слишком короткий цикл зарядки (менее 1 часа) и повышенная температура среды уменьшают число зарядно-разрядных циклов. Напротив, при не-

Удельная энергоемкость аккумуляторов (средняя)

Тип аккумулятора	Удельная энергоемкость	
	Вт-час/кг	Вт-час/л
Щелочной	50	100
Никель-кадмиевый	45-80	140
Никель-металлогидридный	60-120	225
Ионно-литиевый	110-160	310
Ионно-литиевый полимерный	160-170	320-350

глубоком разряде (не более 60 % емкости) и более длительном зарядном цикле (не менее 2.5 часа) срок службы аккумуляторов увеличивается.

Саморазряд аккумуляторов обусловлен электрохимическими процессами в них и эквивалентен подключению внешнего резистора, через который протекает ток саморазряда. Обычно ионно-литиевые полимерные аккумуляторы теряют около 8 % емкости в первые 4 месяца и по 2 % за каждый последующий. Саморазряд ускоряется при температуре выше 45 °С и замедляется при температуре ниже 10 °С. Поэтому рекомендуется хранить их частично заряженными при низкой температуре.

В противоположность никель-кадмиевым и никель-металлогидридным аккумуляторам, саморазряд которых составляет более 25 % в месяц (что делает необходимым их подзарядку перед эксплуатацией) ионно-литиевые полимерные аккумуляторы даже после хранения в течение нескольких месяцев сохраняют готовность к эксплуатации.

Одним из недостатков никель-кадмиевых аккумуляторов является эффект "памяти", из-за чего необходимо, чтобы время от времени аккумуляторы подвергались полной разрядке. Ионно-литиевые аккумуляторы не имеют этого недостатка и могут быть поставлены на зарядку в любое время без предварительной полной разрядки.

Ионно-литиевые полимерные аккумуляторы имеют высокий КПД. Количество энергии (А·ч), отданное аккумулятором при разрядке, превышает 99.8 % полученного им во время зарядки. Это позволяет уменьшить затраты энергии при зарядке.

Ионно-литиевые полимерные аккумуляторы не содержат металлический литий или его сплавы, что значительно повышает безопасность их использования. Они также не содержат кадмий, что упрощает их утилизацию без нанесения вреда окружающей среде.

Ионно-литиевые полимерные аккумуляторы могут успешно работать при низкой температуре (до -20 °С), хотя при этом их емкость значительно уменьшается.

Однако ионно-литиевые аккумуляторы имеют сравнительно большое внутреннее сопротивление и не предназначены для работы при больших импульсных токах, поэтому для питания некоторых изделий предпочтительно применение других типов аккумуляторов (например, никель-кадмиевых). К таким изделиям относятся, в частности, электроинструменты. Возникающие во время их работы кратковременные импульсы тока лучше переносятся никель-кадмиевыми аккумуляторами из-за их малого внутреннего сопротивления.

Химические процессы в ионно-литиевых аккумуляторах

Использование лития позволяет достичь наибольшего среди всех типов аккумуляторов выходного на-

пряжения. В первых ионно-литиевых аккумуляторах в качестве анода пытались использовать металлический литий. Однако при этом возникали две основные проблемы: необходимость увеличения срока службы аккумулятора и обеспечения его безопасной эксплуатации. Поэтому в настоящее время в качестве материала анода используют углерод. Образованное на его основе литиево-углеродное соединение LiC_6 обеспечивает высокую плотность энергии аккумуляторов.

Наибольшее применение находят три вида углерода:

- графит с высокой степенью структуризации
- некоторые виды кокса, переходящего в графит при нагревании
- твердые виды углерода с низкой степенью структуризации.

Последний вид используется в аккумуляторах фирмы Sony Energytec. Другие ведущие производители (Sanyo, Panasonic) применяют графитовые аноды. Аккумуляторы с графитовыми анодами имеют несколько более высокое рабочее напряжение (3.7 В) и меньшее внутреннее сопротивление, чем те, в которых используются твердые виды углерода (3.6 В). Различаются они также предельным напряжением зарядки (4.2 и 4.1 В соответственно).

В качестве катода применяется одно из соединений, содержащее ионы лития и способное легко отдавать их без изменения молекулярной структуры. Наилучшим из них является кобальтит лития LiCoO_2 , обеспечивающий высокий КПД и большую емкость аккумулятора. Несколько худшие свойства имеют соединения LiNiO_2 и LiMn_2O_4 .

Сущность химических процессов в аккумуляторе заключается в переносе ионов лития от катода к аноду во время зарядки и в обратном направлении – во время разрядки.

Зарядка ионно-литиевых аккумуляторов

Зарядный цикл ионно-литиевых аккумуляторов длится, как правило, 2.5 часа и состоит из двух фаз: зарядки при постоянном токе и зарядки при постоянном напряжении (рис. 1). Во время первой фазы ток зарядки поддерживается постоянным и численно равен емкости аккумулятора. Первая фаза длится около одного часа и заканчивается, когда напряжение аккумуля-

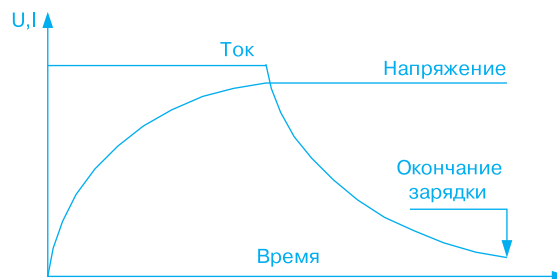


Рис. 1. График зарядки ионно-литиевых аккумуляторов

лятора достигает предельного значения, указанного в технических условиях (около 4.2 В). Это напряжение следует устанавливать с высокой точностью (до $\pm 1\%$), так как его превышение приводит к избыточной зарядке аккумулятора. При этом образуется металлический литий, активно вступающий в реакцию с электролитом, сопровождающуюся выделением большого количества тепла. Давление внутри корпуса повышается, что может вызвать его разрушение. Поэтому в большинстве ионно-литиевых батарей встроены защитные элементы, предохраняющие их от избыточной зарядки. Во время второй фазы напряжение на аккумуляторе поддерживается постоянным. Ток через аккумулятор постепенно снижается и при уменьшении его ниже некоторого порогового значения зарядка считается законченной.

Напряжение аккумуляторов в начале зарядки должно быть не ниже 2.5 В, температура окружающей среды во время зарядки должна находиться в пределах от нуля до 60 °С. При выборе оптимальных режимов эксплуатации аккумуляторов следует руководствоваться рекомендациями фирм-изготовителей.

Микросхемы устройств для зарядки ионно-литиевых аккумуляторов

Кроме описанной в [5] микросхемы ADP3810 для применения в устройствах зарядки ионно-литиевых аккумуляторов фирма Analog Devices выпускает микросхему ADP3820. Ее устройство и схема включения приведены на рис. 2.

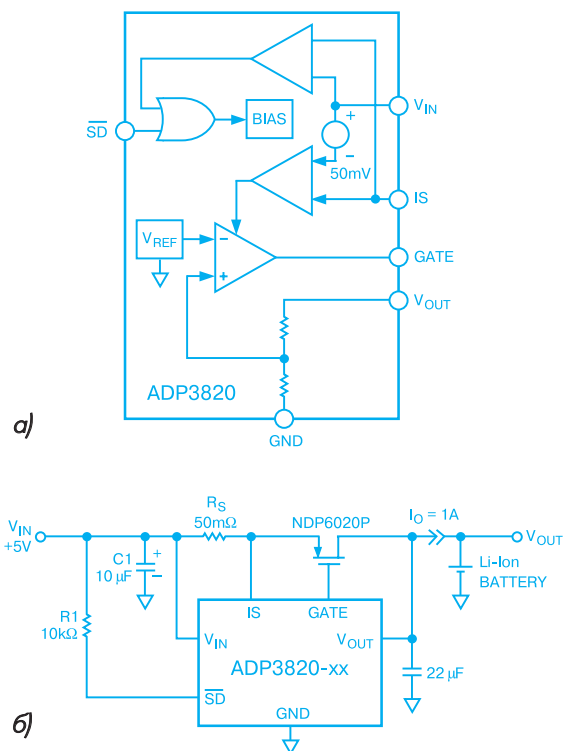


Рис. 2. Микросхема ADP3820: функциональная схема (а), схема включения (б)

Микросхема представляет собой недорогой прецизионный контроллер зарядного устройства с линейным регулированием зарядного тока. Микросхема содержит прецизионный источник опорного напряжения, операционный усилитель с малым напряжением смещения и тонкопленочный делитель напряжения. Величина зарядного тока равна: $I = 0.05/R_S$, где R_S – сопротивление резистора между выводами V_{IN} и IS (при $R_S = 0.05$ Ом ток равен 1 А). В микросхеме приняты меры для минимизации разрядного тока аккумулятора при отключении напряжения питания. Ограничено также управляющее напряжение, подаваемое на затвор МОП-транзистора во избежание его выхода из строя. Выпускаются модификации, рассчитанные на различные уровни предельного напряжения аккумуляторов (4.1 или 4.2 В).

Основные параметры микросхемы:

- напряжение питания от 4.5 до 15 В
- точность определения предельного напряжения аккумулятора не хуже $\pm 1\%$
- потребляемый ток 630 мкА (в режиме "shutdown" – 1 мкА)
- диапазон рабочих температур от -20 до 85 °С.

Более сложными являются микросхемы ADP3801/ADP3802, предназначенные для зарядных устройств с импульсным регулированием зарядного тока (рис. 3, а). Они обеспечивают точность определения предельного напряжения аккумуляторов не хуже $\pm 0.4\%$ при температуре 25 °С и $\pm 0.75\%$ в диапазоне температур от -10 до 70 °С. Наличие внутреннего мультиплексора позволяет осуществлять контроль процесса зарядки двух аккумуляторов одновременно. Возможна зарядка как одного аккумулятора, так и батареи из двух или трех аккумуляторов. Выбор величины предельного напряжения (4.2, 8.4 или 12.6 В) осуществляется изменением напряжения на выводе PROG микросхемы. Возможна его подстройка в пределах $\pm 10\%$ от номинального значения путем изменения напряжения на выводе ADJ микросхемы.

Микросхема содержит:

- двухканальный мультиплексор A/B SELECT MUX
- мультиплексор FINAL BATTERY VOLTAGE PROGRAM для выбора предельного напряжения
- усилитель VOLTAGE LOOP AMP для контроля напряжения аккумулятора
- компаратор EOC COMPARATOR для выдачи сигнала окончания зарядки
- усилитель BATTERY VOLTAGE ADJUST для подстройки величины предельного напряжения
- усилитель CURRENT LOOP AMP для стабилизации зарядного тока
- ШИМ модулятор (PWM) и усилитель (GATE DRIVE) для управления внешним транзистором.

Микросхема содержит встроенный стабилизатор напряжения 3.3 В $\pm 1\%$, а также схему управления для

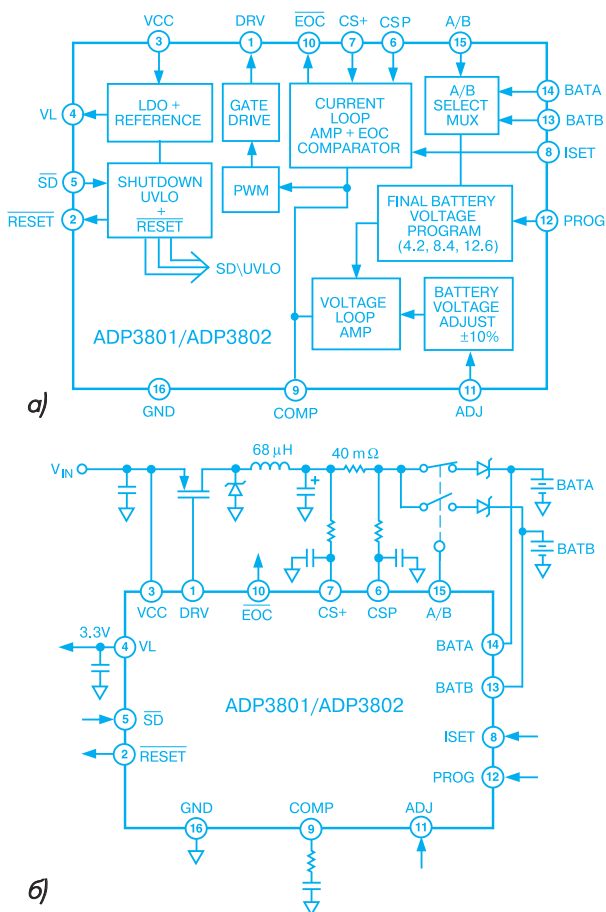


Рис. 3. Микросхемы ADP3801/ADP3802: функциональная схема (а), схема включения (б)

перехода в режим "shutdown" по внешнему сигналу или при понижении напряжения питания.

Величина зарядного тока определяется сопротивлением резистора R_S между выводами CS+ и CSP (40 мОм на рис. 3, б) и напряжением на выводе ISET микросхемы и равна: $I_{ЗАР} = V_{ISET} / 10R_S$ ($0 < V_{ISET} < 1.65$ В). Признак окончания зарядки (лог. "0" на выводе EOC) формируется при напряжении на резисторе R_S ниже 8 мВ.

Напряжение питания микросхемы составляет от 4.1 до 20 В, потребляемый ток 5 мА. Частота сигнала управления транзистором (вывод DRV) равна 200 кГц для ADP3801 и 500 кГц – для ADP3802.

В последнее время для построения зарядных устройств широко применяются микроконтроллеры, используемые самостоятельно или совместно со специализированными микросхемами. Краткое описание одного из таких устройств приведено в [4].

Дополнительную информацию о микросхемах, описанных в настоящей статье, можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.ion-energy.com/ier/6#top>
2. <http://www.softbatteries.com/lithium/f/f.htm>
3. Isidor Buchmann. Batteries in a Portable World (<http://www.buchmann.ca>).
4. Designer's Guide to Charging Li-Ion Batteries (www.analog.com).
5. А. Мельниченко. Никель-металлогидридные аккумуляторы и микросхемы зарядных устройств для них // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 1.

НОВЫЙ ГРАФИЧЕСКИЙ ЖК-ДИСПЛЕЙ С СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ *

В статье приведены параметры выпускаемого корпорацией Microtips Technology модуля MTG-F32240NFVHSGW, в котором совмещены функции ЖК-дисплея и сенсорной панели. Модуль рассчитан на работу и хранение в широком диапазоне температур и при воздействии вибраций.

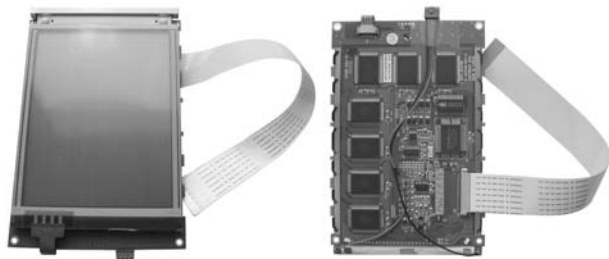


Рис. 1. Модуль ЖК-дисплея типа MTG-F32240NFVHSGW

А. Криштопа

MTG-F32240NFVHSGW – стандартный графический жидкокристаллический дисплей (рис. 1) с форматом матрицы отображения 320×240 точек, диапазоном рабочих температур от -20 до 60 °С и торцевой

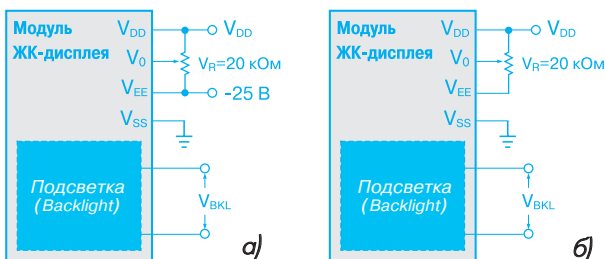


Рис. 2. Схема регулировки контрастности с внешним (а) или внутренним (б) источником напряжения

* LCD Module Specification for Customer's Approval. – Microtips Technology Inc., 21.06.2002.

Основные технические характеристики ЖК-дисплея MTG-F32240NFWHSGW

Наименование параметра		Технические характеристики
ЖК-дисплей		
Вариант исполнения		FSTN *
Разрешение дисплея, точек		320×240
Размер точки, мм		0.35×0.35
Размер изображения, мм		115.19×84.0
Напряжение питания, В:	– ЖК-дисплея	5.0
	– подсветки	3.6
Напряжение регулировки контрастности изображения, В		-25.0 (от встроенного DC/DC-преобразователя)
Контроллер ЖК-дисплея		SED1335
Подсветка экрана		торцевая светодиодная белого цвета
Сенсорная панель		
Тип панели		аналоговая резистивного типа
Защитное покрытие панели		полупрозрачное безбликовое
Шаг расположения чувствительных элементов, мм		1.0
Время реакции на нажатие, мс		10.0
Рабочее усилие нажатия, г		80
Напряжение питания, В		7.0 (макс.)
Долговечность панели		более 200 000 касаний на одном месте при рабочем усилии 200 г и скорости смены 1000 раз/ч
Наработка до отказа панели		1.2 млн касаний при усилении 250 г и скорости смены 2 раза/с
Виброустойчивость, g		0.2 в диапазоне частот 10...55 Гц по осям X, Y, Z
Контроллер		+
Общие параметры		
Габариты, мм:	– сенсорной панели	141.0×104.7×1.4
	– модуля ЖК-дисплея	167.1×109.0×12.4
Диапазон температур, °С:	– рабочих	-20...60
	– хранения	-30...80

* FSTN – Formulated Super Twisted Nematic

светодиодной подсветкой белого цвета. Данная модель содержит встроенный контроллер SED1335 и DC/DC-преобразователь, который обеспечивает формирование напряжения -25 В, необходимого для регулировки контрастности изображения. На рис. 2 показана схема регулировки контрастности изображения ЖК-дисплея с использованием внешнего (а) или внутреннего (б) источника напряжения.

Для подсветки ЖК-дисплея использованы новые светодиоды, отличающиеся малым энергопотреблением, но не уступающие по яркости люминесцентной подсветке. Безбликовый экран, белый цвет подсветки обеспечивают широкое использование данного ЖК-дисплея при изготовлении медицинского оборудования, для которого наряду с требованиями к электрическим и механическим параметрам выдвигаются требования к оптическим характеристикам дисплея и, в частности, цвету подсветки экрана. Торцевое расположение подсветки ЖК-дисплея позволяет уменьшить толщину модуля.

Отличительной особенностью дисплея MTG-F32240NFWHSGW является наличие сенсорной панели, снабженной контроллером. Срабатывая при рабочем усилии не более 80 г (от пальца, карандаша или ручки), эта модель сенсорной панели обеспечивает наработку до отказа 1.2 млн касаний. Конструкция панели обеспечивает ее виброустойчивость и ударопрочность.

Качество изготовления модуля обеспечивается сертификацией производства на соответствие стандарту ISO 9002. Основные технические характеристики ЖК-дисплея MTG-F32240NFWHSGW приведены в таблице.

Более подробно с ЖК-дисплеями корпорации *Microtips Technology* можно ознакомиться в журнале "Электронные компоненты и системы", № 9, 2002. Дополнительную информацию о ЖК-дисплеях MTG-F32240NFWHSGW можно получить на Web-сайте фирмы *Microtips Technology* по адресу: www.microtips.com.tw

Усилители

Январь 2002

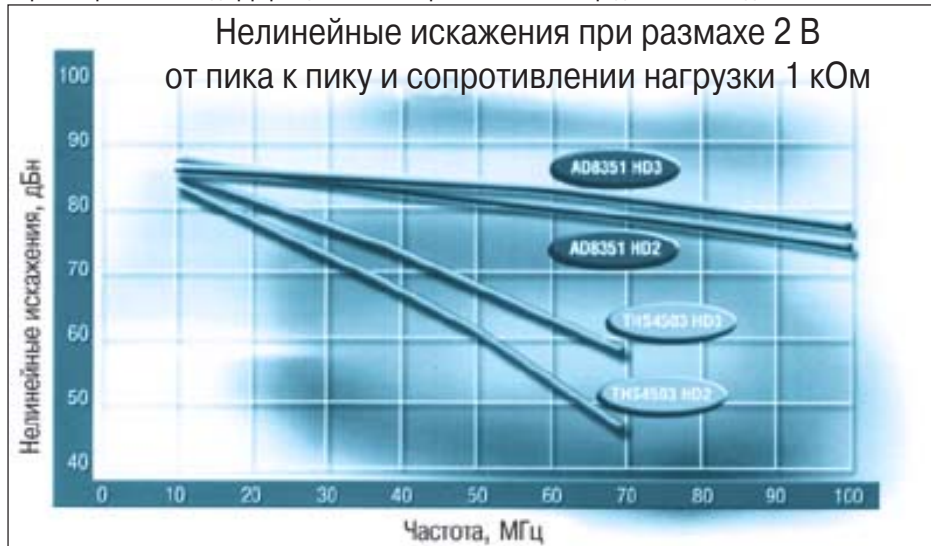
Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

В этом номере

Быстродействующие недорогие усилители семейства Fast FET	20
Широкополосный фотодиодный предусилитель	21
Усилители rail-to-rail по входу и выходу	22
Усилитель с малым уровнем шумов и искажений	23
Таблица параметров усилителей	24
Усилители с программно-управляемым коэффициентом усиления	26
Усилители с высоким коэффициентом ослабления синфазного сигнала	27
Дифференциальные усилители с высоким выходным током	28
Рекомендации по применению новых усилителей	29
Сверхминиатюрный усилитель в корпусе для поверхностного монтажа	30

AD8351 - микромощный однокристальный дифференциальный усилитель с низким уровнем нелинейных искажений

Дифференциальный усилитель AD8351 имеет сверхнизкий уровень нелинейных искажений и предназначен для использования в качестве драйвера высокоточных АЦП с выборкой сигнала. Данный усилитель позволяет достаточно просто согласовать источник сигнала с АЦП, т. к. в нем предусмотрена регулировка коэффициента усиления (одним внешним резистором) в диапазоне от 0 до 26 дБ, а также регулировка смещения нуля. С помощью последней регулировки задается требуемое смещение входного синфазного сигнала АЦП. Ключевыми особенностями этого усилителя являются низкий уровень шумов и нелинейных искажений в широком частотном диапазоне. Благодаря этому усилитель находит широкое применение в дифференциальных измерительных каналах радиочастотного диапазона.

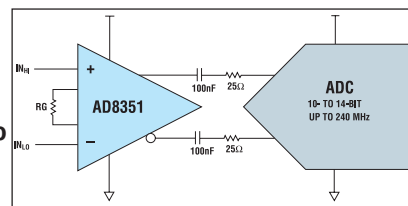


AD8351

\$ 3.69 *

Основные параметры и особенности AD8351:

- широкий частотный диапазон
- один внешний регулировочный резистор
- регулируемый уровень выходного синфазного сигнала
- минимальное время установления выходного сигнала и восстановления после перегрузок
- наличие режима блокировки
- корпус типа 10-MSOP
- уровень нелинейных искажений -81 дБн на частоте входного сигнала 70 МГц
- уровень шумов 2.7 нВ/√Гц при коэффициенте усиления 10 дБ
- высокая линейность
- скорость нарастания выходного сигнала 13 000 В/мкс
- низкая мощность рассеяния



Перевод с английского
В. Романова

* Цена FOB USA в партии 1000 штук

AD8067 - самый быстродействующий и недорогой усилитель семейства Fast FET

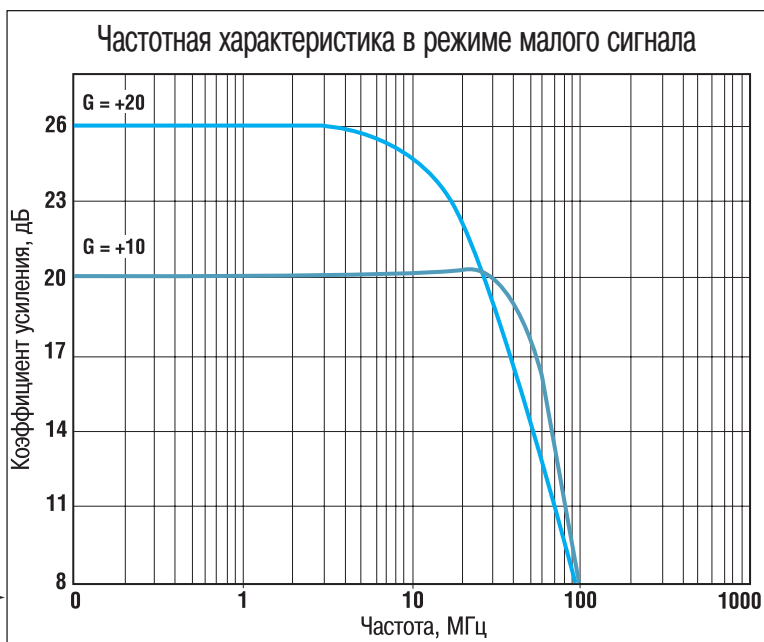
Усилитель AD8067 отличается низкой входной емкостью, минимальными током смещения и дрейфом смещения нуля, а также низким уровнем шумов. Коэффициент усиления замкнутого усилителя на основе AD8067 может быть задан в широком диапазоне. AD8067 отвечает всем требованиям, предъявляемым к фотодиодным предусилителям. Кроме того, этому усилителю присущи все особенности семейства Fast FET, а именно: возможность работы от одного источника питания, минимальная мощность потребления, выход типа rail-to-rail, отсутствие опрокидывания фазы, низкая стоимость и миниатюрный корпус.



Решение

Усилитель AD8067 имеет коэффициент усиления, равный 10 в полосе частот 54 МГц, что позволяет говорить о нем как о самом широкополосном усилителе, входной каскад которого выполнен на полевых транзисторах. Этот усилитель находит применение там, где требуется обеспечить высокое быстродействие в сочетании с высокими параметрами на постоянном токе. AD8067 производится в миниатюрном корпусе 5-SOT23.

- входной ток смещения 1 мкА
- уровень шумов 7 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$
- максимальное смещение нуля 1 мВ
- температурный дрейф смещения нуля 1 мкВ/ $^{\circ}\text{C}$
- динамический диапазон неискаженного сигнала 90 дБ на частоте 1 МГц
- коэффициент ослабления синфазного сигнала 100 дБ
- напряжение питания от 5 до 12 В
- выход типа rail-to-rail
- ток потребления 6.5 мА



Параметры усилителей семейства Fast FET

Тип усилителя	Число усилителей	Частотный диапазон, МГц	Скорость нарастания выходного сигнала, В/мкс	Максимальное напряжение смещения нуля, мВ	Уровень шума, нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$	Ток потребления на усилитель, мА
AD8067	1	54 ($K_y=10$)	500	1	7	6.5
AD8033	1	80	80	2	11	3.3
AD8034	2	80	80	2	11	3.3
AD8065	1	145	180	1	7	6.5
AD8066	2	145	180	1	7	6.5
AD8610	1	25	50	0.1	6	3.0
AD8620	2	25	50	0.1	6	3.0



Широкополосный фотодиодный предусилитель

AD8067 – идеальный усилитель для построения широкополосных фотодиодных предусилителей

Для повышения точности и быстродействия фотодиодных предусилителей их следует разрабатывать на основе высококачественных операционных усилителей, отличающихся низким уровнем шумов и токов смещения, имеющих минимальную входную емкость и обеспечивающих необходимый коэффициент усиления в широком динамическом диапазоне. Устойчивость предусилителя на базе AD8067 обеспечивается цепочкой C_f , R_f и емкостью $C1^{**}$ в суммирующей точке, где $C1^{**}$ – входная емкость усилителя плюс емкость фотодиода. Резистор R_f , который обеспечивает необходимый коэффициент усиления, вместе с емкостью $C1^{**}$ может нарушить устойчивость усилителя. Включением C_f изменяют положение нулей и полюсов в замкнутой системе и тем самым повышают устойчивость усилителя с обратной связью. Однако при этом уменьшается частотный диапазон предусилителя.



Замкнутая система с запасом по фазе 45° может быть описана выражением:

$$f_{(45)} = \sqrt{\frac{f_{CR}}{2\pi \times R_f \times C1^{**}}}$$

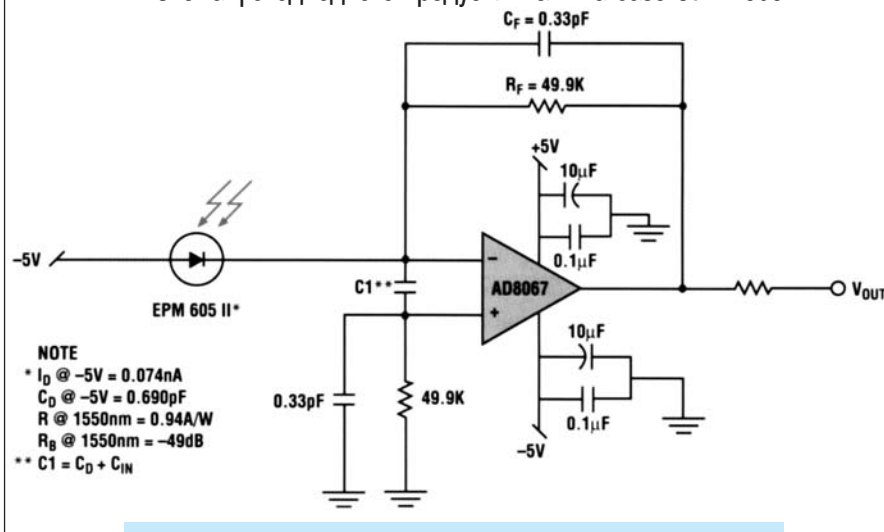
где f_{CR} – переходная частота усилителя, R_f – резистор обратной связи, $C1^{**}$ – общая емкость в суммирующей точке усилителя, включающая входную емкость усилителя, емкость фотодиода и паразитную емкость монтажа.

Величина емкости C_f , которая обеспечивает запас по фазе 45° , определяется из выражения:

$$C_f = \sqrt{\frac{C1^{**}}{2\pi \times R_f \times f_{CR}}}$$

Величина C_f , полученная из приведенного выше выражения, обеспечивает неравномерность АЧХ на уровне 15%. Удвоение C_f уменьшает частотный диапазон предусилителя в два раза, при этом неравномерность АЧХ составляет 5%.

Схема фотодиодного предусилителя на базе ОУ AD8067

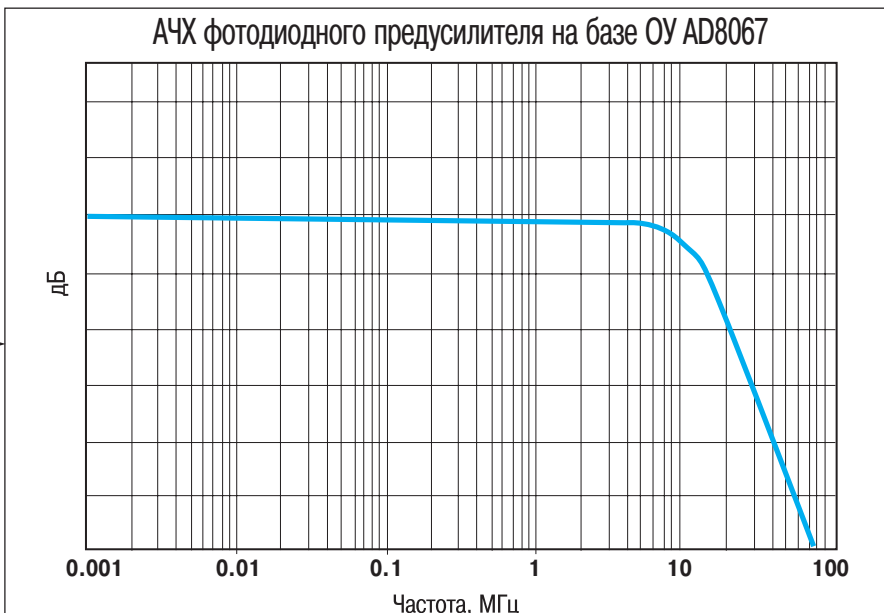


NOTE
 * $I_D @ -5V = 0.074nA$
 $C_D @ -5V = 0.690pF$
 $R @ 1550nm = 0.94A/W$
 $R_B @ 1550nm = -49dB$
 ** $C1 = C_D + C_{IN}$

ПРИМЕНЕНИЕ

- прецизионные усилители с большим коэффициентом усиления
- широкополосные усилители с высоким коэффициентом усиления

АЧХ фотодиодного предусилителя на базе ОУ AD8067



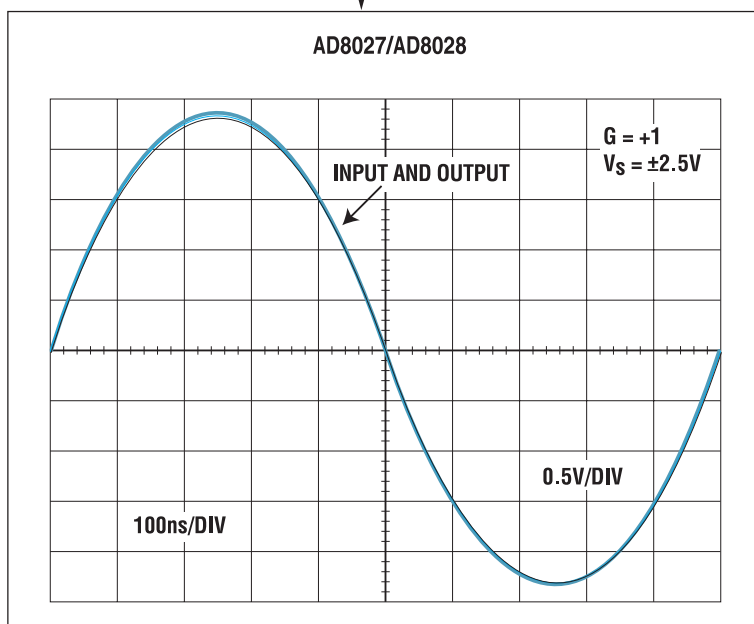
Усилители rail-to-rail по входу и выходу минимизируют напряжение питания и расширяют динамический диапазон

AD8027/AD8028 – высококачественные усилители rail-to-rail по входу и выходу

АD8027 и AD8028 – одинарный и сдвоенный усилители rail-to-rail по входу и выходу, отличающиеся высокими характеристиками и имеющие низкий уровень шумов и искажений. Динамический диапазон неискаженного сигнала этих усилителей составляет 75 дБ на частоте 5 МГц, уровень шумов – 4.5 нВ/√Гц, что позволяет использовать данные ОУ в системах с широким динамическим диапазоном и низким уровнем напряжения питания. Кроме того, усилители AD8027/AD8028 имеют частотный диапазон 180 МГц и скорость нарастания выходного сигнала 100 В/мкс, при этом ток потребления не превышает 6 мА на усилитель, что позволяет использовать их в качестве многофункциональных высококачественных ОУ.



Входные каскады усилителей rail-to-rail по входу содержат одну пару рпр- и одну пару рпр-транзисторов, чтобы обеспечить требуемый диапазон входных сигналов. В этом диапазоне то одна, то другая пара транзисторов находится в активном режиме, причем переход из одного режима в другой осуществляется путем коммутации, что вызывает частотные искажения. Усилители AD8027/AD8028 обладают минимальным уровнем таких искажений, причем для минимизации помехи переключения активных режимов транзисторных пар разной проводимости осуществляется вблизи границ динамического диапазона. Таким образом, эффект от переключения режимов удается свести к минимуму. В заключение отметим, что усилитель AD8027 выпускается в корпусе SOIC или SOT23, а AD8028 – в корпусах SOIC и MSOP.



AD8029/AD8030/AD8040 - самые быстродействующие усилители rail-to-rail по входу и выходу, ток потребления которых не превышает 1.3 мА

Усилители AD8029/AD8030/AD8040 обеспечивают максимальный динамический диапазон при однополярном напряжении питания 3 В. Частотный диапазон таких усилителей составляет 200 МГц, скорость нарастания выходного сигнала 75 В/мкс, при этом ток потребления не превышает 1.3 мА. Сочетание этих параметров позволяет использовать данные ОУ в устройствах с батарейным питанием, причем в таких устройствах все перечисленные параметры полностью обеспечены.



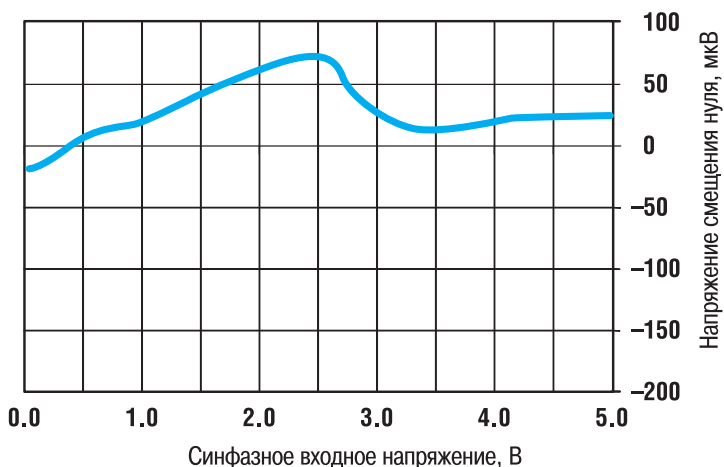
Все усилители этого семейства имеют низкий уровень шумов, который составляет 11 нВ/√Гц, и широкий диапазон напряжений питания от 3 до 12 В. Одинарный усилитель AD8029 производится в корпусе SOIC или SC70, сдвоенный AD8030 – в корпусе SOIC или SOT23, четверенный AD8040 – в корпусах SOIC и TSSOP.

Усилитель с малым уровнем шумов и искажений семейства DigiTrim

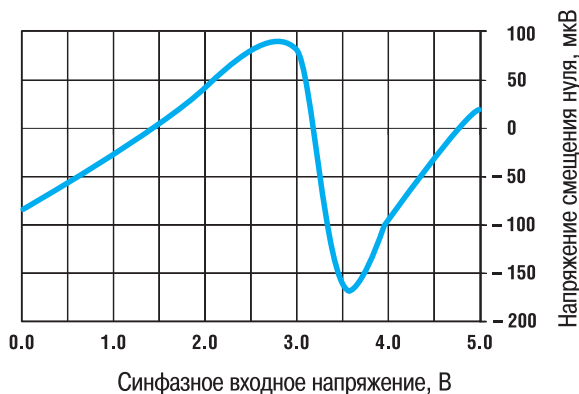
AD8615 – самый быстродействующий усилитель в семействе DigiTrim прецизионных ОУ фирмы Analog Devices. Подгонка параметров в условиях производства с помощью новой DigiTrim технологии обеспечивает высокие параметры при невысокой стоимости усилителя. В отличие от большинства усилителей rail-to-rail по входу в ОУ AD8651 минимизируется смещение нуля во всем диапазоне входных сигналов, что приводит к увеличению коэффициента ослабления синфазной помехи и снижению уровня искажений. Этот усилитель отличается высокой устойчивостью при работе на емкостную нагрузку 50 пФ. Низкий уровень искажений в сочетании с высокой точностью и минимальным временем установления выходного сигнала позволяют использовать этот ОУ в измерительных приборах, а также в качестве драйверов АЦП. Низкий уровень шумов, малый ток смещения, широкий частотный диапазон и малая входная емкость дают возможность использовать данный ОУ для построения фотодиодных предусилителей, высококачественных аналоговых фильтров и аудиосистем.

- скорость нарастания выходного сигнала 45 В/мкс, время установления 200 нс
- однополярное напряжение питания от 2.7 до 5.5 В
- напряжение смещения нуля 200 мкВ
- коэффициент ослабления синфазной помехи 90 дБ
- максимальный входной ток смещения 10 пА
- типовая погрешность, вызванная искажениями и шумами, составляет 0.0006 %

Напряжение смещения нуля AD8651 в зависимости от изменения синфазного входного напряжения



Напряжение смещения нуля ОРА350 в зависимости от изменения синфазного входного напряжения



Технические характеристики высококачественных усилителей

Тип усилителя	Напряжение питания, В:			Rail-to-Rail	Микро-корпус	K _v , мин.	F _c , МГц	V _i , В/мкс	Уровень искажений		Шум, нВ/√Гц	U _{оис.} , мВ	I _{оис.} , мкА	I _{пол.} на ОУ, мкА	Цена, \$
	3	5	±5						±12	±15					
Дифференциальные драйверы															
одинарн. двоязн. строенн. счетвер. с блокиров.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AD8131	+	+	+	+	+	2	400	2000	-77	20	800	13	5	6	1.80
AD8132	+	+	+	+	+	1	350	1200	-99	5	800	8	4	7	1.65
AD8138	+	+	+	+	+	1	310	1150	-94	5	800	5	3	5	3.75
Дифференциальные приемники															
AD8129	+	+	+	+	+	10	200	1100	-68	5	1000	4.5	1	3	1.55
AD8130	+	+	+	+	+	1	270	1100	-74	5	1000	12.5	2	3	1.55
Voltage feedback OУ семейства Fast FET															
AD8033	+	+	+	+	+	1	80	80	-81	1	1000	11	2	0.01	3.3
AD8065	+	+	+	+	+	1	145	180	-88	1	1000	7	1.5	0.01	6.4
AD8067	+	+	+	+	+	8	60	500	-90	1	1000	7	1	0.01	6.4
AD8610	+	+	+	+	+	1	25	50	-106	0.02	600	6	0.25	0.01	3.37/6.74
Недропные voltage feedback усилители															
AD8038	+	+	+	+	+	1	350	425	-90	1	2000	8	3	0.75	1
AD8055	+	+	+	+	+	1	300	1400	-85	5	1000	6	5	1	0.85/1.60
AD8057	+	+	+	+	+	1	325	1150	-85	5	1000	7	5	2	0.85/1.60
Voltage feedback, rail-to-rail усилители															
AD8031	2.7	+	+	+	+	1	80	32	-62	1	1000	15	2	1.4	1.30/1.95
AD8061/AD8063	+	8.0	+	+	+	1	300	800	-77	5	1000	8.5	6	10	0.85/1.60
AD8091	+	+	+	+	+	1	110	140	-75	5	2000	16	10	2.5	0.69/0.89
Voltage feedback усилители с низким уровнем шумов и искажений															
AD8021	+	+	+	+	+	1	200	100	-92	1	1000	2.1	1	10	7
AD8022	+	+	+	+	+	1	75	100	-94	1	1000	2.5	5	5	3.5
AD9631	+	+	+	+	+	1	320	1300	-64	20	100	7	10	7	4.28
Voltage feedback усилители с высоковольтным питанием															
AD817	+	+	+	+	+	1	50	350	-78	1	2000	15	2	7	1.58/2.18
AD818	+	+	+	+	+	2	130	450	-78	1	2000	10	2	7	1.76/2.18
Недропные current feedback усилители															
AD8014	+	+	+	+	+	1	400	4000	-70	5	1000	3.5	5	15	1.19
AD8072	+	+	+	+	+	1	200	500	-64	5	150	3	6	12	1.50/1.95
Current feedback усилители с высокими характеристиками															
AD8001	+	+	+	+	+	1	600	1200	-66	5	100	2	6	25	1.35/2.57
AD8005	+	+	+	+	+	1	250	3000	-78	5	1000	1.5	4	90	3.95
AD8007	+	+	+	+	+	1	270	1500	-53	5	1000	4	30	10	0.4
AD8009	+	+	+	+	+	1	650	1000	-83	20	150	2.7	4	8	1.19/1.99
AD8013	+	+	+	+	+	1	1000	5500	-54	100	100	1.9	7	150	14
AD8023	+	+	+	+	+	1	140	1000	-80	5	1000	3.5	5	15	4
AD8074	+	+	+	+	+	1	400	1200	-78	5	150	2	5	45	6.2
Буферные усилители с фиксированным коэффициентом усиления															
AD8074	+	+	+	+	+	1	500	1400	-80	5	150	25	27	9	7.3
AD8075	+	+	+	+	+	2	450	1800	-74	5	150	25	40	10	8.3
AD8079	+	+	+	+	+	2	260	800	-78	5	1000	2	15	6	4.10

Новые измерительные усилители															
Тип усилителя	Ток потребления, мА	Диапазон рабочих напряжений, В	Задание коэффициента усиления	КОСС при $f=60$ Гц, $K_f=10$, ДБ	F при $K_f=10$, кГц	$f_{уст.}$ при $K_f=10$, $\gamma=0.01\%$, мкс	$U_{о.в.к.}$, мкВ	$U_{о.в.т.}$, мкВ/°С	$I_{о.в.}$, нА	$U_{о.в.к.}$, мВ	Шум, нВ/√Гц	K_f , мин...макс	γ при $K_f=10$, %	Цена, \$	Особенности
Недорогие измерительные усилители															
AD622	1.3	$\pm 2.6... \pm 18$	Резистором	86	800	10	125	1	5	1.5	12 (типовое)	1...1000	0.5	2.25	Недорогой корпус MSOP
AD623	0.55	$\pm 2.5... \pm 6$, $2.7... 12$	Резистором	90	100	20	200	2	25	1.0	35 (типовое)	1...1000	0.35	1.55	Недорогой корпус MSOP
AD8200	1.0	$4.7... 12$	Резистором	80	50		1000	15		1.0	300 (типовое)	0.1...50	1	1.45	Недорогой дифф. усилитель
Высокоточные измерительные усилители															
AD620	1.3	$\pm 2.3... \pm 18$	Резистором	93	800	15	125	1	2	1.0	13	1...10 000	0.3	3.27	
AD621	1.3	$\pm 2.3... \pm 18$	Коммутацией выводов	93	800	12	250	2.5	2	-	17	10, 100	0.15	3.82	
AD8225	1.2	$\pm 1.7... \pm 18$, $3.4... 36$	-	86 ($K_f=5$)	900 ($K_f=5$)	3.4 ($K_f=5$)	150	2	1.2	-	45	5	0.1 ($K_f=5$)	2.95	КОСС=80 ДБ на частоте 10 кГц
Измерительные усилители с высоким дифференциальным напряжением															
AD626	2.0, 0.29	$\pm 1.2... \pm 6$, $2.4... 12$	Коммутацией выводов	66 ($f=100$ Гц)	100	24	500, 2500	1 (типов.)	-	-	250 (типовое)	10, 100	0.5, 1	3.33	Входное дифференциальное напряжение ± 100 В
AD628	1.6	$\pm 2.25... \pm 18$, $5... 36$	Резистором	75	500 ($K_f=0.1$)	15 ($K_f=0.1$)	1500	8	-	0.15	300 (типовое)	0.1...100	0.1	1.85	Входное дифференциальное напряжение ± 250 В
AD629	1.0	$\pm 2.5... \pm 18$	-	77 ($K_f=1$)	500 ($K_f=1$)	15 ($K_f=1$)	1000	20	-	-	550	1	0.05 ($K_f=1$)	2.55	Входное дифференциальное напряжение ± 250 В

Прецизионные усилители с низким потреблением																
Тип усилителя	1x	2x	4x	Напряжение питания, В	Rail-to-Rail	Частот. Гц	$U_{о.в.к.}$, мкВ	Уровень шумов, нВ/√Гц	$I_{о.в.}$, нА	$I_{в.к.}$, мА	$I_{г.в.}$, мкА	V, В/мкс	Диапазон работ. температур, °С	Тип корпуса		Цена, \$
														вх.	вых.	
AD 795				± 18	+	1.6	500	11	0.002	10	1500	1.0	0...70			2.98
AD 797				± 18	+	30	40	0.9	900	50	10 500	20	-40...85			4.32
AD 820				± 18	+	1.8	400	16	0.01	25	800	3.0	-40...85			1.73
AD 8510				± 18	+	8	400	8	0.075	50	2 300	20	-40...125			1.13
AD 8515				± 18	+	5	6 мВ	22	0.03	20	450	2.7	-40...125			0.48
AD 8517				± 18	+	7	3.5 мВ	15	0.05	10	1200	8.0	-40...125			0.90
AD 8519				± 12	+	8	1.1 мВ	10	0.06	25	1200	2.9	-40...125			0.88
AD 8541				± 6	+	0.98	6 мВ	40	0.05	15	55	0.75	-40...125			0.45
AD 8551				± 6	+	1.5	5	42	0.05	30	975	0.4	-40...125			1.05
AD 8565				± 18	+	5	10 мВ	26	0.05	30	975	0.4	-40...125			0.77
AD 8571				± 6	+	1.5	5	51	0.05	30	975	0.4	-40...125			1.14
AD 8591				± 6	+	3	25 мВ	45	0.05	250	1250	5.0	-40...85			0.88
AD 8601				± 6	+	8.2	500	33	0.06	30	1000	5.2	-40...125			0.65
AD 8605				± 6	+	10	300	8	0.001	50	1200	5.0	-40...125			0.67
AD 8610				± 13	+	25	100	6	0.01	50	3500	50	-40...125			3.37
AD 8614				± 20	+	5.5	2.5 мВ	12	0.01	70	1500	7.5	-40...85			1.15
AD 8627				± 13	+	5	1 мВ	16	0.001	15	900	5.0	-40...125			1.69
AD 8628				± 6	+	2.5	5	22	0.1	30	1100	1.0	-40...125			0.95
AD 8651				± 5.5	+	38	350	7	0.01	40	10 000	22	-40...125			1.10
AD 8671				± 18	+	10	75	3	0.10	10	3500	4.0	-40...125			1.35
OP 97				± 2	+	0.9	25	17	0.1	10	600	0.2	-40...85			1.20
OP 113				± 18	+	3.5	125	4.7	600	30	3800	1.2	-40...85			1.59
OP 162				± 3.0	+	15	325	9.5	600	30	800	13	-40...125			1.52
OP 270				± 18	+	6	75	3.2	20	30	6500	2.4	-40...85			2.25
OP 281				± 16	+	0.1	1.5 мВ	70	10	3.5	4	0.028	-40...85			2.44
OP 184				± 3.0	+	3.25	65	3.9	450	6.5	1450	2.4	-40...125			1.56
OP 193				± 18	+	0.035	150	65	20	30	0.015	0.015	-40...125			1.48
OP 196				± 3.0	+	0.35	300	26	50	4	60	0.3	-40...125			1.20
OP 777				± 18	+	0.7	100	15	11	10	270	0.2	-40...85			1.13
OP 1177				± 2.5	+	1.3	60	7.9	2	10	500	0.7	-40...125			0.80

Усилитель промежуточной частоты с программно-управляемым коэффициентом усиления

AD8369 – первый усилитель фирмы Analog Devices с программно-управляемым коэффициентом усиления, ориентированный на применение в дифференциальных каналах для усиления сигналов промежуточной частоты. Низкий уровень искажений, равномерная АЧХ в диапазоне частот до 400 МГц при всех возможных значениях коэффициента усиления свидетельствуют о высоком качестве этого усилителя. Коэффициент усиления изменяется программно в диапазоне от -5 до 40 дБ с шагом 3 дБ. Программирование этого коэффициента осуществляется с помощью четырехразрядного кода через последовательный или параллельный интерфейс.

Решение

Усилитель AD8369 используется в цепи АРУ цифрового приемника, предназначенного для телекоммуникационного оборудования нового поколения. Этот усилитель упрощает разработку средств телекоммуникаций благодаря высокой линейности и низкому уровню шумов в широком динамическом и частотном диапазонах, а также благодаря наличию цифрового интерфейса, с помощью которого программируется коэффициент усиления. AD8369 производится в корпусе 16-TSSOP.

AD8369

ПРИМЕНЕНИЕ

- цепи АРУ цифровых приемников для сотовых телефонов
- оборудование для кабельного TV

\$ 4.20

- дифференциальный вход/выход
- гибкий интерфейс для цифрового программирования коэффициента усиления
- диапазон программирования коэффициента усиления от -5 до 40 дБ
- однополярный источник питания, наличие режима с пониженным энергопотреблением

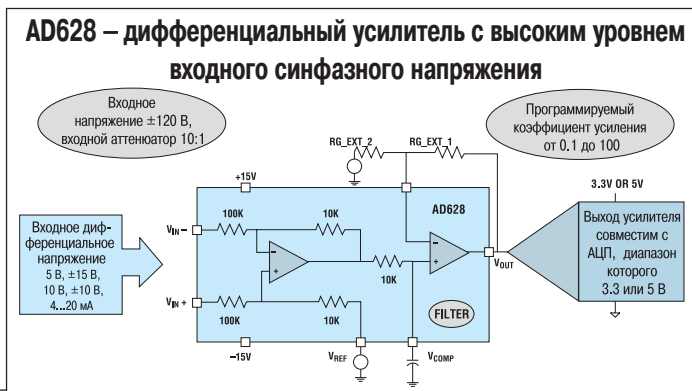
Параметры усилителей с программируемым коэффициентом усиления

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



AD628 - недорогой прецизионный усилитель с высоким коэффициентом ослабления синфазного сигнала

AD628 – дифференциальный усилитель с программируемым коэффициентом усиления и высоким уровнем входного синфазного сигнала. Этот усилитель предназначен для преобразования стандартных дифференциальных входных сигналов напряжением 5, 10, ±10 В или токовых сигналов от 4 до 20 мА в однополярные выходные сигналы и служит драйвером АЦП (включая сигма-дельта преобразователи) с однополярным источником питания. С помощью AD628 можно преобразовать в код сигнал с высоким уровнем синфазного напряжения. Кроме того, этот усилитель обеспечивает, в случае необходимости, смещение или усиление сигнала на входе АЦП.



- минимальный коэффициент ослабления синфазного сигнала в диапазоне частот от 0 до 500 Гц составляет 75 дБ
- максимальное входное синфазное напряжение ±120 В при напряжении питания ±15 В
- диапазон изменения коэффициента усиления от 0.1 до 100 дБ
- максимальный температурный дрейф напряжения смещения нуля 8 мкВ/°С
- напряжение питания однополярное 5 В или двухполярное ±15 В

AD628 **ПРИМЕНЕНИЕ** \$ 1.85

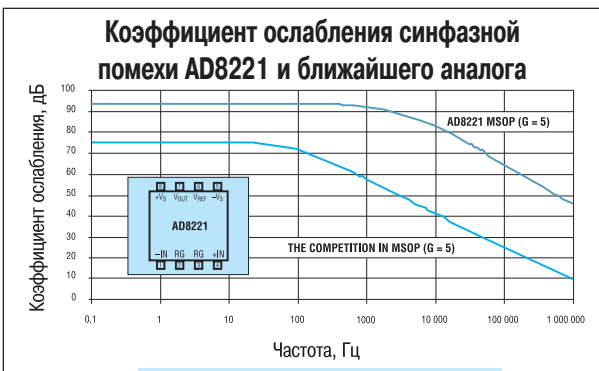
- электрогидравлические системы управления
- программируемые логические контроллеры
- системы мониторинга источников питания
- карты с аналоговым входом/выходом
- системы управления двигателями
- драйверы двигателей

AD8221 - усилитель с максимальным коэффициентом ослабления синфазного сигнала

AD8221 – измерительный усилитель с программируемым коэффициентом усиления и максимальным коэффициентом ослабления синфазного сигнала в широком частотном диапазоне. Этот усилитель ослабляет помехи на частоте до 100 кГц.



Применение усилителя AD8221 позволяет повысить точность системы в широком частотном диапазоне. Шумы в линии, нелинейные искажения, промышленные помехи и помехи, вызванные импульсными источниками питания, двигателями, медицинским оборудованием, могут быть ослаблены этим усилителем в полосе частот до 100 кГц. Минимальный коэффициент ослабления синфазного сигнала усилителя AD8221 на частоте 10 кГц составляет 94 дБ при коэффициенте усиления, равном 5.



Сравнительные параметры AD8221 и ближайшего аналога

Наименование параметра	AD8221	Ближайший аналог
Коэффициент ослабления синфазной помехи, дБ	94 при $K_y=5$	74 при $K_y=5$
Время установления с точностью 0.01 %, мкс	15	30
Уровень шумов, нВ/√Гц	15	35
Корпус	MSOP	MSOP

AD8221 **ПРИМЕНЕНИЕ** \$ 2.50

- мониторы для слежения за состоянием здоровья пациентов
- сигнальные кондиционеры
- усилители для мостовых схем
- системы с коммутацией сигналов
- преобразователи токовых сигналов в диапазоне от 4 до 20 мА

- уровень шумов на частоте 1 кГц составляет 15 нВ/√Гц
- температурный дрейф напряжения смещения нуля 1 мкВ/°С
- лучшие характеристики измерительного усилителя, выполненного в корпусе MSOP
- мощность потребления ниже, чем AD620

AD8390 - дифференциальный усилитель с высоким выходным током

AD8390 – дифференциальный усилитель с напряжением питания от 10 (±5) до 24 (±12) В. В связи с тем, что этот усилитель имеет полосу частот до 40 МГц при коэффициенте усиления, равном 10, и выходной ток более 400 мА, он является идеальным устройством для построения широкого класса систем, в том числе ADSL каналов связи и дифференциальных драйверов видеосигналов. В AD8390 имеются цепи автоматического центрирования синфазного сигнала относительно напряжений питания, что сокращает число внешних компонентов при проектировании устройств на основе этого усилителя.

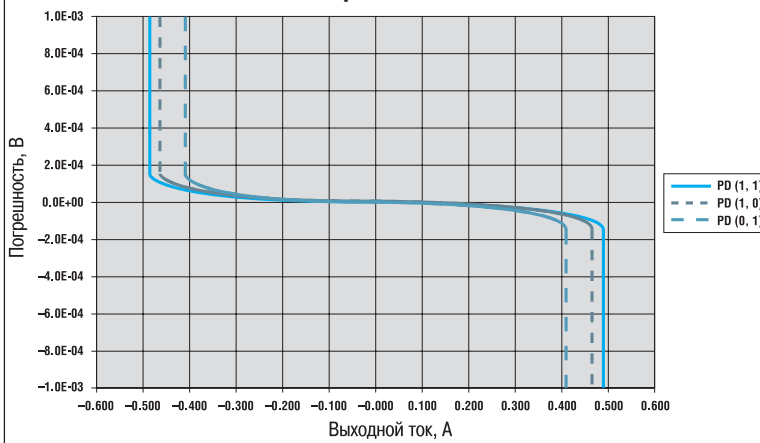


AD8390 построен по традиционной архитектуре подобно усилителям AD8131/AD8132/AD8138. Кроме того, он содержит мощный выходной драйвер. Благодаря этим особенностям AD8390 находит широкое применение в системах, работающих на длинные линии, в том числе на витые пары. AD8390 может работать на несколько параллельных линий видеосигналов, а также на линии, в которых импеданс изменяется в широких пределах, что имеет место в мощных сетевых системах связи. Кроме того, этот усилитель может найти широкое применение в охранных системах видеонаблюдения, а также в системах видеомониторинга.

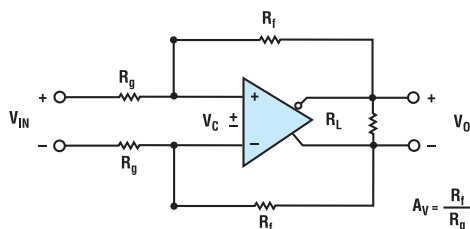
AD8390 – первый дифференциальный усилитель, предназначенный для использования в качестве драйвера центрального офиса промышленных XDSL систем связи. На его основе могут быть построены усилители класса АВ, отличающиеся высоким КПД. Благодаря высоким характеристикам (в том числе низкому потреблению) этот усилитель является идеальным устройством для ADSL-СО систем связи, в которых действуют жесткие ограничения потребляемой мощности. AD8390 обеспечивает мощность в витой паре 19.8 дБн при сопротивлении нагрузки 100 Ом. В этом случае отношение мультитоновому сигналу к несущей составляет не менее -65 дБн, а мощность потребления не превосходит 700 мВт, включая мощность, рассеиваемую в линии. AD8390 имеет четыре режима с пониженным потреблением. В усилителе предусмотрена регулировка (с помощью внешнего вывода) начального тока смещения в линии.

- дифференциальный усилитель по входу и выходу
- частотный диапазон 40 МГц при $K_v=10$
- потребляемая мощность 700 мВт при мощности в линии ADSL 19.8 дБн, токе потребления 5 мА и отношении мультитоновому сигналу к несущей -65 дБн
- максимальный выходной ток 400 мА
- размах выходного напряжения 44 В
- цифровое двухразрядное управление режимами с пониженным потреблением, наличие внешнего вывода для регулировки выходного тока смещения в диапазоне от 2 до 10 мА
- ток потребления в режиме с пониженным потреблением не более 1 мА
- производится в корпусе 16-LFCSP размерами 4x4 мм или 16-QSOP-EP

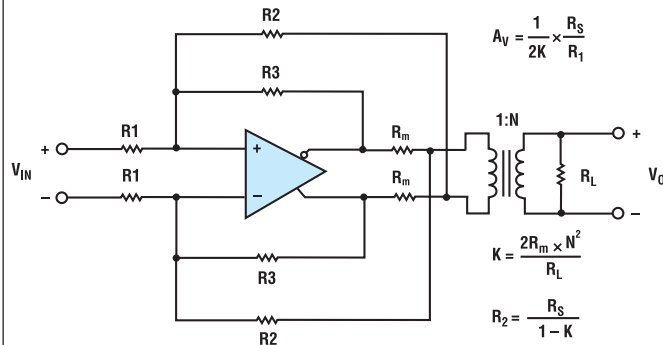
Зависимость погрешности выходного напряжения от величины выходного тока в каждом из трех режимов с пониженным потреблением



Принципиальная схема дифференциального драйвера



Принципиальная схема ADSL-драйвера



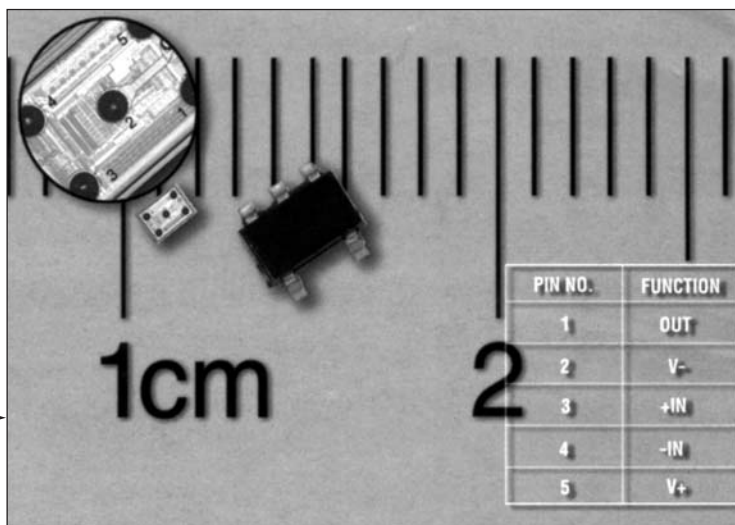
Рекомендации по применению новых усилителей

Тип усилителя	Стоимость, \$	Основные особенности и рекомендации по применению
AD629	2.55	AD629 – дифференциальный усилитель с широким диапазоном синфазного напряжения. Этот усилитель позволяет измерять сигналы на фоне синфазного напряжения ± 250 В.
AD8007 AD8008	1.19 1.99	AD8007 (одинарный) и AD8008 (сдвоенный) высококачественные current feedback усилители со сверхнизким уровнем шумов и искажений. Они отличаются невысокой стоимостью и низким потреблением, что позволяет использовать их в различных системах широкого назначения.
AD8021	1.29	AD8021 – высококачественный быстродействующий voltage feedback усилитель с полосой частот 200 МГц при коэффициенте усиления не менее 10. Предназначен для использования в системе с 16-разрядным разрешением. Имеет минимальный уровень шумов 2.1 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$ и 1.5 пА/ $\sqrt{\text{Гц}}$, ток потребления 7 мА при напряжении питания 5 В.
AD8038 AD8039	0.85 1.20	AD8038 (одинарный) и AD8039 (сдвоенный) – voltage feedback усилители с полосой частот 350 МГц, током потребления 1 мА/усилитель, скоростью нарастания выходного сигнала 425 В/мкс и максимальным напряжением смещения нуля 3 мВ.
AD8091 AD8092	0.69 0.89	AD8091 (одинарный) и AD8092 (сдвоенный) – voltage feedback усилители с напряжением питания 3, 5 или ± 5 В. Они позволяют усилить отрицательный сигнал напряжением -200 мВ и положительный сигнал, максимальное значение которого ниже уровня питания на 1 В при однополярном напряжении питания.
AD8225	2.95	AD8225 – измерительный усилитель с фиксированным коэффициентом усиления, равным 5. Усилитель имеет высокий коэффициент ослабления синфазной помехи 80 дБ на частоте 10 кГц.
AD8510	1.13	AD8510 – точный недорогой JFET-усилитель с низким уровнем шумов и напряжением питания от ± 2.5 до ± 18 В. Благодаря малому смещению нуля и минимальному току смещения, высокой скорости нарастания выходного сигнала (20 В/мкс) и большому выходному току усилитель может найти широкое применение в приборостроении. Низкий уровень шумов и искажений позволяет использовать его в аудио- и видеоаппаратуре.
AD8605 AD8606 AD8608	0.67 1.18 1.56	Семейство одинарного, сдвоенного и счетверенного DigiTrim-усилителей, отличающихся (благодаря подгонке параметров в условиях производства) высокой точностью, низким уровнем шумов и сверхнизким током смещения, а также имеющих высокое быстродействие и малое потребление. Все эти параметры позволяют использовать семейство усилителей AD860x для построения фотодиодных усилителей, портативных измерительных приборов и аудиосистем.
AD8628	1.85	AD8628 – лучший в своем классе усилитель с автоматической коррекцией нуля. Это широкополосный rail-to-rail по входу и выходу усилитель с низким уровнем шумов. Напряжение питания от 2.7 до 5 В или от ± 1.35 до ± 2.5 В.

Сверхминиатюрный усилитель в корпусе для поверхностного монтажа

Фирма Analog Devices производит множество операционных усилителей в миниатюрных корпусах типа SOT23 и SC70. В настоящее время эта фирма анонсировала новый миниатюрный корпус MicroCSP для поверхностного монтажа, в котором производятся самые миниатюрные в мире усилители. Усилитель AD8605 имеет площадь 1.5 мм² и отвечает самым жестким требованиям к массогабаритным показателям, демонстрируя высокие технические параметры при невысокой стоимости. Высокие параметры AD8605 обеспечиваются с помощью DigiTrim-технологии. Полоса частот данного усилителя составляет 10 МГц, при этом сохраняется низкий уровень шумов и искажений, малый ток смещения, максимальное значение которого не превышает 1 нА, сверхнизкое напряжение смещения нуля – не более 65 мкВ, а также rail-to-rail вход и выход. Этот усилитель предназначен в первую очередь для усиления сигналов сенсоров, построения фотодиодных предусилителей, буферных каскадов источников опорных напряжений, интеграторов и прецизионных аналоговых фильтров. Применение этого усилителя позволит улучшить параметры миниатюрных систем и устройств с напряжением питания от 2.7 до 5 В.

- максимальное напряжение смещения нуля 65 мкВ, температурный дрейф напряжения смещения нуля 4.5 мкВ/°С
- уровень шумов по напряжению 8 нВ/√Гц
- уровень шумов по току 10 фА/√Гц
- коэффициент усиления без обратной связи 120 дБ



AD8605

\$ 0.76

Информационные бюллетени
фирмы Analog Devices

- АЦП
- ЦАП
- Усилители
- ИМС для систем телекоммуникаций
- ИМС для управления электропитанием и тепловыми режимами
- ИМС для оптических сетей

Центральный офис

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

Офис в Германии

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

Офис в Австрии

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

Дистрибьютор
в Украине **VD MAIS**

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



ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕГУЛИРОВКИ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСИЛИТЕЛЕЙ, АЦП, ЦАП и ПНЧ *

Представленную ниже статью подготовил известный специалист фирмы Analog Devices James Bryant по результатам своих выступлений перед разработчиками электронной аппаратуры. Статья написана в форме вопросов и ответов и содержит рекомендации по регулировке передаточной характеристики операционных усилителей, АЦП и ЦАП, а также по применению преобразователей напряжения в частоту.

James Bryant

Вопрос: Как можно отрегулировать смещение и наклон передаточной характеристики усилителя, АЦП или ЦАП?

Ответ: При проектировании электронной аппаратуры желательно использовать такие компоненты, которые не требуют регулировки передаточной характеристики, или компоненты, регулировка передаточной характеристики которых может быть выполнена программно. Отсутствие подстроечных резисторов не только сокращает размеры проектируемого изделия, уменьшает время отладки аппаратуры, но и обеспечивает более высокую надежность, виброустойчивость, температурную стабильность системы в целом.

Вопрос: Тем не менее, как можно уменьшить погрешности смещения и наклона передаточной характеристики усилителя, ЦАП или АЦП, если они превышают допустимое значение?

Ответ: Если требуется отрегулировать передаточную характеристику проектируемого устройства, необходимо учитывать следующее. Упрощенное выражение идеальной передаточной характеристики для любого из перечисленных устройств имеет вид:

$$OP = K \times IP, \quad (1)$$

где OP – выходная величина, K – коэффициент усиления (преобразования), IP – входная величина.

В реальных устройствах присутствуют погрешности смещения OS и наклона (коэффициента преобразования) ΔK . Поэтому реальная передаточная характеристика описывается следующим выражением:

$$OP = (K + \Delta K) \times (IP + OS) \quad (2)$$

или

$$OP = (K \times IP) + [(K \times OS) + (\Delta K \times IP) + (\Delta K \times OS)]. \quad (3)$$

В (3) выражение в квадратных скобках представляет собой погрешность передаточной характеристики. Отметим, что выражения (2) и (3) справедливы для случая, когда смещение передаточной характеристики имеет место во входной цепи рассматриваемого устройства. Как следует из (3), регулировка наклона имеет смысл после исключения погрешности смещения. Таким образом, сначала с помощью подстроечного резистора исключается смещение нуля, а затем вблизи крайней точки шкалы регулируется наклон передаточной характеристики до тех пор, пока не будет обеспечено соответствие этой характеристики выражению (1).

Вопрос: Как осуществляется регулировка передаточной характеристики биполярных ЦАП и АЦП?

Ответ: Биполярные преобразователи могут рассматриваться как униполярные со смещением, равным единице старшего разряда или половине шкалы преобразования. Тогда выражение для передаточной характеристики примет вид:

$$OP = K \times (IP - BOS), \quad (4)$$

где BOS – биполярное смещение.

В этом случае сначала регулируется смещение в нулевой точке шкалы, а затем наклон вблизи крайней точки шкалы, как правило, положительной. Такой метод регулировки используется в биполярных ЦАП с внутренним смещением шкалы. Если такой способ не позволяет исключить погрешность смещения, т. е. передаточная характеристика преобразователя имеет вид:

$$OP = K \times IP - BOS, \quad (5)$$

то в этом случае смещение регулируется в крайней отрицательной точке шкалы, а наклон – вблизи крайней положительной точки шкалы. Этот способ используется при регулировке передаточной характеристики биполярных АЦП и ЦАП, для которых смещение шкалы обеспечивается с помощью операционного усилителя или внешнего резистора.

* Сокращенный перевод с английского В. Романова.

Вопрос: Почему регулировку передаточной характеристики выполняют вблизи крайней точки шкалы?

Ответ: Это связано с тем, что выходное напряжение ЦАП по абсолютной величине на ЕМР меньше напряжения в крайней точке шкалы. Значение нулевого (минимального) кода биполярного АЦП соответствует напряжению в крайней отрицательной точке шкалы плюс 1/2 ЕМР, а значение единичного (максимального) кода – напряжению в крайней положительной точке шкалы минус 1/2 ЕМР.

Вопрос: Каким образом регулируется смещение на входе и выходе усилителей?

Ответ: Измерительные и изолирующие усилители содержат несколько каскадов, каждый из которых имеет свою передаточную характеристику. В двухкаскадных усилителях имеет место смещение передаточной характеристики на входе IOS и на выходе OOS первого каскада, причем коэффициент усиления первого каскада может быть равен K, а второго, как правило, – единице. Выражение для передаточной характеристики такого усилителя можно записать следующим образом:

$$OP = OOS + K \times IOS. \quad (6)$$

Как следует из (6), если K – постоянная величина, смещение может регулироваться по входу или по выходу. В случае переменного коэффициента усиления смещение регулируется и по входу, и по выходу. Эта процедура носит итерационный характер. Сначала регулируется смещение при максимальном коэффициенте усиления, затем – при минимальном. И так до тех пор, пока смещение характеристики на выходе усилителя при любом коэффициенте усиления не будет сведено к минимуму.

Вопрос: Охарактеризуйте основные схемы включения подстроечных резисторов.

Ответ: Большинство усилителей, АЦП и ЦАП имеют специальные выводы для подключения подстроечных резисторов. Схемы подключения таких резисторов к конкретным ИМС приведены в технических описаниях. Если в усилителе отсутствуют специальные выводы, подстроечные резисторы подключаются в соответствии с рис. 1 или рис. 2. В первой схеме напряжение для регулировки смещения поступает на неинвертирующий вход усилителя, во второй – подстроечный резистор подключается к суммирующей точке. Вторая схема предпочтительна при малых смещениях, так как при значительных смещениях передаточной характеристики величина подстроечного резистора должна быть достаточно большой, чтобы не вносить погрешность в цепь входного сигнала. В настоящее время фирма Analog Devices выпускает широкий набор цифровых потенциометров, которые заменяют электромеханические подстроечные резисторы и позволяют регулировать передаточную характеристику программным путем.

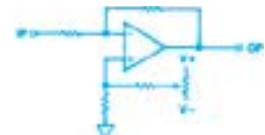


Рис. 1. Схема регулировки смещения с помощью напряжения, снимаемого с подстроечного резистора

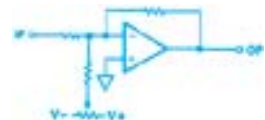


Рис. 2. Токовая схема регулировки смещения

Вопрос: Каким образом можно передавать аналоговые сигналы на большие расстояния без потери точности?

Ответ: Наилучшим решением проблемы является преобразование аналоговых сигналов в частоту. Эту процедуру выполняют преобразователи напряжения в частоту (ПНЧ). Частотные сигналы, практически без потери точности, можно передавать по каналам ВОЛС, витой паре, коаксиальному кабелю или радиоканалу. Для преобразования частотного сигнала в цифровой код достаточно в составе микроконтроллера иметь встроенный счетчик импульсов. Обратное преобразование может быть выполнено с помощью преобразователя частоты в напряжение, выполненного на основе ФАПЧ.

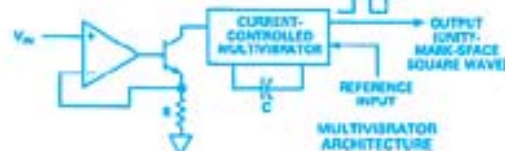


Рис. 3. Схема ПНЧ на основе мультивибратора

Вопрос: Как работает ПНЧ?

Ответ: Современные ПНЧ могут быть построены на основе мультивибратора (например, AD537) или интегратора (например, AD650). В ПНЧ мультивибраторного типа входное напряжение преобразуется в ток, который заряжает или разряжает конденсатор C (рис. 3). Порог опрокидывания мультивибратора задается стабильным источником опорного напряжения. Отношение длительности положительного и отрицательного импульсов на выходе мультивибратора пропорционально входному напряжению. В ПНЧ на основе интегратора (рис. 4) нижний порог заряда конденсатора задается компаратором, а верхний – величиной входного напряжения. Компаратор управляет ключом, через который происходит

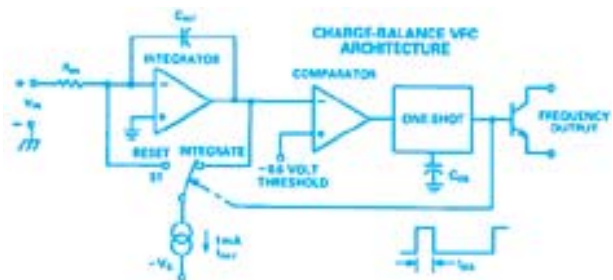


Рис. 4. Схема ПНЧ на основе интегратора

заряд или разряд конденсатора C_{int} . Длительность заряда-разряда этого конденсатора пропорциональна входному напряжению (рис. 5).

Вопрос: В чем заключаются преимущества и недостатки каждого типа ПНЧ?

Ответ: Мультивибраторные ПНЧ отличаются простотой и невысокой стоимостью, имеют широтно-импульсный выход и хорошо совместимы с современными каналами связи. Однако точность мультивибраторных ПНЧ ниже точности ПНЧ на основе интегратора. Кроме того, мультивибраторные ПНЧ относятся к однополярным преобразователям, в то время как ПНЧ на основе интеграторов – к двухполярным устройствам. ПНЧ интеграторного типа имеют более низкое по сравнению с мультивибраторными ПНЧ входное сопротивление, а их выходной сигнал представляет собой последовательность импульсов. Кроме того, в этих ПНЧ высоки требования к стабильности напряжения питания.

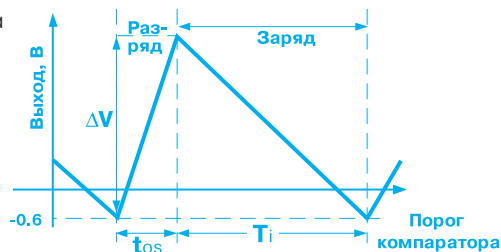


Рис. 5. Временная диаграмма работы ПНЧ на основе интегратора

Вопрос: Каковы основные погрешности ПНЧ?

Ответ: Для ПНЧ характерны те же погрешности, что и для преобразователей других типов. Это погрешности смещения, наклона и линейности передаточной характеристики. Первые две погрешности ПНЧ исключаются путем регулировки, а погрешность линейности зависит, прежде всего, от качества конденсатора.

Вопрос: Как регулируются смещение и наклон передаточной характеристики ПНЧ?

Ответ: Теоретически процедура регулировки передаточной характеристики ПНЧ не должна отличаться от регулировки этой же характеристики в усилителях, АЦП или ЦАП. Сначала регулируется смещение на нулевой частоте, а затем – наклон в крайней точке шкалы. Вопрос состоит в том, что следует понимать под нулевой частотой? Как правило, смещение ПНЧ регулируется при малом входном напряжении (не более одного процента от максимального), а наклон регулируется в крайней точке шкалы, причем эту процедуру повторяют несколько раз. Если в ПНЧ используется цифровая калибровка, то на его вход подается сначала минимальный, а затем максимальный сигнал. По результатам преобразования в память микроконтроллера, с которым сопряжен ПНЧ, вводят поправки, с помощью которых регулируется наклон и смещение характеристики данного преобразователя.

Вопрос: Что нужно учитывать при проектировании ПНЧ?

Ответ: При проектировании ПНЧ должны выполняться те же операции, что и при проектировании любых других прецизионных устройств. Особое внимание следует обратить на выбор конденсатора и на развязку между входами и выходами ПНЧ. Используемый в ПНЧ конденсатор должен иметь высокую температурную стабильность и минимальную диэлектрическую абсорбцию. Как правило, это должны быть тефлоновые или керамические конденсаторы с нулевым температурным коэффициентом. Правильный выбор конденсатора позволяет обеспечить высокую линейность ПНЧ. Кроме того, на линейность ПНЧ влияет качество гальванической развязки между входом и выходом. Максимальную линейность ПНЧ обеспечивает оптоэлектронная развязка.

Вопрос: Что такое синхронные ПНЧ?

Ответ: Синхронные ПНЧ – это преобразователи интеграторного типа, период разряда конденсатора которых задается внешним генератором. Это значит, что начало разряда конденсатора синхронизируется внешним импульсом, что удобно при вводе данных в микропроцессор или использовании ПНЧ в многоканальных системах. Синхронные ПНЧ имеют, как правило, более высокую линейность и разрешение.

Таблица 1. Параметры асинхронных ПНЧ фирмы Analog Devices

Тип ПНЧ	$U_{вх. макс.}$ В	$F_{вых. макс.}$ кГц	Погрешность/ на частоте	Тип корпуса
AD537K	±11	150	0.07 %/10 кГц	14-DIP
ADVFC32	10	500	0.05 %/100 кГц	14-DIP
AD650K	11	1000	0.02 %/100 кГц	20-PLCC
AD654	1	500	0.1 %/250 кГц	8-SOIC

Таблица 2. Параметры синхронных ПНЧ фирмы Analog Devices

Тип ПНЧ	$U_{вх. макс.}$ В	$F_{вых. макс.}$ кГц	Диапазон f_{clk} , МГц	Погрешность/ на частоте	Тип корпуса
AD652K	±10	$f_{clk}/2$	0.1...2	0.75 %/2 кГц	16-DIP
AD7741	0...2.5	$f_{clk}/2$	0.1...2	0.012 %/2 кГц	8-SOIC
AD7742	0...2.5	$f_{clk}/2$	0.1...2	0.024 %/2 кГц	16-TSSOP
AD7740	0...2.5	$f_{clk}/2$	0.032...1	0.012 %/1 МГц	8-микроSOIC

В заключение отметим, что фирма Analog Devices производит широкий набор как синхронных, так и асинхронных ПНЧ, параметры которых приведены в табл. 1 и 2.

НОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ ЦИФРОВЫХ МОДУЛЯТОРОВ ДЛЯ АППАРАТУРЫ РАДИОСВЯЗИ

Фирма Analog Devices разработала новую серию микросхем AD9782/4/6 цифровых квадратурных модуляторов с ЦАП на выходе, предназначенных для формирования сигналов ПЧ и по точности превосходящих аналоги.

В. Голуб

Серия интегральных микросхем (ИМС) AD9782/4/6 [1] относится к семейству TxDAC+ (АЦП для передающих каналов аппаратуры радиосвязи), в состав которого входят также микросхемы AD9751/3/5, AD9772A [2] и AD9773/5/7 [3, 4]. ИМС серий AD9773/5/7 и AD9782/4/6, в отличие от других микросхем семейства TxDAC+, содержат цифровой квадратурный модулятор, включенный между интерполятором (цифровым интерполирующим фильтром) и ЦАП и обеспечивающий формирование ПЧ сигнала. На выходе микросхемы формируются две составляющие комплексного сигнала: действительная Re и мнимая Im , последняя из которых имеет сдвиг несущей на -90° :

$$Re = kA(t_n) \cos[\omega_0 t_n + \Delta\varphi(t_n)]; \quad (1)$$

$$Im = kA(t_n) \sin[\omega_0 t_n + \Delta\varphi(t_n)]; \quad (2)$$

где $A(t_n) = \sqrt{I^2(t_n) + Q^2(t_n)}$, $\Delta\varphi(t_n) = \arctg[Q(t_n)/I(t_n)]$, $I(t_n)$ и $Q(t_n)$ – синфазная и квадратурная составляющие модулирующего сигнала, k – коэффициент преобразования, а t_n – дискретные отсчеты времени.

Структурная схема ИМС AD9786 приведена на рис. 1. Комплексный сигнал формируется двумя квадратурными модуляторами, фазовый сдвиг между опорными колебаниями которых составляет 90° . Можно сказать, что это один модулятор с комплексным сигналом на выходе. Для сравнения, в AD9773/5/7 каждая составляющая выходного сигнала модулятора поступает на вход соответствующего ЦАП и далее – на выход ИМС. В микросхемах новой серии AD9782/4/6 используется модулятор, выполненный по той же схеме, но, в отличие от AD9773/5/7, на выходе ИМС – один ЦАП для действительной (или мнимой) составляющей сигнала. В AD9782/4/6 одна из составляющих выходного сигнала модулятора поступает на преобразователь Гильберта ("Hilbert" на рис. 1), сигнал с выхода которого вычитается из другой составляющей. В результате на выходе вычитателя ("–", рис. 1) формируется только одна, действительная (или мнимая) составляющая комплексного сигнала, причем с удвоенной амплитудой. Корректор "Δt" компенсирует задержку сигнала в преобразователе Гильберта.

Таким образом, для получения комплексного сигнала необходимо применение двух ИМС AD9782/4/6, одна из которых программируется для получения действительной, другая – мнимой составляющей (в случае использования AD9773/5/7 достаточно одной ИМС, на выходе которой формируются две составляющие сигнала). Это усложняет аппаратуру, но обеспечивает получение модулированного сигнала с меньшим уровнем шумов.

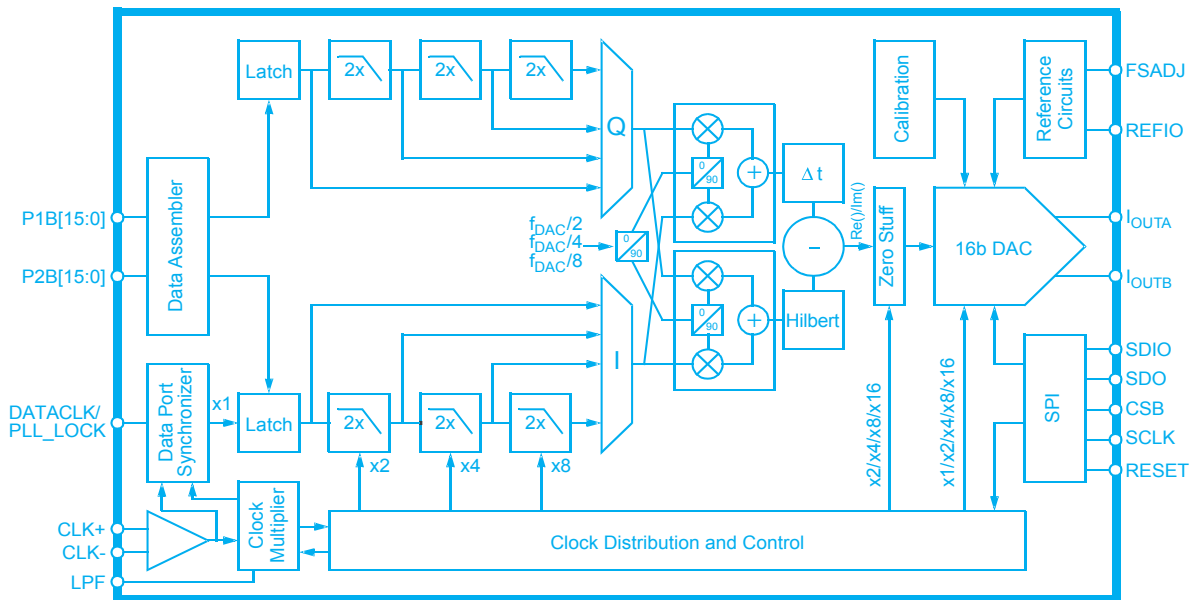


Рис. 1. Структурная схема ИМС AD9786

Параметры ИМС цифровых квадратурных модуляторов серий AD977х и AD978х

Параметр	Серия AD977х			Серия AD978х			
	AD9773	AD9775	AD9777	AD9782	AD9784	AD9786	
Технология ИМС	КМОП – 0.35 мкм			КМОП – 0.25 мкм			
Разрядность цифрового сигнала, бит	12	14	16	12	14	16	
Частота дискретизации на входе $f_{д1}$, MSPS	160 (макс)						
Коэффициент интерполяции $K_{инт}$	1, 2, 4, 8						
Частота дискретизации на выходе $f_{д2}$, макс, MSPS	160 ($K_{инт} = 1$), 320 ($K_{инт} = 2$), 400 ($K_{инт} = 4$), 400 ($K_{инт} = 8$)						
Максимальная частота сигнала ПЧ, МГц	200			300			
Составляющие комплексного сигнала	реальная и мнимая (обе)			реальная или мнимая (одна)			
Нелинейность, LSB:	– интегральная	±0.4	±1.5	±6	2.0	#	2.0
	– дифференциальная	±0.2	±1.0	±3	1.5	#	1.5
SFDR *, дБ	75	82	85	87	#	95	
Интермодуляционные искажения, дБ	двухчастотный способ при частотах:	-75	-76	-84	-72	#	-80
		20, 21 МГц			25, 31 МГц		
	четырёхчастотный способ при частотах:	-69	-72	-72	#		
		201, 202, 203, 204 МГц					
Напряжение/ток нагрузки ИМС, В/мА	(-1.0...1.25)/(2...20)			(-1.0...1.0)/(10...20)			
Питание (напряжение/ток), В/мА:	– аналоговой части ИМС	(3.1...3.5)/138.5			3.1...3.5/#		
	– цифровой части ИМС				2.35...2.65/#		
Диапазон температур, °С: рабочих/хранения	(-40...85)/(-65...150)						
Тип корпуса и число выводов	TQFP-80			LQFP-80			

Примечание: * SFDR – отношение (разность в дБ) среднеквадратического значения сигнала к пиковому значению помехи преобразования, # – данные уточняются

Особенностью AD9782/4/6, как и AD9773/5/7, является также то, что опорное колебание на входе модулятора имеет прямоугольную форму. Перемножение модулирующего сигнала, поступающего с выхода интерполятора, с опорным колебанием приводит к образованию как основной составляющей спектра модулированного сигнала, так и дополнительных составляющих, обусловленных третьей и более высокими нечетными гармониками опорного колебания. Дополнительные, более высокочастотные, составляющие спектра подавляются фильтром на выходе ЦАП. В некоторых случаях эти составляющие могут быть использованы для переноса спектра в область более высоких частот.

На вход AD9782/4/6 поступает модулирующий сигнал с квадратурными составляющими I и Q. На выходе интерполятора – те же составляющие, но с увеличенной частотой отсчетов $f_{д2} = f_{д1} K_{инт}$, где $f_{д1}$ – частота дискретизации на входе, а $K_{инт} \geq 1$ – коэффициент интерполяции. Номинальному значению $f_{д2} = 400$ MSPS (на рис. 1 – f_{DAC}) соответствует значение $f_{д1}$, равное 50 или 100 MSPS при $K_{инт}$, равном 8 или 4 соответственно. Другие значения $f_{д2}$ приведены в таблице.

В модуляторе осуществляется процесс перемножения модулирующего сигнала и опорного колебания, которое имеет те же значения частоты $f_{д2}$, что и частота отсчетов на выходе интерполятора. После пере-

множения модулирующего сигнала с первыми гармониками квадратурных составляющих опорного колебания на выходе перемножителей первого и второго каналов модулятора образуются составляющие:

$$Q \cos \omega_0 t_n; I \sin \omega_0 t_n \quad (3)$$

$$Q \sin \omega_0 t_n; -I \cos \omega_0 t_n, \quad (4)$$

где ω_0 – частота первой гармоники, равная $2\pi f_{д2}$. В результате суммирования обеих составляющих (3) и (4) на выходе модулятора формируются две составляющие комплексного сигнала (1) и (2), а на выходе ЦАП, как сказано выше, – одна из них. Для получения полного комплексного сигнала необходимо две ИМС AD9782/4/6, например, как показано на рис. 2, AD9786 может использоваться в передающем канале аппаратуры радиосвязи, в котором (в тракте ПЧ) реализована квадратурная цифровая модуляция, а квадратурное аналоговое преобразование ПЧ в ВЧ выполняется с использованием микросхемы квадратурного аналогового модулятора (например, AD8345/6/9 [5]).

Благодаря наличию дополнительных (в отличие от ИМС AD9773/5/7) блоков, выполняющих временную коррекцию ("Δ" на рис. 1), преобразование Гильберта и формирование разности двух составляющих сигнала, а также использованию технологии с проектными нормами 0.25 мкм, ИМС AD9782/4/6 обеспечивают более высокую точность преобразования, чем ИМС

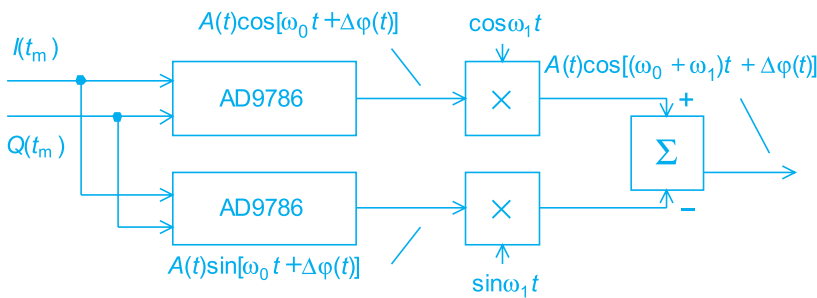


Рис. 2. Схема включения двух микросхем AD9786 и квадратурного модулятора, используемого в качестве преобразователя ПЧ в ВЧ

AD9773/5/7. В таблице приведены сравнительные параметры AD9782/4/6 и квадратурных модуляторов AD9773/5/7. Дополнительную информацию о параметрах этих микросхем можно найти в [6].

ИМС серии AD9782/4/6 отличаются низким уровнем фазового шума и предназначены для использования в передающей аппаратуре базовых станций систем связи WCDMA, GSM, DCS, PCS, TDMA, CDMA поколений 2.5G и 3G, работающих одновременно с несколькими несущими частотами.

заводатели. Информационный бюллетень фирмы Analog Devices, ноябрь 2002 // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 2.

5. Смесители и аналоговые модуляторы/демодуляторы для систем радиосвязи // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 12.

6. Analog Devices' Data Sheets: AD9773 (Rev. A, 2003); AD9775 (Rev. B, 2003); AD9777 (Rev. A, 2003); AD9782 (Rev. PrB, 2002); AD9786 (Rev. PrB, 2002).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Analog Devices' New Integrated Converter Solutions Reduce Design Costs for Next-Generation Wireless Infrastructures. – Press Release, September 2002 (www.analog.com).

2. Новые ЦАП серии TxDAC+// ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 1999, № 10.

3. Новые квадратурные модуляторы AD985x и AD977// ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2001, № 7.

4. Цифро-аналоговые преобразователи. Информационный бюллетень фирмы Analog Devices, ноябрь 2002 // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 2.

МИКРОСХЕМА ПРОГРАММИРУЕМОГО ГЕНЕРАТОРА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

В статье приведено краткое описание программируемого цифрового генератора сигналов, интегрированного в новой микросхеме AD9833 фирмы Analog Devices.

А. Ермолович

Микросхема AD9833, в которой реализован метод прямого цифрового синтеза сигналов (Digital Direct Synthesis – DDS), обеспечивает формирование синусоидального или пилообразного сигнала, а также сигнала типа "меандр" в диапазоне частот от 0 до 12.5 МГц. Программирование режимов работы микросхемы выполняется по трехпроводному интерфейсу SPI. От других микросхем типа DDS, выпускаемых фирмой Analog Devices, AD9833 отличается уменьшенным значением рабочей частоты, сниженным энергопотреблением и малыми габаритами (корпус 10-MSOP размерами 3x4.9 мм).

Стабильность частоты выходного сигнала микросхемы определяется только стабильностью частоты тактового генератора (максимальное значение частоты тактового сигнала – 25 МГц). Для обеспечения функционирования микросхемы практически не требуются внешние компоненты: необходимо лишь подключить развязывающие конденсаторы к шине питания (напряжение питания 2.3...5.5 В, ток потребления не более 5.5 мА).

Структурная схема микросхемы приведена на рис. 1. Основные функциональные узлы микросхемы:

- интерфейс и устройство управления (I&C)
- генератор и фазовый модулятор с цифровым управлением (NCO)

- масочное ПЗУ (SIN ROM), содержащее таблицу преобразования отсчетов фазы в отсчеты синусоиды
- ЦАП с токовым выходом (DAC)
- стабилизатор напряжения (REGULATOR).

Работает микросхема следующим образом. В 28-разрядном накапливающем сумматоре (PHASE ACCUMULATOR) формируется отсчет фазы синусоиды, значению фазы 2π соответствует число 2^{28} . Шаг ΔP увеличения отсчета фазы, определяющий частоту генерируемого сигнала, хранится в регистре FREQ0 или FREQ1 и может принимать значения от 1 до $(2^{28}-2)$. Частота f генерируемых микросхемой сигналов определяется соотношением: $f = \Delta P \times f_{\text{MCLK}} / 2^{28}$, где f_{MCLK} – частота тактового сигнала.

Для формирования отсчета выходного сигнала используются 12 старших разрядов числа, получен-



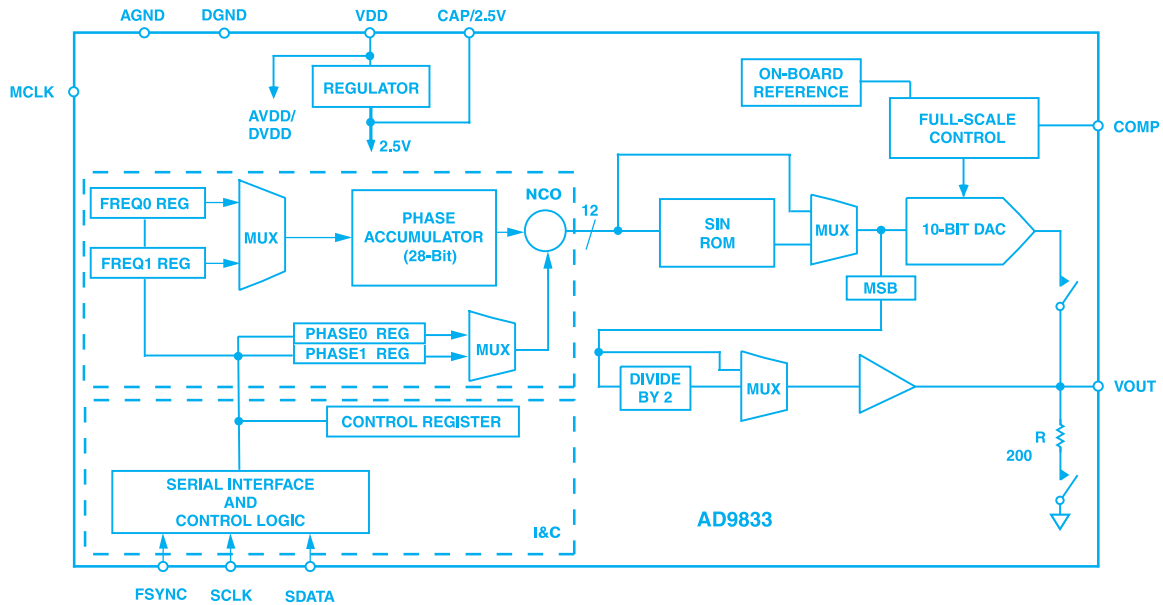


Рис. 1. Структурная схема микросхемы AD9833

ного в накапливающем сумматоре. Фазовая модуляция генерируемого сигнала осуществляется путем прибавления к числу, сформированному накапливающим сумматором, значения фазового сдвига, хранящегося в регистре PHASE0 или PHASE1. Дискретность модуляции фазы составляет $2\pi/4096$.

В режиме генерации пилообразного сигнала отсчет фазы подается непосредственно на вход ЦАП, в режиме генерации синусоидального сигнала отсчет фазы преобразуется в отсчет синусоиды в масочном ПЗУ. Для формирования сигнала типа "меандр" используется старший значащий разряд числа на выходе масочного ПЗУ. Стабильность амплитуды генерируемых сигналов обеспечивается встроенным в микросхему опорным источником.

Основные параметры микросхемы:

- максимальный уровень выходного сигнала 650 мВ
- минимальный уровень выходного сигнала 38 мВ
- температурный дрейф выходного напряжения $2 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- диапазон рабочих температур $-40...+105^{\circ}\text{C}$

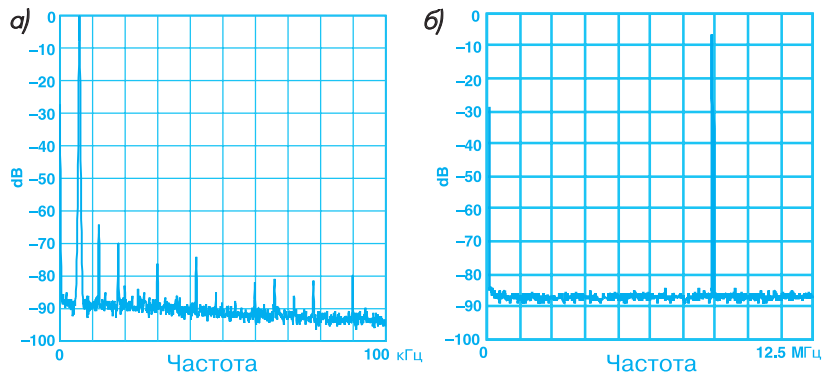


Рис. 2. Спектры выходного сигнала микросхемы AD9833 при тактовой частоте $f_{\text{MAX}}=25$ МГц и частоте выходного синусоидального сигнала 6 кГц (а) и 8.333 МГц (б)

- отношение сигнал/шум не менее 55 дБ
- суммарный коэффициент гармоник не более -56 дБ.

На рис. 2 приведены спектры выходных сигналов микросхемы в режиме генерации синусоидальных сигналов. При тактовой частоте 25 МГц разрешение по частоте составляет 0.1 Гц, при снижении тактовой частоты до 1 МГц разрешение уменьшается до 0.004 Гц. Микросхема может также генерировать синусоидальные сигналы с фазовой или частотной манипуляцией.

Для микросхемы поставляется оценочная плата, снабженная программным обеспечением, работа-

ющим в операционной среде Windows.

Микросхема AD9833, снабженная высокостабильным тактовым генератором с фиксированной частотой и микропроцессорной системой управления, может формировать испытательные сигналы различной формы и частоты. Таким образом, в тестовой и измерительной аппаратуре эта миниатюрная недорогая микросхема (FOB-цена \$ 3.95 в партии 1000 шт.) может заменить отличающийся сравнительно большими габаритами и высокой стоимостью блок генератора испытательных сигналов.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КОМПАНИИ METEX *

Компания METEX выпускает два типа универсальных измерительных систем, позволяющих формировать сигналы различной формы, измерять характеристики сигналов и цепей и обеспечивать питание испытываемых модулей.

В. Макаренко

Универсальная измерительная система типа MS-9150/MS-9160 (рис. 1) – многофункциональное устройство, содержащее четыре объединенных в одном корпусе и имеющих общий источник питания автономных модуля: функциональный генератор, цифровой частотомер, цифровой мультиметр и блок питания.

Питание мультиметра осуществляется от батареи напряже-

нием 9 В. Это сделано для обеспечения гальванической развязки мультиметра и позволяет производить измерения параметров в цепях, не связанных с остальными блоками системы.

Более совершенная универсальная измерительная система MS-9170 (рис. 2) не отличается по функциональному составу от MS-9150/MS-9160. Различаются параметры входящих в нее (кроме частотомера) модулей. Сравнительные характеристики универ-

сальных измерительных систем приведены в таблице.

Функциональный генератор снабжен переключателями формы выходного сигнала, аттенуатором (0 и -20 дБ), регулятором напряжения смещения, переключателем диапазонов выходных частот, переключателем выходного сопротивления (50 или 600 Ом) и регулятором пределов качания частоты. Функциональный генератор может использоваться как частотный модулятор или как генератор качающейся частоты, для чего в нем предусмотрен дополнительный вход для внешнего модулирующего сигнала.

На передней панели частотомера расположены индикаторы времени измерения (три фиксированных значения 0,1, 1 и 10 мкс), подключенного канала (А или В) и восьмиразрядный светодиодный индикатор, отображающий результаты измерений.

На передней панели мультиметра расположен четырехразрядный ЖК-индикатор (в моделях MS-3150/60) и пятиразрядный индикатор на светодиодных матрицах (в модели MS-9170). Кроме того, на панели располагаются гнезда для подключения щупов, переключатели режимов работы и пределов измерений.

Источники питания всех универсальных систем содержат по три независимых канала: один с регулируемым выходным напряжением и два с фиксированными значениями. Причем, в регулируемом канале можно плавно изменять не только выходное напряжение, но и ток в пределах, указанных в таблице. Выходное напряжение (ток нагрузки) регулируемого источника отображается на 3½ – разрядном жидкокристаллическом индикаторе с подсветкой.



Рис. 1. Универсальная измерительная система MS-9150/MS-9160



Рис. 2. Универсальная измерительная система MS-9170

* <http://www.imetex.com>

Основные характеристики универсальных измерительных систем MS-9150/MS-9160 и MS-9170

Цифровой частотомер										
Измеряемая величина		Модель								
		MS-9150		MS-9160			MS-9170			
Диапазон измеряемых частот	канал А	1 Гц...20 МГц								
	канал В	20 МГц...2.7 ГГц								
Чувствительность входа	канал А	20 мВ – среднеквадратическое значение, 100 мВ – пиковое значение								
	канал В	среднеквадратическое значение 40 мВ для $f=(20...1300)$ МГц, 70 мВ для $f=(1.3...2.7)$ ГГц								
Входное сопротивление	канал А	1 МОм								
	канал В	50 Ом								
Максимальное входное напряжение		3 В								
Функциональный генератор										
Генерируемые сигналы		гармонический, асимметричный гармонический, треугольный, прямоугольный, пилообразный, однополярные импульсы (ТТЛ-уровня)								
Диапазон частот выходного сигнала		0.2 Гц...2 МГц		1 Гц...10 МГц						
Выходное сопротивление		50 Ом $\pm 10\%$ или 600 Ом $\pm 10\%$								
Амплитуда выходного напряжения (от пика до пика)		1...10 В на нагрузку 50 Ом, 2...20 В без нагрузки								
Коэффициент гармоник гармонического сигнала		$\leq 1\%$								
Асимметрия сигнала прямоугольной формы		$\leq 3\%$								
Время нарастания и спада сигнала прямоугольной формы		≤ 150 нс								
Нелинейность напряжения треугольной формы		$\leq 1\%$ на частотах до 100 кГц, $\leq 5\%$ на частотах 0.1...20 МГц								
Амплитуда сигнала ТТЛ-уровня		≥ 3 В								
Время нарастания и спада сигнала ТТЛ-уровня		≤ 30 нс								
Цифровой мультиметр										
Погрешность измерения постоянного напряжения на пределах:	0.4...400 В	$\pm 0.3\% + 1$ EMP			$\pm 0.06\% + 3$ EMP					
	1000 В	$\pm 0.5\% + 1$ EMP			$\pm 0.2\% + 3$ EMP					
Погрешность измерения переменного напряжения на пределах:	0.4...400 В (40 Гц...10 кГц)	$\pm 0.8\% + 3$ EMP	$\pm 2.5\% + 5$ EMP средне-квадратическое значение			$\pm 0.8\% + 10$ EMP (0.4...1 кГц), $\pm 2.5\% + 10$ EMP				
	750 В (40 Гц...1 кГц)	$\pm 1.0\% + 3$ EMP			$\pm 1.0\% + 10$ EMP					
Погрешность измерения постоянного тока на пределах:	40, 400 мА	$\pm 0.8\% + 3$ EMP			$\pm 0.3\% + 3$ EMP					
	20 А	$\pm 1.0\% + 3$ EMP			$\pm 0.8\% + 5$ EMP					
Погрешность измерения переменного тока на пределах:	40, 400 мА (40 Гц...10 кГц)	$\pm 1.5\% + 3$ EMP	$\pm 2.0\% + 3$ EMP средне-квадратическое значение			$\pm 1.5\% + 10$ EMP (0.4...1 кГц), $\pm 2.5\% + 10$ EMP				
	20 А (40 Гц...1 кГц)	$\pm 2.0\% + 5$ EMP			$\pm 1.5\% + 10$ EMP					
Погрешность измерения сопротивления на пределах:	0.4 Ом...4 МОм	$\pm 0.5\% + 1$ EMP			$\pm 0.2\% + 10$ EMP					
	40 МОм	$\pm 1.0\% + 2$ EMP			—					
Погрешность измерения емкости на пределах:	—	$\pm 2.0\% + 3$ EMP (4...400 нФ)			$\pm 2.0\% + 3$ EMP (40... 400 нФ)					
	4...200 мкФ	$\pm 3.0\% + 5$ EMP			$\pm 3.0\% + 5$ EMP					
Погрешность измерения индуктивности		$\pm 3.0\% + 20$ EMP (40 мГн)			$\pm 3.0\% + 10$ EMP (400 мГн)					
Наличие теста диодов		+			—					
Наличие логического анализатора		—			+					
Формирование выходного импульсного сигнала		—			10 Гц...10.24 кГц, уровень 2.7...3.3 В					
Источник питания										
Выходные напряжения, В		0...30 (регул.)	5	15	0...30 (регул.)	5	15	0...30 (регул.)	5	15
Выходные токи, А		0...2 (регул.)	2	1	0...3 (регул.)	2	1	0...2 (регул.)	2	1
Амплитуда пульсаций, мВ		1	2	2	1	2	2	1	2	2

ОДНОПЛАТНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ ФИРМЫ Z-WORLD

Выпускаемые фирмой Z-World одноплатные промышленные компьютеры отличаются малыми габаритами, большим объемом памяти программ и данных, возможностью программирования/перепрограммирования через глобальные и корпоративные информационные сети (Интернет/Ethernet). В статье приведены сведения о возможностях, архитектуре и технических параметрах выпускаемых в настоящее время фирмой Z-World одноплатных компьютеров.

В. Охрименко

Одноплатные промышленные компьютеры (Single Board Computer – SBC) фирмы Z-World, в отличие от высокопроизводительных PC-ориентированных одноплатных компьютеров, предназначены для создания недорогих малогабаритных встраиваемых систем управления/контроля и сбора/обработки данных. Одноплатные компьютеры фирмы Z-World предназначены, прежде всего, для производителей комплексного оборудования. Все предлагаемые фирмой одноплатные компьютеры созданы на основе 8-разрядных процессорных модулей Rabbit Core Modules (RCM) или микропроцессоров Rabbit 2000/3000 [1-5]. В рассматриваемых компьютерах максимальная тактовая частота микропроцессора составляет 29.4 МГц (минимальная 7.4 МГц), а максимальный объем памяти программ и данных 512 Кбайт. Поэтому по этим показателям SBC фирмы Z-World не могут конкурировать с мощными PC-совместимыми одноплатными компьютерами на базе процессоров Pentium 4, Pentium III, Celeron, Geode GX1. Область применения SBC фирмы Z-World: средства малой автоматизации, интеллектуальные локальные контроллеры в распределенных системах управления, недорогие измерительные приборы для промышленного оборудования разного назначения, системы контроля доступа и другие системы, не отличающиеся большой сложностью и ориентированные на

решение задач управления/контроля и сбора/обработки информации, в том числе в режиме реального времени.

Благодаря сравнительно большому объему памяти при создании прикладного программного обеспечения для этих компьютеров можно использовать языки высокого уровня. Следует отметить, что в комплекте с компьютерами фирма Z-World предлагает также интегрированную программную среду разработки Dynamic C SE или Dynamic C Premier, которые предназначены специально для разработки и отладки программ с использованием языка C. Кроме модулей SBC фирма Z-World выпускает большой ассортимент панелей ввода и отображения информации, а также дополнительных плат, которые позволяют расширить функциональные возможности одноплатных компьютеров. Большой выбор модулей и плат, безусловно, способствует сокращению сроков создания на базе этих компьютеров функционально законченных изделий.

Модульная архитектура выпускаемых фирмой Z-World одноплатных компьютеров, основанная на использовании типовых схемотехнических решений, обеспечение программирования через сеть Интернет/Ethernet, широкие функциональные возможности, разные типы применяемых разъемов для подключения устройств пользователя позволили создать надежные одноплатные промышленные компьютеры с широким спектром примене-

ния. SBC фирмы Z-World успешно применяются многими ведущими мировыми производителями встраиваемых систем управления/контроля. Среди них можно назвать: Boeing, General Motors, Ford, Lockheed и многие другие известные фирмы.

В настоящее время фирма Z-World предлагает шесть семейств одноплатных компьютеров: BL2500, OEM2500, BL2100, BL2000, BL1800, LP3500. В каждом семействе имеется несколько моделей компьютеров, которые отличаются между собой набором периферийных устройств и техническими параметрами. Все компьютеры предназначены для эксплуатации в диапазоне температур от -40 до 70 °С при относительной влажности воздуха от 5 до 95 % (без конденсации влаги). Компьютеры имеют "сторожевой" таймер, супервизор, таймер реального времени (RTC), от пяти до десяти универсальных 8-разрядных таймеров и один 10-разрядный таймер. Некоторые одноплатные компьютеры содержат микросхемы АЦП и ЦАП; реле; литиевую батарею резервного питания, которая обеспечивает работу таймера реального времени и сохранение данных в SRAM-памяти в случае отключения внешнего источника питания; контроллер сети Ethernet (стандарты 10/100Base-T). Одноплатные компьютеры отличаются между собой также тактовой частотой микропроцессора, объемом памяти (флэш и SRAM), габаритными размерами и стоимостью. Все компьютеры снабжены разъемами для подключения внешних устройств ввода/вывода и исполнительных механизмов. В таблице 1 приведены основные параметры одноплатных компьютеров, выпускаемых фирмой Z-World. Ниже приведено их краткое описание. Поскольку все компьютеры имеют примерно оди-

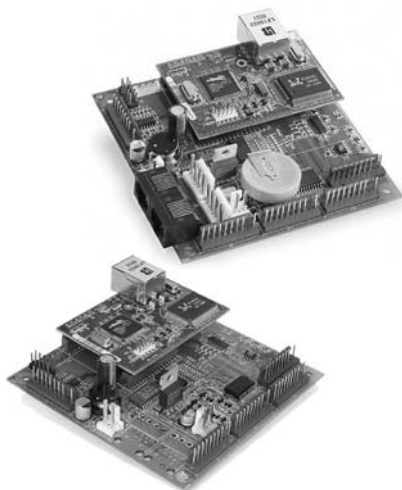


Таблица 1. Основные параметры одноплатных компьютеров фирмы Z-World

Тип	Макс. тактовая частота, МГц	Объем памяти, кбайт, флэш/ SRAM	Напряжение питания, В/ток или мощность потребления	Ethernet	Батарея резервного питания	Кол-во цифровых входов/выходов	Кол-во конфигурируемых входов-выходов	Кол-во реле	Кол-во аналоговых входов/разрешение, бит	Аналоговые выходы		Последовательные порты	LCD, клавиатура	Габаритные размеры, мм	Стоимость, \$ (* – в партии от 500 шт.)											
										кол-во/разрешение, бит	вых. напряжение, В															
BL2500	29.4		8-40/1 Вт	+	+	16/8			1/10	2/9		6	панели оператора серии OP	100×100×29	189											
BL2510				-										100×100×20	149											
OEM2500				+										100×100×29	99 *											
OEM2510				-										100×100×20	69 *											
BL2100	22.1	256/128	(13-36)/1.5 Вт	+	+	24/16			11/12	4/12	0...10	4	122×32 точек, 7 клавиш	105×87×24	339											
BL2110			(9-36)/1.5 Вт	+										-	-	249										
BL2120			(13-36)/1.5 Вт	-										11/12	4/12	0...10	299									
BL2130			(9-36)/1.5 Вт	-										-	-	209										
BL2000			+	11/10										5	1	4/12	2/12	0...4	4	панели оператора серии OP	105×87×21	249				
BL2010			+																			7	4/10	-	199	
BL2020			-																			5	4/12	2/12	0...4	209
BL2030			-																			7	4/10	-	159	
BL1800			29.49	256/128										(8-40)/(49-91) мА	-	-	6/8	14	-	1/8	2/9	-	4	программная поддержка через цифровые выходы	89×64×24	99
BL1810	14.732	128/128	(7.5-25)/100 мА	-	-	7/9									69											
BL1820			-	-	-										-	49										
LP3500	7.4	512/256	(3-30)/	-	+	16/10			8/11 или 4/12	3/ШИМ		6	122×32 точек, 7 клавиш	93×66×11	199											
LP3510		256/128	(0.2-20) мА	-											-	149										

наковую структуру, наиболее подробно рассмотрен лишь один из них – SBC LP3500, отличающийся пониженной потребляемой мощностью и небольшими габаритными размерами.

КОМПЬЮТЕРЫ СЕМЕЙСТВА BL2500/OEM2500 (COYOTE)

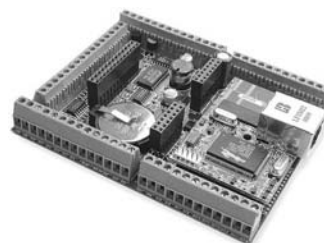


BL2500, BL2510, OEM2500, OEM2510, в отличие от других одноплатных компьютеров, построены на базе процессорных модулей Rabbit Core Modules RCM3100 и

RCM3110 [1]. По техническим параметрам одноплатные компьютеры OEM2500 и OEM2510 аналогичны соответственно BL2500 и BL2510 (см. таблицу 1). При поставке более 500 шт. конфигурация SBC OEM2500, OEM2510 может быть изменена по желанию заказчика. SBC BL2500 и BL2510 имеют восемь построенных по схеме с открытым коллектором цифровых выходов, которые обеспечивают максимально допустимый ток нагрузки 200 мА при максимальном напряжении питания 36 В. Компьютеры BL2500, BL2510 снабжены литиевой батареей резервного питания (напряжением 3 В, емкостью 1000 мА·ч). Эти модели имеют один аналоговый вход и два аналоговых выхода. Аналоговый вход подключен к компаратору, с помощью которого выполняется сравнение напряжения входного сигнала с напряжением, формируемым на одном из аналоговых выходов. Диапазон напряжений входного сигнала от 0.1 до 3.1 В. Частота преобразования порядка 10 Гц. Аналоговый выход представляет собой выход опера-

ционного усилителя, на вход которого через фильтр нижних частот первого порядка поступает ШИМ-сигнал, формируемый микропроцессором. Напряжение на аналоговых выходах может изменяться в диапазоне от 0.1 до 3.1 В. Время установления выходного напряжения порядка 17 мс. Последовательные порты поддерживают режимы асинхронного (интерфейсы RS-232, RS-485, RS-422) и синхронного (SPI) обмена данными. Для подключения к устройствам пользователя компьютеры имеют несколько разъемов типа Molex.

КОМПЬЮТЕРЫ СЕМЕЙСТВА BL2100 (SMARTCAT)



BL2100/2110/2120/2130 – одноплатные компьютеры, построенные на базе микропроцессора

Rabbit 2000. Компьютеры содержат литиевую батарею напряжением 3 В (емкостью 265 мА·ч). Каждый из 24 цифровых входов имеет защиту от перенапряжения до ± 36 В. Буферные схемы каждого из 16 выходов обеспечивают ток нагрузки 200 мА при максимальном напряжении питания 36 В. Модели BL2100 и BL2120 имеют одиннадцать аналоговых входов (диапазон входных напряжений постоянного тока ± 10 В, входное сопротивление каждого из входов 1 МОм, частота выборки 4 Гц, точность преобразования 12 разрядов). В SBC BL2100 и BL2120 имеется также четыре аналоговых выхода (точность выходного сигнала соответствует 12 разрядам, диапазон выходного напряжения от 0 до 10 В, частота преобразования 12 кГц). АЦП и ЦАП построены соответственно на микросхемах TLC2543 и TLV5618. Из четырех последовательных портов два поддерживают двухпроводной интерфейс RS-232, один порт – RS-485, уровни выходных напряжений четвертого порта совместимы с сигналами, формируемыми логическими микросхемами с напряжением питания 5 В. Все компьютеры снабжены разъемами под клеммы с винтовым креплением, рассчитанными на подключение проводов типа AWG/1.5 мм² (допустимый ток 14 А).

КОМПЬЮТЕРЫ СЕМЕЙСТВА BL2000 (WILDCAT)



BL2000, BL2010, BL2020, BL2030 – одноплатные компьютеры, которые отличаются тем, что в их состав входит реле [2]. SBC BL2000 содержит 11-канальный АЦП (TLC2543), обеспечивающий точность преобразования 12 раз-

рядов. Девять входов выведены на разъем для подключения внешних сигналов. С помощью АЦП можно измерять напряжение эталонных источников (2.048 и 1.024 В), что позволяет контролировать его работу. Аналоговые входы разделены на группы, отличающиеся диапазоном входного напряжения (от -10.24 до 10.24 В или от 0 до 48 В). Некоторые аналоговые входы могут использоваться и как цифровые. 12-разрядный ЦАП (AD5320) с выходом по напряжению может формировать выходной сигнал в диапазоне от 0 до 4 В. SBC BL2000 снабжен батареей резервного питания типа Panasonic CR2330 (напряжением 3 В, емкостью 950 мА·ч). Кроме того, предусмотрен разъем для подключения внешних элементов питания.

11 цифровых входов (типичное значение напряжения порога перенапряжения 2.4 В) имеют защиту от перенапряжения до значений ± 36 В. Из десяти цифровых выходов восемь обеспечивают максимальный ток в нагрузке 200 мА, буферные схемы двух выходов допускают втекающий ток (sink current) до 750 мА. На плате компьютера BL2000 установлено реле типа SPDT (Single-Pole, Double-Throw), позволяющее коммутировать цепи переменного тока (напряжением 120 В, током нагрузки 300 мА) или постоянного тока (напряжением 30 В, током нагрузки 1 А).

КОМПЬЮТЕРЫ СЕМЕЙСТВА BL1800 (JACKRABBIT)



BL1800, BL1810, BL1820 – недорогие малогабаритные компьютеры со встроенной литиевой батареей (напряжением 3 В, емкостью

950 мА·ч). В качестве вычислительного ядра в этих компьютерах используется микропроцессор Rabbit 2000 [3]. В SBC BL1800, BL1810, BL1820 предусмотрены цифровые выходы с высокой нагрузочной способностью. В компьютере BL1800 имеется четыре цифровых выхода: три из них выполнены по схеме с открытым коллектором с максимально допустимым втекающим током 1 А, максимально допустимый вытекающий ток (source current) через четвертый выход составляет 0.5 А. В моделях BL1810, BL1820 имеется три выхода, допускающих величину втекающего тока до 200 мА, и один выход, обеспечивающий вытекающий ток до 100 мА. Кроме того, SBC BL1800, BL1810, BL1820 имеют один аналоговый вход и два аналоговых выхода, построенных по структурной схеме, аналогичной примененной в одноплатных компьютерах семейства BL2500. Диапазон входных напряжений от 0.1 до 2.8 В. Уровень выходного напряжения, формируемого на аналоговых выходах, находится в диапазоне от 0.1 до 2.8 или от 0.7 до 3.5 В. Микропроцессор Rabbit 2000, на базе которого построены эти одноплатные компьютеры, имеет пять универсальных 8-разрядных таймеров и один 10-разрядный. Кроме стандартного интерфейса RS-232 в компьютерах BL1800, BL1810 поддерживается интерфейс RS-485. Микросхемы, обеспечивающие гальваническую развязку последовательных портов RS-232 и RS-485, обеспечивают защиту от электростатического напряжения до 15 кВ. Максимальная скорость передачи данных через порт RS-232 составляет 115.2 кбит/с, через порт RS-485 – 250 кбит/с. В моделях BL1810, BL1820 установлен линейный стабилизатор напряжения питания (входное напряжение от 7.5 до 25 В), в BL1800 – импульсный стабилизатор (LM2575). Все модели имеют по два 20-контактных разъема для установки на плату пользователя.

**КОМПЬЮТЕРЫ СЕМЕЙСТВА
LP3500 (FOX)**



LP3500, LP3510 отличаются сниженной потребляемой мощностью, содержат литиевую батарею резервного питания типа Panasonic CR2330 (напряжением 3 В, емкостью 265 мА·ч) и предназначены для использования на удаленных необслуживаемых объектах. Структурная схема компьютера LP3500 приведена на рис. 1 [4]. В качестве вычислительного ядра этих компьютеров используется микропроцессор Rabbit 3000, в котором предусмотрена возможность уменьшения тактовой частоты на программном уровне, что позволяет реализовать режимы работы микропроцессора со сниженным энергопотреблением. При частоте основного внешнего кварцевого резонатора 3.68 МГц максимальная тактовая частота микропроцессора составляет 7.36 МГц. Таймер реального времени работает от внешнего "часового" (32 768 Гц) кварцевого резонатора. Тактовая частота микропроцессора может быть в 2, 4, 6 или 8 раз меньше, чем частота основного кварцевого резонатора, или в 2, 4, 8 или 16 раз меньше частоты "часового" резонатора. Таким образом, минимальная тактовая частота микропроцессора Rabbit 3000 составляет всего 2048 Гц. В таблице 2 приведены режимы работы со сниженным энергопотреблением. Кроме того, предусмотрена возможность отключения периферийных устройств компьютера: приемопередатчиков RS-232, RS-485, АЦП (в котором отключается встроенный тактовый генератор), модуля ввода и отображения информации (панели оператора). Ток потребления АЦП при частоте выборки 1.5 кГц составляет

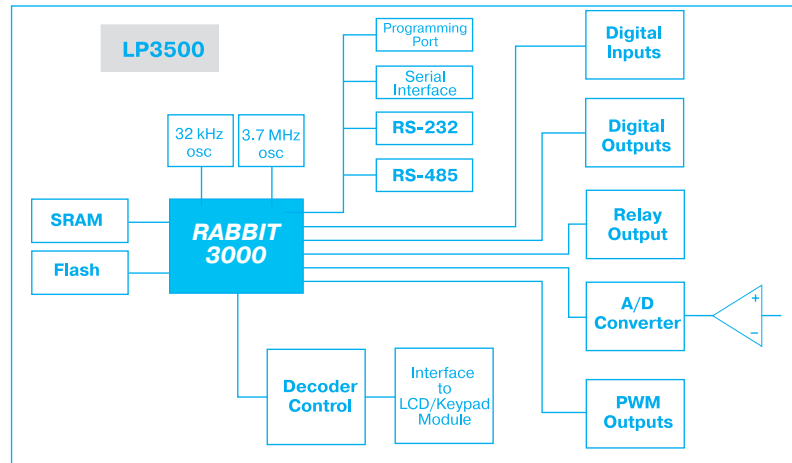


Рис. 1. Структурная схема одноплатного компьютера LP3500 Fox

0.45 мА. Ток потребления панели оператора (в режиме без подсветки) составляет 5 мА, с подсветкой ток увеличивается до 50 мА. Кроме того, каждый из семи светодиодов потребляет 5 мА. Переключение реле осуществляется под воздействием импульса тока уровнем 120 мА длительностью 10 мс. Для снижения потребляемой мощности микропроцессор работает при напряжении питания всего 2.8 В. В "спящем" режиме работы ток потребления компьютера LP3500 составляет порядка 100 мкА. Энергоемкость батареи резервного питания достаточна для поддержания работы компьютера в этом режиме на протяжении примерно трех лет [4]. При отключении внешнего источника питания прерывается работа микропроцессора, однако за счет батареи резервного питания поддерживается работа тайме-

ра реального времени и обеспечивается сохранение данных в SRAM-памяти. При этом ток потребления составляет порядка 46 мкА.

SBC LP3500 имеет восемь аналоговых входов и три аналоговых выхода. Точность преобразования напряжения несимметричного входного сигнала соответствует одиннадцати разрядам, дифференциального входного сигнала – 12. Для выполнения аналого-цифрового преобразования используется микросхема АЦП ADS7870. Максимальная частота преобразования составляет 1.5 кГц. Диапазон напряжений входного сигнала от 0 до 20 В (предусмотрено несколько поддиапазонов). Четыре входа можно конфигурировать для подключения электрических цепей, по которым передается сигнал в стандарте 4-20 мА. Аналоговые выходы представляют собой подключенные через RC-цепь к контактам внешнего разъема компьютера выходы встроенного в микропроцессор Rabbit 3000 ШИМ-генератора. Формируемое таким способом аналоговое напряжение может находиться в диапазоне от 0 до 2.8 В. Кроме того, микропроцессор Rabbit 3000 имеет десять универсальных 8-разрядных таймеров и один 10-разрядный.

В одноплатных компьютерах LP3500 предусмотрено десять цифровых выходов, из которых восемь обеспечивают максимально допус-

Таблица 2. Режимы работы компьютера LP3500 Fox со сниженным энергопотреблением

Режим работы	Тактовая частота	Ток потребления
Рабочий	7.3728 МГц	16 мА ↓ 5 мА
	3.6864 МГц	
	1.8423 МГц	
	0.9216 МГц	
Сниженного энергопотребления	32.768 кГц	1.0 мА ↓ 140 мкА
	16.384 кГц	
	8.192 кГц	
	2.048 кГц	
Останов	–	46 мкА

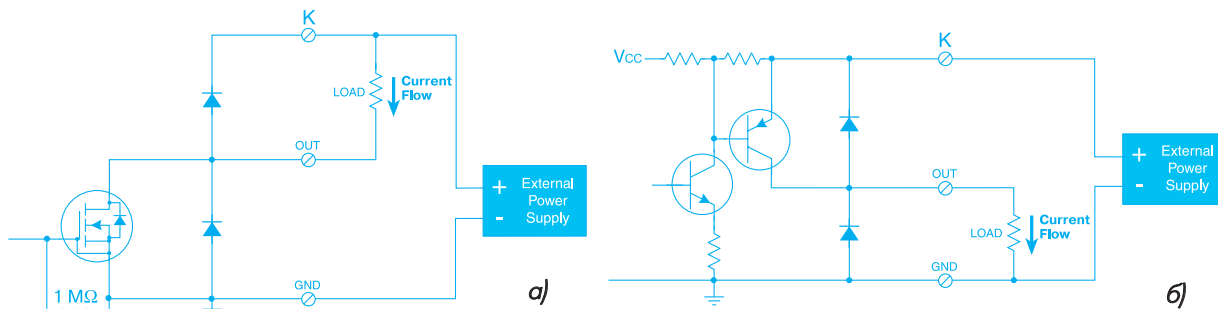


Рис. 2. Электрические схемы выходных буферов, формирующих втекающий (а) и вытекающий (б) токи

тимый втекающий ток 200 мА. Буферные схемы двух других цифровых выходов допускают вытекающий ток 200 мА. Электрическая принципиальная схема выходных буферов приведена на рис. 2. Кроме выходов имеется 16 цифровых входов.

Из шести последовательных портов микропроцессора один поддерживает обмен данными через интерфейс RS-485, три – через RS-232, один предназначен для программирования одноплатных компьютеров.

SBC LP3500 имеет одно реле типа SPDT. Управление реле осуществляется непосредственно микропроцессором. Параметры коммутируемой цепи: ток 1 А, напряжение постоянного тока 30 В.

Кроме разъемов для соединения с внешними устройствами SBC LP3500 имеет разъем для подключения панели оператора (рис. 3), снабженной жидкокристаллическим графическим дисплеем (формат матрицы отображения 122×32 точки), светодиодами и клавишами управления. Габаритные размеры панели оператора 66×76×19 мм, диапазон рабочих температур от 0 до 50 °С, максимальная потребляемая мощность при включенной подсветке порядка 1.5 Вт, стоимость 99 долларов США. Подключение панели осуществляется с помощью ленточного кабеля.

Компьютер LP3500 Fox содержит линейный стабилизатор напряжения (MIC5236) и может работать с внешним источником питания, обеспечивающим напряжение от 3 до 30 В. Максимальный ток по-



Рис. 3. Панель оператора

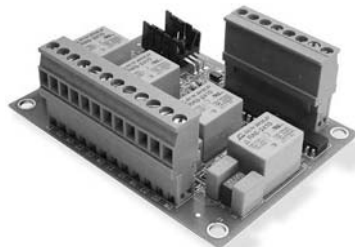


Рис. 4. Плата SE1100

требления при тактовой частоте 7.4 МГц составляет 20 мА.

Чтобы ускорить разработку прикладных программ для приложений пользователя, фирма Z-World предлагает комплект разработчика, который включает:

- руководство пользователя (этот документ можно также найти на Web-сайте фирмы Z-World [5])
- программное обеспечение Dynamic C SE, поставляемое на CD-ROM
- плату прототипа (габаритные размеры 105×87×11 мм), которая может использоваться так же, как демонстрационная плата, а, кроме того, для выполнения на ней монтажа дополнительных электронных компонентов

- пластмассовый корпус для установки одноплатного компьютера и платы прототипа (корпус имеет габаритные размеры 142×124×18 мм и может быть смонтирован на стене)
- кабель для программирования.

При подключении дополнительной платы, содержащей Ethernet-контроллер, компьютер LP3500 можно программировать через локальную сеть.

Дополнительно кроме платы прототипа можно заказать: панель оператора (см. рис. 3); платы расширения (SF1000 или SF1010), содержащие флэш-память объемом 4 или 8 Мбайт; плату с реле SE1100 (рис. 4), а также другие компоненты для встраиваемых систем, поставляемые фирмой Z-World.

Более полную информацию о продукции, выпускаемой фирмой Z-World, а также о возможностях и параметрах одноплатных компьютеров можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.zworld.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. Coyote (BL2500) C-Programmable Single-Board Computer with Ethernet. User's Manual. – Z-World, 2002.
2. Smartcat (BL2100) C-Programmable Single-Board Computer with Ethernet and Operator Interface. User's Manual. – Z-World, 2002.
3. Jackrabbit (BL1800) C-Programmable Controller. User's Manual. – Z-World, 2002.
4. Fox (LP3500) C-Programmable Single-Board Computer. User's Manual. – Z-World, 2002.
5. <http://www.zworld.com>

ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА

Наряду с процессорными модулями и одноплатными компьютерами фирма Z-World предлагает интеллектуальные панели ввода и отображения информации (панели оператора), которые представляют комбинацию жидкокристаллического графического дисплея, клавиш управления и встроенного компьютера. В статье рассмотрены возможности и технические параметры панелей оператора семейства ОП.

В. Охрименко

Выпускаемые фирмой Z-World панели оператора предназначены как для применения в качестве панелей отображения и ввода информации в разного рода встраиваемых системах, изготавливаемых производителями комплексного оборудования, так и в качестве автономных контроллеров для измерения и контроля параметров технологического процесса [1-5]. Широкие возможности цифрового и аналогового ввода/вывода данных, большая производительность, возможность создания удобного графического интерфейса пользователя позволяют использовать панели оператора для интеллектуальных графических терминалов, встроенного измерительного и тестового оборудования в промышленных системах управления/контроля. Наличие порта Ethernet и низкое энергопотребление панелей оператора дают возможность применять их в устройствах сбора и обработки информации, расположенных на удаленных объектах. Передача данных в этом случае может осуществляться через локальные и глобальные сети (Ethernet/Интернет). В панелях оператора серии ОП используются микропроцессоры Rabbit 2000 или Z180 (в ОП7100). Все панели оператора различаются между собой производительностью микропроцессора, объемом флэш- и SRAM-памяти, наличием и количеством цифровых и аналоговых входов/выходов, диапазоном рабочих температур и другими параметрами, основные из которых рассмотрены ниже.

Панели оператора ОП7200/7210 (eDisplay)

Панели оператора ОП7200/7210 (рис. 1) имеют жидкокристаллический графический дисплей (формат матрицы отображения 320×240 точек). Контрастность изображения и яркость подсветки регулируются на программном уровне. Кроме того, на поверхности дисплея (ОП7200) расположена аналоговая сенсорная матрица (analog touchscreen). Формат сенсорной матрицы 4096×4096 точек. Панели оператора ОП7200/7210 содержат также девять тактильных клавиш и четыре светодиода. Видимая область экрана дисплея составляет 76×56 мм [1].



Рис. 1. Панель оператора ОП7200

Панель ОП7200 создана на основе процессорного модуля Rabbit Core Module RCM2200, который содержит 8-разрядный микропроцессор Rabbit 2000, флэш-память объемом 256 кбайт и SRAM-память – 128 кбайт. Максимальная тактовая частота микропроцессора 22.1 МГц. Микропроцессор имеет встроенный таймер реального времени (RTC), "сторожевой" таймер, пять универсальных 8-разрядных таймеров и один 10-разрядный. Панель оператора ОП7200 снабжена литиевой батареей резерв-

ного питания (напряжением 3 В, емкостью 265 мА·ч), с помощью которой поддерживается работа RTC и обеспечивается сохранение данных в SRAM-памяти в случае отключения внешнего источника питания. Для индикации режимов работы имеется четыре светодиода. Большим преимуществом этих моделей является наличие встроенного Ethernet-контроллера, обеспечивающего обмен данными через локальную компьютерную сеть. ОП7200 содержит микросхему восьмиканального 12-разрядного АЦП (ADS7870) с входным мультиплексором. Точность преобразования несимметричного входного сигнала соответствует одиннадцати разрядам, дифференциального сигнала – двенадцати. Частота преобразования 1.5 кГц. Входное сопротивление каждого из каналов не менее 200 кОм. Диапазон напряжений входного сигнала от 0 до 20 В. В панели оператора ОП7200 предусмотрено также 19 линий для ввода цифровых сигналов и 8 конфигурируемых цифровых выходов с повышенной нагрузочной способностью и возможностью переключения в высокоимпедансное состояние. Буферные схемы каждого из цифровых выходов обеспечивают максимально допустимый втекающий ток (sink current) до 350 мА или вытекающий ток (source current) до 250 мА. Конфигурация выходов производится программно. Из четырех последовательных портов микропроцессора Rabbit 2000 один подключен к приемопередатчику интерфейса RS-485, два – к приемопередатчикам RS-232; логические сигналы, формируемые на выходе четвертого последовательного порта, совместимы с уровнями входных и выходных сигналов КМОП-микросхем с напряжением питания 5 В.

Разработанное для панелей оператора ОП7200/7210 программное обеспечение позволяет

создавать удобные пользовательские меню, и, кроме того, поддерживает одновременную работу в графическом и текстовом режимах. Имеется также программа преобразования шрифтов, что позволяет выводить сообщения не только на английском, но и других языках.

Панели оператора имеют габаритные размеры 144×112×43 мм и предназначены для работы в диапазоне температур от -10 до 65 °С при относительной влажности воздуха от 20 до 70 % (без конденсации влаги). Для подключения к внешним устройствам ввода/вывода панели оператора OP7200/7210 снабжены разъемами под клеммы с винтовым креплением, обеспечивающими подсоединение проводов типа AWG/1.5 мм² (допустимый ток 14 А). Для работы панелей необходим источник постоянного тока напряжением от 9 до 40 В или переменного тока напряжением 22...26 В. Максимальная потребляемая мощность 4 Вт.

Панель оператора OP7210 – упрощенная модель, в которой отсутствуют микросхема АЦП и аналоговая сенсорная матрица. В остальных параметрах OP7210 аналогичны параметрам панели оператора OP7200.

Панели оператора OP7100/7110 (SmartScreen)

Панели оператора OP7100/7110 (рис. 2) созданы на базе жидкокристаллического графического дисплея типа STN (Super Twist Nematic) [2]. Формат матрицы отображения 320×240 точек, размер матрицы 115.2×86.4 мм. Видимая область экрана дисплея 121×91 мм. В этих моделях предус-

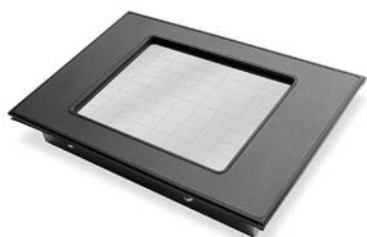


Рис. 2. Панель оператора OP7100

мотрена возможность изменения цвета подсветки и цвета изображения. Если подсветка голубого цвета, то изображение – белого и наоборот. Управление яркостью подсветки осуществляется на программном уровне. Возможна как горизонтальная, так и вертикальная ориентация дисплея. С помощью соответствующего программного обеспечения ориентация дисплея учитывается при формировании изображения. Программное обеспечение включает набор шрифтов трех типоразмеров, а также набор символов и ярлычков. Предусмотрена возможность формирования текста как на английском, так и на других языках. Объем флэш-памяти позволяет хранить до 50 кадров изображения. Возможности панелей оператора OP7200/7210 по формированию изображения наглядно проиллюстрированы на рис. 3 [2]. Поверхность жидкокристаллического дисплея разделена на 64 сектора, которые служат сенсорными клавишами (touchscreen).

В панелях оператора OP7100/7110 используется микропроцессор Z180, который работает на тактовой частоте 18.432 МГц. Для хранения программ имеется флэш-память объемом 512 кбайт. Кроме того, имеется видеопамять объемом 32 кбайт. В качестве памяти данных используется SRAM-память объемом 128 кбайт. В панелях OP7100/7110 реализован таймер реального времени (72423) и "сторожевой" таймер. Панели опера-

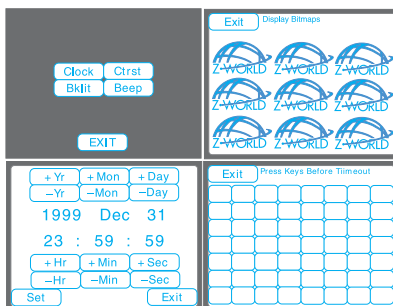


Рис. 3. Примеры графических изображений

тора содержат литиевую батарею резервного питания типа Panasonic CR2330, с помощью которой поддерживается работа таймера реального времени и обеспечивается сохранение данных в SRAM-памяти при отключении внешнего источника питания. Напряжение батареи 3 В, емкость 265 мА·ч. Обмен данными с внешними устройствами осуществляется через последовательные порты (три RS-232, один RS-485). Максимальная скорость передачи данных 57 600 бит/с. Имеется также восемь цифровых входов и восемь цифровых выходов. Напряжение питания от 12 до 30 В. При включенной подсветке потребляемая мощность составляет 4.5 Вт. При отключении подсветки мощность снижается до 1.5 Вт. Габаритные размеры 168×112×35 мм. Панели оператора OP7100/7110 могут эксплуатироваться в диапазоне температур от 0 до 50 °С. В отличие от OP7100 жидкокристаллический дисплей, установленный в упрощенной модели OP7110, не содержит сенсорной матрицы. Вместе с тем, на разъем выведены входы/выходы буферных схем, с помощью которых осуществляется сканирование клавишной матрицы (8×8), что дает пользователю возможность использовать внешнюю клавиатуру. В остальных параметрах панели оператора OP7110 аналогичны параметрам OP7100.

Панели оператора OP6800/6810 (MiniCom)

Панели оператора OP6800/6810 (рис. 4) содержат:



Рис. 4. Панель оператора OP6800

графический жидкокристаллический дисплей (формат матрицы изображения 122×32 точек), семь клавиш и семь светодиодов (один – красного цвета, четыре – зеленого, два – желтого). Панели оператора OP6800 и OP6810 построены соответственно на основе процессорных модулей RCM2200 и RCM2300. В панели OP6800 имеется Ethernet-контроллер (на базе микросхемы RTL8019AS), поддерживающий стандарт 10BASE-T, что расширяет функциональные возможности этой модели. Основные характеристики панелей оператора OP6800/6810 [3]:

- микропроцессор Rabbit 2000
- максимальная тактовая частота микропроцессора 22.1 МГц
- объем памяти: флэш – 256 кбайт, SRAM – 128 кбайт
- микропроцессор содержит таймеры: реального времени, "сторожевой", пять универсальных 8-разрядных и один 10-разрядный
- 13 цифровых входов
- 11 цифровых выходов со светодиодной индикацией состояния (выходные буферы построены по схеме с открытым коллектором и обеспечивают максимально допустимый втекающий ток 200 мА)
- последовательные порты RS-232, RS-485
- напряжение питания 9-36 В
- потребляемая мощность 1.5 Вт
- диапазон рабочих температур 0...50 °С
- габаритные размеры 112×91×33 мм.

В панелях оператора OP6800/OP6810 нет встроенной батареи резервного питания, однако предусмотрена возможность подключения внешних элементов питания. Панели OP6800/OP6810 содержат два 20-контактных разъема для подключения ленточного

кабеля (шаг 0.1 дюйма). Программа преобразования шрифтов дает возможность формировать текст как на английском, так и на других языках. Панели оператора OP6800/6810 можно использовать совместно с выпускаемыми фирмой Z-World одноплатами компьютера (Single Board Computer – SBC) в качестве интеллектуальной панели ввода и отображения информации.

Панели оператора OP6700/6600 (Intellicom)

Панели оператора OP6700/6600 (рис. 5) содержат графический символьный жидкокристаллический дисплей с подсветкой. Формат матрицы отображения 4×20 символов. Для приложений, в которых требуется повышенная контрастность изображения, предусмотрена возможность использования вакуумных люминесцентных дисплеев (Vacuum Fluorescent Display – VFD). Кроме дисплея имеется 12 тактильных клавиш. Отличительной особенностью модели OP6700 является наличие Ethernet-контроллера (стандарт 10BASE-T) и аудиовыхода (частота и уровень выходного сигнала регулируются на программном уровне). Панели оператора OP6700/6600 построены на базе микропроцессора Rabbit 2000. Возможности и технические параметры модели OP6700 [4]:

- максимальная тактовая частота микропроцессора 18.432 МГц
- микропроцессор содержит таймеры: реального времени, "сторожевой", пять универсальных 8-разрядных и один 10-разрядный
- объем памяти: флэш – 512 кбайт (2×256), SRAM – 128 кбайт
- имеется четыре цифровых входа и четыре цифровых выхода, реализованные по схеме с открытым



Рис. 5. Панель оператора OP6700

- коллектором (максимально допустимый втекающий ток 200 мА)
- напряжение литиевой батареи резервного питания 3 В, емкость 1000 мА·ч
- два порта RS-232, один – RS-485
- напряжение питания 9-40 В
- потребляемая мощность при включенной подсветке 2.4 Вт
- диапазон рабочих температур от 0 до 50 °С
- разъемы под клеммы с винтовым креплением
- габаритные размеры 119×109×20 мм.

Более полную информацию о возможностях и параметрах выпускаемых фирмой Z-World панелей оператора можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.zworld.com>

ЛИТЕРАТУРА:

1. eDisplay (OP7200) 1/4 VGA Operator Control Panel. User's Manual. – Z-World, 2002.
2. OP7100 Serial Graphic Display. User's Manual. – Z-World, 2002.
3. MiniCom (OP6800) C-Programmable Operator Interface. User's Manual. – Z-World, 2002.
4. OP6700 Intellicom. Models OP6700, OP6600 (<http://www.zworld.com>).
5. <http://www.zworld.com>

НОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

В статье рассмотрены новые микросхемы датчиков, предназначенные для дистанционного измерения температуры.

Одной из наиболее широко используемых микросхем аналоговых датчиков температуры является микросхема AD590, выпускаемая фирмой Analog Devices с 1975 г. Эта микросхема содержит двухполюсник источника тока, пропорционального температуре. Коэффициент преобразования датчика 1 мкА/К, выходной ток при +25 °С (298.2 К) составляет 298.2 мкА, выходное сопротивление не менее 10 МОм. До последнего времени семейство микросхем AD590 было представлено относительно дорогими моделями в металлическом или керамическом корпусе, предназначенными для жестких условий эксплуатации. Со второго квартала 2003 г. фирма начала выпуск новой недорогой модели этой микросхемы в корпусе 8-SOIC с основными характеристиками:

- диапазон рабочих температур -55...+125 °С
- погрешность в диапазоне рабочих температур не более 4 °С
- погрешность при температуре 25 °С не более 3 °С
- рабочее напряжение от 4 до 30 В.

FOB-цена микросхемы AD590 в партии 1000 шт. составляет 1.5 доллара США.

Семейство высокоточных цифровых датчиков температуры фирма Analog Devices пополнила новыми малогабаритными микросхемами TMP05 и TMP06 с ШИМ-выходом. Основные характеристики микросхем:

- диапазон рабочих температур -55...+150 °С
- погрешность в диапазоне рабочих температур не превышает 3 °С
- погрешность в диапазоне температур +25...+100 °С не превышает 1 °С
- в TMP05 выход двухтактный ТТЛ/КМОП-совместимый, в TMP06 – с открытым стоком
- напряжение питания от 2.7 до 5.5 В
- паявыводной корпус SC-70 (2.0×2.1 мм) или SOT-23 (2.9×2.8 мм).

Структурная схема микросхемы TMP05/06 приведена на рис. 1. Микросхема содержит аналоговый сенсор температуры и синхронный преобразователь напряжения в частоту (цифровой модулятор), функционирующий таким образом, что на выходе микросхемы длительность импульса высокого уровня $t1$ постоянна, а длительность паузы между импульсами $t2$ варьируется в зависимости от температуры. Измеренная температура T в градусах Цельсия вычисляется согласно соотношению: $T=419-768 \times (t1 / t2)$.

Микросхемы имеют три режима работы, которые устанавливаются уровнем сигнала на трехуровневом управляющем входе FUNC:

- непрерывное формирование ШИМ-сигнала (вход FUNC не подключен)
- формирование одного периода ШИМ-сигнала по запросу контроллера (низкий уровень сигнала на входе FUNC)
- формирование одного периода ШИМ-сигнала при шлейфовом подключении группы датчиков (высокий уровень сигнала на входе FUNC).

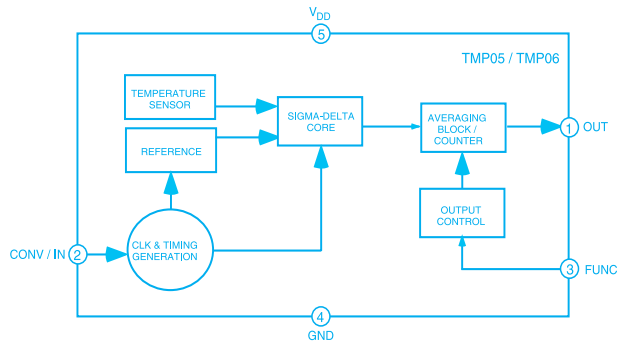


Рис. 1. Структурная схема микросхемы TMP05/06

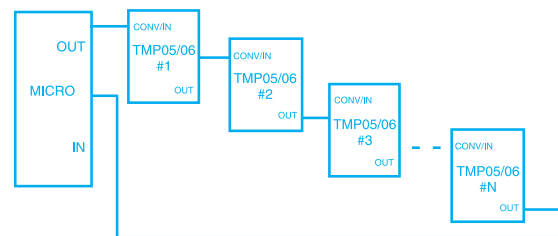


Рис. 2. Схема шлейфового подключения микросхем датчиков температуры

Второй трехуровневый управляющий вход CONV/IN при подаче на микросхему напряжения питания используется для задания одного из трех возможных значений частоты ШИМ-сигнала, а в дальнейшем – для формирования одного периода ШИМ-сигнала или опроса датчиков при шлейфовом подключении.

При таком подключении микросхем TMP05/06 (рис. 2) по стартовому импульсу контроллера производится последовательный опрос всех микросхем. При опросе микросхема N сначала работает в режиме ретранслятора и передает со своего входа на выход сигналы от микросхемы $N-1$, затем, приняв от нее стартовый импульс длительностью 17 мкс, формирует сначала период своего ШИМ-сигнала, затем – стартовый импульс для микросхемы $N+1$.

FOB-цена микросхем TMP05/06 в партии 1000 шт. составляет 0.95 доллара США независимо от типа корпуса.

Дополнительную информацию о микросхемах датчиков температуры можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com