НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

№6, 2005 г.

Информационно-технический журнал.

Учредитель – ЗАО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835

Редактор:
Геннадий Каневский
vesti@compel.ru

Редакционная коллегия:
Юрий Гончаров
Игорь Зайцев
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Александр Райхман
Игорь Таранков
Илья Фурман

Дизайн и верстка:
Евгений Торочков
Елена Георгадзе

Распространение:
Эдуард Бакка

Электронная подписка:
novosti@compel.ru

Отпечатано:
ООО «Оперативная печать»
г. Москва

Тираж – 1000 экз.
© «Новости электроники»
Подписано в печать:
22 сентября 2005 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Инструментальные АЦП производства Texas Instruments *(Евгений Звонарев)* 2

Новое семейство АЦП из 36 преобразователей *(National Semiconductor)* 6

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

Новые высокопроизводительные микроконтроллеры с низким энергопотреблением семейства AVR® *(Atmel)* 7

DSP

Подключение АЦП серий ADS784x/834x к цифровым сигнальным процессорам (DSP) *(Том Хендрик – Texas Instruments)* 9

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Новые источники питания Mean Well для систем промышленной автоматики *(Сергей Кривандин)* 12

ДАТЧИКИ

Датчики освещенности HSDL-9000 и HDSL-9001 *(Agilent Technologies)* 14

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Новые выпрямительные модули семейства SEMIX® *(Semikron)* 15

НОВИНКИ

Новое на складе КОМПЭЛа 16

СТРАНИЦА ГЕОРГИЯ КЕЛЛА

Motorola, ON Semi, Freescale: портрет компаний 17

БИБЛИОТЕЧКА РАЗРАБОТЧИКА

Проблема выбора усилителя *(Рон Манчини – Texas Instruments)* 20

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

Разработай «умный дом» своими руками *(Петр Перевозчиков – ТерраЭлектроника)* 28

ЮНОМУ ЭЛЕКТРОНЩИКУ

Цифровой термометр BM8037 *(Александр Квашин – Мастер Кит)* 30

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ АЦП производства TEXAS INSTRUMENTS

В статье рассмотрены современные и новейшие АЦП для точных измерительных устройств и систем управления фирмы Texas Instruments. Перечень выпускаемых преобразователей этого мирового лидера начинается от недорогих АЦП общего применения и заканчивается прецизионными системами сбора данных. Подробно рассматриваются ключевые характеристики дельта-сигма (ΔΣ) АЦП — наиболее популярного класса преобразователей для обработки аналоговых сигналов с высокой точностью.

В последнее десятилетие аналого-цифровые преобразователи, построенные по принципу дельта-сигма модуляции, завоевали большую популярность у разработчиков. Ряд уникальных свойств позволяет им успешно конкурировать с интегрирующими и АЦП поразрядного уравновешивания на основе регистра последовательных приближений (Successive-Approximation Register или SAR-АЦП). Там, где необходима высокая разрешающая способность системы в диапазоне частот от нуля до нескольких мегагерц, использование ΔΣ-преобразователей становится более чем оправданным. Главное отличительное свойство ΔΣ-АЦП — возможность увеличения скорости преобразования за счет разрешающей способности. Есть еще возможность повышения быстродействия и разрешающей способности за счет роста потребляемой мощности. Взаимосвязь этих трех параметров позволяет использовать дельта-сигма преобразователи в самых разных приложениях. В то же время, так как этот класс АЦП работает по принципу избыточной дискретизации с последующей цифровой фильтрацией, имеется возможность снизить требования к фильтру защиты от наложения спектров. Важно и то, что требования к точности компонентов для построения цифровых фильтров гораздо ниже, чем для аналоговых фильтров, что делает ΔΣ-преобразователи идеальным выбором для устройств с низкой стоимостью и высоким разрешением.

В заголовке статьи присутствует слово «инструментальные». Термин «инструментальный» используется для приборов, предназначенных для применения в медицине, промышленных прецизионных измерительных системах. Важнейшими свойствами инструментальных ИС являются линейность и монотонность передаточной характеристики, точность и стабильность параметров, высокое отношение сигнал/шум. Время преобразования (быстродействие) не имеет принципиального значения, но для максимальной частоты дискретизации должна быть гарантия отсутствия пропуска кодов. Разрядность (разрешающая способность) инструментальных АЦП полностью определяется конкретной сферой применения, но, «в среднем», составляет от 16 до 24 двоичных разрядов. Приборы с разрядностью 12...14 бит уже давно встраиваются в качестве аналоговых интерфейсов в некоторые микроконтроллеры и цифровые процессоры.

Современные ИС инструментальных АЦП реализуются с использованием трех основных архитектур:

- поразрядного уравновешивания (ПУ) на основе регистра последовательных приближений (SAR),
- дельта-сигма (DS) модулятора и управляемого интегратора (dual-slope/multi-slope),
- в редких случаях применяется более дорогое решение на базе параллельно-последовательной (subranging, two-flash, pipeline) архитектуры, поскольку основная «ниша» таких АЦП находится выше по частоте выборки.

Развитие интегральной технологии и цифровой фильтрации привело к тому, что из номенклатуры многих фирм-производителей ИС исчезли

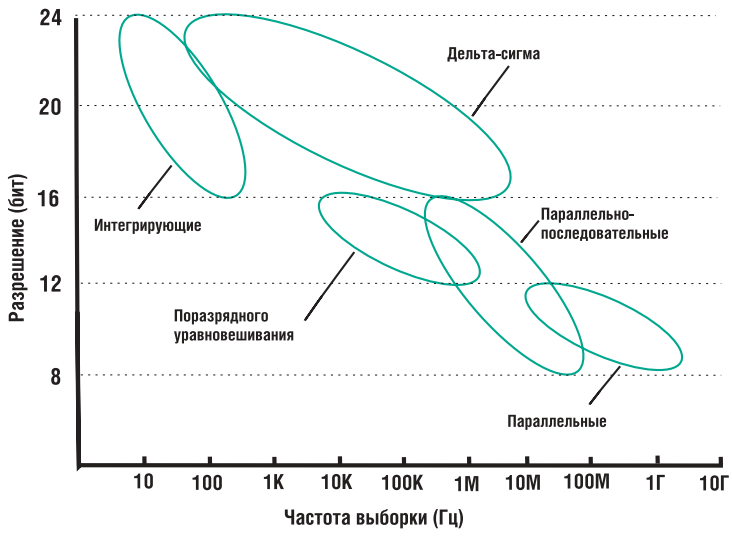


Рис. 1. **Архитектуры АЦП в зависимости от разрешения и частоты выборки**

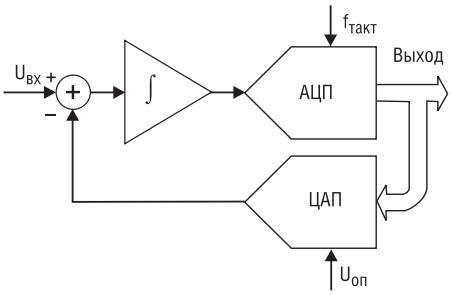


Рис. 2. **Структурная схема дельта-сигма модулятора**

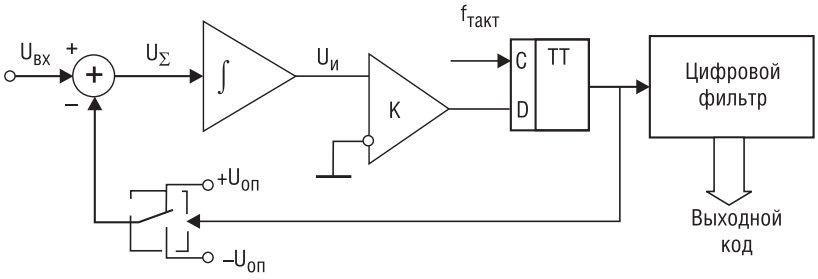


Рис. 3. **Структурная схема дельта-сигма АЦП**

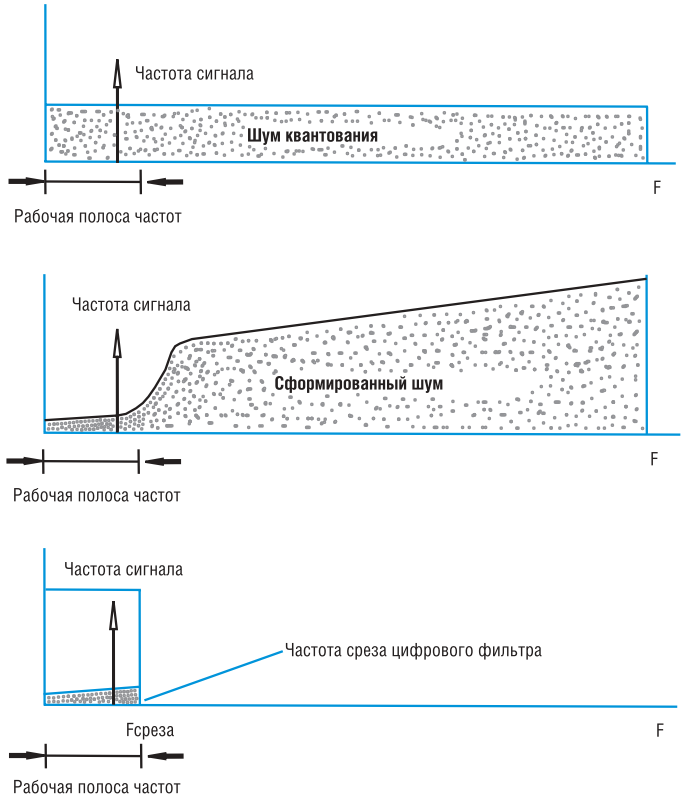


Рис. 4. **Перенос шума квантования в более высокочастотную область спектра**

интегрирующие АЦП, – их заменили преобразователи, построенные по дельта-сигма архитектуре. На рисунке 1 показано расположение АЦП, реализованных по различным структурным схемам, в координатах разрешение/частота выборки.

Своим названием дельта-сигма преобразователи обязаны наличием в них двух блоков: дифференциального усилителя (Δ) и интегратора (Σ). Один из принципов, заложенных в таких преобразователях, позволяет уменьшить погрешность, вносимую шумами. При этом возрастает разрешающая способность за счет усреднения результатов измерения на большом интервале времени. Основные узлы АЦП – это сигма-дельта модулятор и цифровой фильтр. Схема N-разрядного сигма-дельта модулятора первого порядка приведена на рис. 2.

Работа этой схемы основана на вычитании из входного сигнала $U_{вх}(t)$ величины сигнала на выходе ЦАП, полученной на предыдущем такте работы схемы. Полученная разность интегрируется, а затем преобразуется в код параллельным АЦП. Последовательность кодов поступает на цифровой фильтр нижних частот.

Порядок модулятора определяется численностью интеграторов и сумматоров в его схеме. Сигма-дельта модуляторы N-го порядка содержат N сумматоров и N интеграторов и обеспечивают большее соотношение сигнал/шум при той же частоте отсчетов, чем модуляторы первого порядка.

Наиболее широко в составе ИМС используются однобитные сигма-дельта модуляторы, в которых в качестве АЦП используется компаратор, а в качестве ЦАП – аналоговый коммутатор. Сигма-дельта АЦП высокого разрешения (структурная схема – см. рис. 3) имеют развитую цифровую часть, включающую микроконтроллер. Это позволяет реализовать режимы автоматической установки нуля и самокалибровки полной шкалы, хранить калибровочные коэффициенты и передавать их по запросу внешнего контроллера.

Еще один важный момент ΔΣ-АЦП – автоматический перенос спектра шума квантования в более высокочастотную область (см. рис. 4).

Сложные методы цифровой обработки и фильтрации обеспечивают очень высокую разрешающую способность (до 24 разрядов) и большой динамический диапазон (до 109 дБ) за счет подавления интерференции и усреднения шума. Основные параметры ΔΣ-АЦП производства Texas Instruments представлены в таблице 1.

Развитие интегральной технологии, архитектуры и схемотехники модуляторов позволяет со-

здавать прецизионные ΔΣ-АЦП с очень высоким быстродействием. Показательный пример такого новейшего преобразователя — ADS1610. При точности преобразования в 16 разрядов этот преобразователь может работать на максимальной частоте дискретизации 10 МГц. Рабочая полоса частот входного сигнала в этом случае составляет 4,9 МГц. Отношение сигнал/шум ADS1610 около 86 дБ при –94 дБ суммарных гармонических искажениях. Рабочий диапазон температур ADS1610 от –40 до +85°C. Параллельный интерфейс рассчитан на непосредственное подключение DSP процессоров TMS320 компании Texas Instruments. Преобразователь ADS1610 совместим по выводам с ADS1605, максимальная частота дискретизации которого равна 5 МГц.

Таблица 1. **Инструментальные ΔΣ-АЦП компании Texas Instruments**

Наименование	Разрядность, бит	Максимальная частота дискретизации, кГц	Кол-во входных каналов (дифф.)	Интерфейс	Диапазон входного сигнала, В или заряда, пКл	ИОН (внутренн./внешний)	Нелинейность, %	Потребляемая мощность, мВт	Корпус(а)
ADS1258	24	125	16 (8)	Serial, SPI	±5	внешний	0.0015	40	QFN-48
ADS1271*	24	105	(1)	Serial, SPI	±2,5	внешний	0.0015	35-100	TSSOP-16
ADS1252	24	41	1 (1)	Serial	±5	внешний	0.0015	40	SO8
ADS1255	24	30	2 (1)	Serial, SPI	PGA (1-64), ±5 В	внешний	0.001	35	SSOP-20
ADS1256	24	30	8 (4)	Serial, SPI	PGA (1-64), ±5 В	внешний	0.001	35	SSOP-28
ADS1251	24	20	1 (1)	Serial	±5	внешний	0.0015	7.5	SO8
ADS1253	24	20	4 (4)	Serial	±5	внешний	0.0015	7.5	SSOP-16
ADS1254	24	20	4 (4)	Serial	±5	внешний	0.0015	4	SSOP-20
ADS1210/11	24	16	1/4 (1/4)	Serial, SPI	PGA (1-16), ±5В	внеш./внут.	0.0015	27.5	DIP18/24, SO18/24, SSOP28
ADS1216	24	0,78	8 (4)	Serial, SPI	PGA (1-128), ±2,5 В	внеш./внут.	0.0015	0.6	TQFP-48
ADS1217	24	0,78	8 (4)	Serial, SPI	PGA (1-128), ±5 В	внеш./внут.	0.0012	0.8	TQFP-48
ADS1218	24	0,78	8 (4)	Serial, SPI	PGA (1-128), ±2,5 В	внеш./внут.	0.0015	0.8	TQFP-48
ADS1222	24	0,24	2 (2)	Serial	±5	внешний	0.0015	0.5	TSSOP-14
ADS1224	24	0,24	4 (4)	Serial	±5	внешний	0.0015	0.5	TSSOP-20
ADS1232**	24	0,8	2 (2)	Serial	PGA (1-128), ±2.5 В	внешний	0.0015	3	TSSOP-24
ADS1234	24	0,8	4 (4)	Serial	PGA (1-128), ±2,5 В	внешний	0.0015	3	TSSOP-28
ADS1244	24	0,015	1 (1)	Serial	±5	внешний	0.0008	0.3	MSOP-10
ADS1245	24	0,015	1 (1)	Serial	±2,5	внешний	0.0015	0.5	MSOP-10
ADS1240	24	0,015	4 (2)	Serial, SPI	PGA (1-128), ±2,5 В	внешний	0.0015	0.6	SSOP-24
ADS1241	24	0,015	8 (4)	Serial, SPI	PGA (1-128), ±2,5 В	внешний	0.0015	0.5	SSOP-28
ADS1242	24	0,015	4 (2)	Serial, SPI	PGA (1-128), ±2,5 В	внешний	0.0015	0.6	TSSOP-16
ADS1243	24	0,015	8 (4)	Serial, SPI	PGA (1-128), ±2,5 В	внешний	0.0015	0.6	TSSOP-20
ADS1212/13	22	6,25	1/4 (1/4)	Serial, SPI	PGA (1-16), ±5 В	внеш./внут.	0.0015	1.4	DIP18/24, SO18/24, SSOP28
ADS1250	20	25	1 (1)	Serial, SPI	PGA (1-8), ±4 В	внешний	0.003	75	SO-16
ADS1100	16	0,128	1 (1)	Serial, I²C	PGA (1-8), VDD	внешний	0.00125	0.3	SOT23-6
ADS1110	16	0,24	1 (1)	Serial, I²C	PGA (1-8), ±2,048 В	внутренний	0.001	0.7	SOT23-6
ADS1112	16	0,24	3 (2)	Serial, I²C	PGA (1-8), ±2,048 В	внутренний	0.001	0.7	MSOP-10, SON-10
ΔΣ-АЦП для измерения микротоков или малых зарядов (например, токов фотодиодов)									
DDC101	20	10	1	Serial	500 пКл	внешний	0.025	170	SO-24
DDC112	20	3	2	Serial	50-1000 пКл	внешний	0.025	80	SO-28, TQFP-32
DDC114	20	3	4	Serial	12-350 пКл	внешний	0.025	55	QFN-48
DDC118	20	3	8	Serial	12-350 пКл	внешний	0.025	110	QFN-48
Широкополосные (скоростные) ΔΣ-АЦП									
Наименование	**Разрядность, бит**	**Максимальная частота дискретизации, кГц**	**Рабочая полоса частот, кГц**	**Кол-во входных каналов**	**Интерфейс**	**Диапазон входного сигнала, В**	**Отношение сигнал/шум, дБ**	**Потребляемая мощность, мВт**	**Корпус**
ADS1271	24	105	51	1 дифф.	Serial	±2,5	109	35-100	TSSOP-16
ADS1625	18	1250	615	1 дифф.	P18	±3,75	93	520	TQFP-64
ADS1626	18	1250	615	1 дифф.	P18 и FIFO	±3,75	93	520	TQFP-64
ADS1610	16	10000	4900	1 дифф.	P16	±3	84	1000	TQFP-64
ADS1605	16	5000	2450	1 дифф.	P16	±3,75	88	570	TQFP-64
ADS1606	16	5000	2450	1 дифф.	P16 и FIFO	±3,75	88	570	TQFP-64
ADS1602	16	2500	1230	1 дифф.	Serial	±3	91	550	TQFP-48
ADS1601	16	1250	615	1 дифф.	Serial	±3	92	350	TQFP-48

* *Новая продукция*

** *Выпуск начнется в ближайшее время*

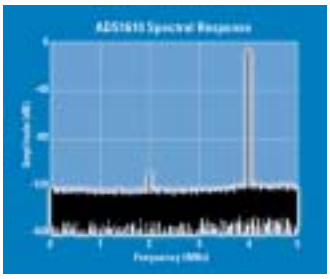


Рис. 5. **Спектральная характеристика новейшего ΔΣ-АЦП ADS1610**

Спектральная характеристика новейшего скоростного ΔΣ-АЦП ADS1610 показана на рис. 5.

Среди выпускаемых преобразователей Texas Instruments есть специализированные ΔΣ-АЦП с токовым входом для подключения высокоомных источников сигналов, например, фотодиодов и других датчиков. Это серия DDC1xx для измерения микротоков и малых зарядов (см. таблицу 1). Диапазон входного сигнала этого класса ΔΣ-АЦП измеряется в пикоКулонах (пКл). Наиболее широкий диапазон у DDC112 (50-1000 пКл).

Применение встроенного усилителя с программируемым коэффициентом усиления (PGA – Programmable Gain Amplifier) позволяет снизить требования к разрешающей способности АЦП. Texas Instruments выпускает PGA усилители в отдельных корпусах (серия PGAxxx). В некоторых случаях при необходимости дополнительного увеличения динамического диапазона входного сигнала АЦП внешний PGA может существенно увеличить разрядность преобразователя.

Практически все дельта-сигма АЦП имеют дифференциальные входы, что удобно для измерения сигналов, источниками которых являются, например, мостовые датчики и термопары. Для АЦП, используемых в устройствах с высоким разрешением, необходимы внешние малошумящие прецизионные источники опорного напряжения с малым дрейфом. Большинство дельта-сигма АЦП Texas Instruments имеют дифференциальные входы для таких ИОНов.

В производственной линейке Texas Instruments есть и широкая номенклатура АЦП с поразрядным уравновешиванием (SAR-АЦП). В литературе их часто называют АЦП последовательного приближения. Среди них к инструментальным можно отнести преобразователи с разрядностью от 16 до 18.

Количество шагов приближения этих преобразователей соответствует количеству двоичных разрядов. Точность и быстродействие таких АЦП определяется в первую очередь метрологическими характеристиками внутреннего ЦАП и технологией производства. Для увеличения точности и стабильности параметров применяется лазерная подгонка резисторов. Обойтись без этого сложного процесса позволяют ЦАП, построенные на основе метода перераспределения заряда (Capacitive DAC) со схемой самокалибровки. Данный ЦАП реализует также и функцию выборки-хранения, то есть отпадает необходимость в УВХ. Другими преимуществами АЦП ПУ являются небольшой размер кристалла, низкая потребляемая мощность и простота применения. Данный класс АЦП занимает промежуточное положение по быстродействию, разрешающей способности и стоимости между последовательно-параллельными и интегрирующими преобразователями и находит широкое применение в системах управления, контроля и цифровой обработки сигналов.

В таблице 2 представлены только новые 18-ти и 16-ти разрядные АЦП поразрядного уравновешивания (SAR-АЦП) из очень большого перечня всех преобразователей этого класса, выпускаемых Texas Instruments.

Много дополнительной информации по этой теме можно найти в статье Андрея Данилова «Микросхемы инструментальных АЦП» («Электронные компоненты» №2, 2004) и в статье Валерия Ячменникова («Электронные компоненты» №1, 2005), а также на сайте **www.gaw.ru** в разделе, посвященном АЦП.

В следующих номерах журнала «Новости электроники» планируются статьи об АЦП других ведущих мировых производителей.

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки просим обращаться в компанию КОМПЭЛ.
E-mail: msk@compel.ru.
Тел. в Москве: (095) 995-0901.
Тел. в СПб: (812) 327-9404.

Таблица 2. **Новые инструментальные АЦП поразрядного уравновешивания (SAR-АЦП) фирмы Texas Instruments**

Наименование	Разрядность, бит	Максимальная частота дискретизации, кГц	Кол-во входных каналов (дифф.)	Интерфейс	Диапазон входного сигнала, В	ИОН (внутренн./внешний)	Нелинейность, %	Отношение сигнал / шум, дБ	Потребляемая мощность, мВт	Корпус
ADS8380	18	600	1 (1)	Serial, SPI	Vопорн.	внеш./внут.	0,0015	91	115	6x6 QFN-48
ADS8382	18	600	(1)	Serial, SPI	+/-Vопор. (4.2В)	внеш./внут.	0,0012	96	115	6x6 QFN-48
ADS8381	18	580	1 (1)	P8/P16/P18	Vопорн.	внешний	0,0015	93	115	TQFP-48
ADS8406	16	500	(1)	P8/P16	+/-Vопор. (4.2В)	внеш./внут.	0,003	90	155	TQFP-48

НОВОЕ СЕМЕЙСТВО АЦП ИЗ 36 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Фирма National Semiconductor расширяет линейку аналогово-цифровых преобразователей, представляя семейство из 12 низкопотребляющих 10- и 12-битных АЦП с тремя различными группами по производительности, охватывающими диапазон от 50 KSPS до 1 MSPS.

К сентябрю 2005 г. National планирует дополнить семейство, представив 24 новых устройства, включая двух- и четырехканальные 8-битные АЦП, а также новые одно- и восьмиканальные устройства. Функциональная и повыводная совместимость позволяет разработчикам без проблем переходить от 8-битных к 12-битным устройствам, а также менять производительность без модернизации печатных плат. Например, все четырехканальные АЦП имеют одинаковое расположение выводов и входной импеданс, что позволяет, при необходимости, легко перейти на более высокую скорость либо разрядность.

Требования современного рынка диктуют необходимость разработки платформ, позволяющих легкую и быструю модификацию. Использование новых АЦП фирмы National позволяет производить такие модификации без изменения печатных плат. Уникальной возможностью является выбор производительности в трех диапазонах — от 50 до 200 KSPS, от 200 до 500 KSPS и от 500 KSPS до 1MSPS.

Новое семейство фирмы National включает в себя 8-, 10- и 12-битные устройства одно-, двух-, четырех- и восьмиканальной конфигурации в трех диапазонах скоростей, что составляет 36 различных АЦП, перекрывающих большинство задач общего применения. Все АЦП обеспечивают оптимальную производительность при минимальном потреблении энергии. Например, 12-битные двух- и четырехканальные АЦП обеспечивают гарантированную 12-битную монотонность, интегральную нелинейность ±1 МЗР, дифференциальную нелинейность ±1 МЗР и отношение сигнал/шум в 71 dB min. Потребление энергии при этом составляет всего 1,9 мВт при напряжении питания 3В. Для приведения уровня сигнала к требуемому диапазону, АЦП могут комбинироваться с усилителями общего назначения фирмы National.

Данный материал предоставлен компанией SPOERLE An Arrow Company.

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки просим обращаться в компанию КОМПЭЛ.
E-mail: msk@compel.ru.
Тел. в Москве: (095) 995-0901.
Тел. в СПб: (812) 327-9404.

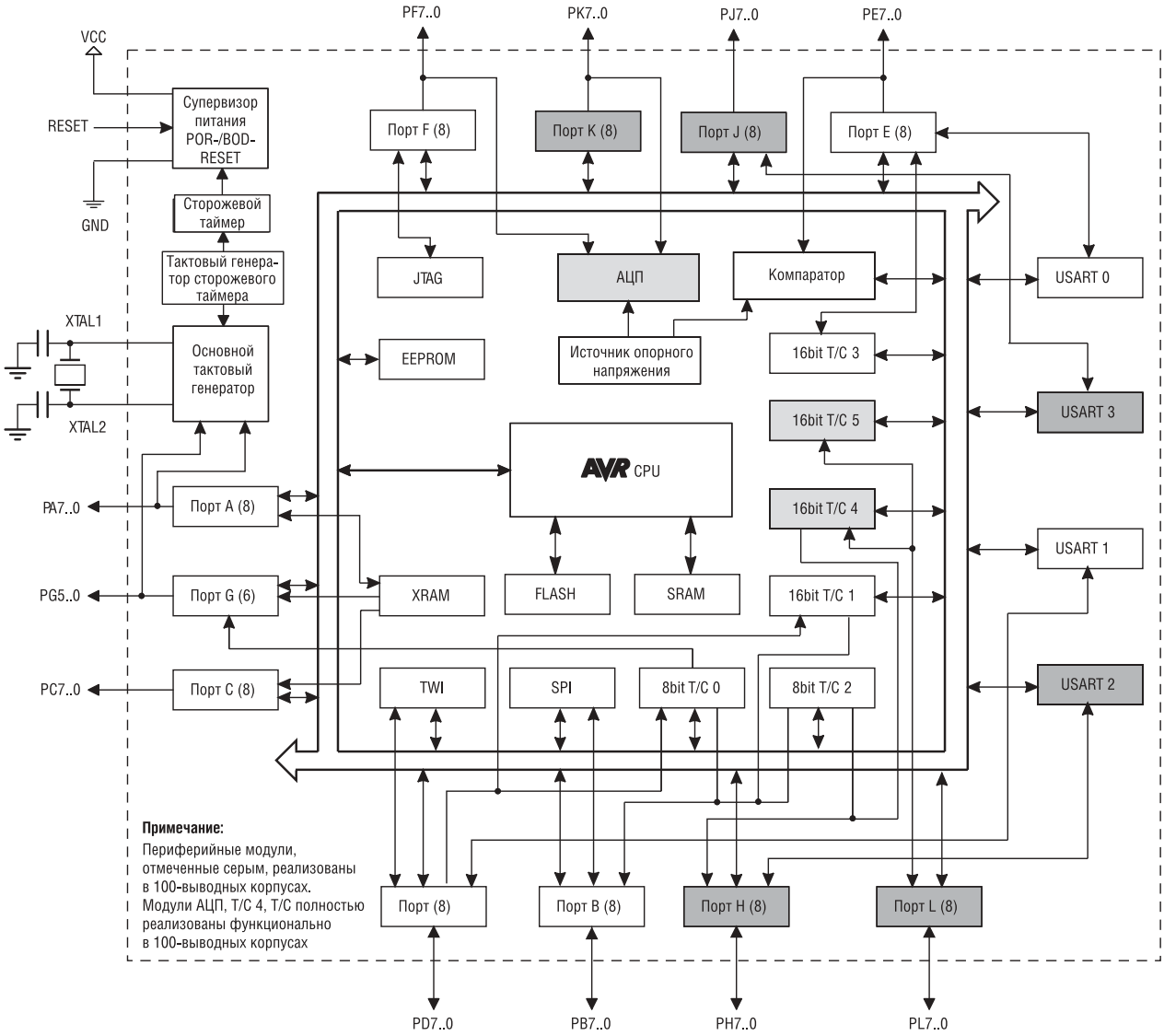
Разрядность	Скорость	Число каналов			
		1	2	3	4
8 бит	50 ksps – 200 ksps	ADC081S021	ADC082S021	ADC084S021	ADC088S022
	200 ksps – 500 ksps	ADC081S051	ADC082S051	ADC084S051	ADC088S052
	500 ksps – 1 Msps	ADC081S101	ADC082S101	ADC084S101	ADC088S102
10 бит	50 ksps – 200 ksps	ADC101S021	ADC102S021	ADC104S021	ADC104S022
	200 ksps – 500 ksps	ADC101S051	ADC102S051	ADC104S051	ADC104S052
	500 ksps – 1 Msps	ADC101S101	ADC102S101	ADC104S101	ADC104S102
12 бит	50 ksps – 200 ksps	ADC121S021	ADC122S021	ADC124S021	ADC124S022
	200 ksps – 500 ksps	ADC121S051	ADC122S051	ADC124S051	ADC124S052
	500 ksps – 1 Msps	ADC121S101	ADC122S101	ADC124S101	ADC124S102

НОВЫЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ С НИЗКИМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ СЕМЕЙСТВА AVR®

Корпорация **ATMEL**®, мировой лидер в разработке и производстве полупроводниковой техники, представляет новое пополнение в линейке высокопроизводительных низкопотребляющих микроконтроллеров с флеш-памятью семейства AVR®.

Областью применения этих новых МК являются устройства, требующие большой программной памяти и широкого набора периферийных устройств, как например, одноплатные компьютеры. Микроконтроллеры ATmega640, ATmega1280 и ATmega2560 поставляются в 100-выводном корпусе, а ATmega1281 и ATmega2561 имеют 64 вывода.

МК содержат от 64 до 256 КБайт программной флеш-памяти и 8 КБайт встроенного ОЗУ. Обладая линейным адресным пространством до 8 МБайт, эти микроконтроллеры способны работать с такими объемами памяти без переключения страниц. Использование этих МК нового поколения позволяет су-



щественно уменьшить общее число компонентов в системе. Встроенный RC-генератор с максимальной тактовой частотой 8 МГц имеет возможность калибровки с точностью +/-2%, что во многих случаях позволяет обойтись без внешнего кварца. Сторожевой таймер (watchdog) тактируемый от независимого RC-генератора наряду со встроенным супервизором питания (BOD) с программируемым уровнем срабатывания обеспечивают безопасность работы без дополнительных затрат. Возможность работы при питающем напряжении в 1,8 В и наличие нескольких режимов пониженного энергопотребления, таких, как режим «сна» с потреблением всего в 100 нА, существенно увеличивают время работы от батарей. Наряду с большим объемом программной памяти это — основное преимущество данных МК. Дополнительное увеличение времени работы от батарей обеспечивается высокой «плотностью» кода на языке С для микроконтроллеров семейства AVR®, т.к. снижение числа инструкций, затрачиваемых на задачу, уменьшает время ее выполнения, а следовательно, и потребление энергии микроконтроллером.

В 100-выводных версиях присутствуют 4 универсальных синхронно-асинхронных приемопередатчика (UART), 16-канальный аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) и 16 каналов широтно-импульсной модуляции (ШИМ), а 64-выводные устройства содержат 2 канала UART, 8-канальный АЦП и 10-канальный ШИМ. Максимальная производительность составляет 16 MIPS при тактовой частоте в 16 МГц, что обеспечивает высокую скорость обработки задач.

Образцы микроконтроллеров доступны для заказа. Планируемое начало массового производства ATmega2561 и ATmega2560 — третий квартал 2005 года, ATmega640, ATmega1280 и ATmega1281 — четвертый квартал 2005-го года. ATmega640, ATmega1280 и ATmega2560 поставляются в 100-выводном корпусе, а ATmega1281 и ATmega2561 — в 64-выводном.

Данный материал предоставлен компанией SPOERLE An Arrow Company.

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки просим обращаться в компанию КОМПЭЛ.
E-mail: msk@compel.ru.
Тел. в Москве: (095) 995-0901.
Тел. в СПб: (812) 327-9404.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ АЦП СЕРИЙ ADS784x/834x К ЦИФРОВЫМ СИГНАЛЬНЫМ ПРОЦЕССОРАМ (DSP)

Статья специалиста из компании Texas Instruments посвящена практическому применению 12- и 16-битных АЦП производства Texas Instruments совместно с цифровыми сигнальными процессорами того же производителя.

ВВЕДЕНИЕ

12-битные аналогово-цифровые преобразователи (АЦП) ADS7841 и 16-битные АЦП ADS8341/3 совместимы по выводам друг с другом, имеют по 4 аналоговых канала и синхронный последовательный интерфейс. Типовая потребляемая мощность составляет около 2 мВт на частоте 200 кГц у ADS7841 и около 8 мВт на частоте 100 кГц для ADS8341/3. 12-битные АЦП ADS7844 и 16-битные АЦП ADS8344 совместимы по выводам друг с другом, имеют по 8 аналоговых каналов и потребление энергии как у своих 4-канальных собратьев. Низкое энергопотребление наряду с высокой производительностью и встроенным мультиплексором делает эти АЦП удачным выбором для портативных устройств с питанием от батарей, таких, как PDA, переносные многоканальные регистраторы, измерительное оборудование и т.д.

В документации на эти микросхемы приведено множество примеров подключения их к микроконтроллерам с синхронным последовательным интерфейсом (SPI), однако отсутствует информация об их использовании совместно с DSP. В данной статье мы рассмотрим простейший способ подключения таких АЦП к цифровым сигнальным процессорам фирмы Texas Instruments (TI), содержащим многоканальный буферизованный последовательный порт (McBSP). Информация, приведенная в статье справедлива для TMS320F2812 и всех устройств на платформах TMS320C5000™ и TMS320C6000™.

ЦИФРОВОЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ СВЯЗИ С МИКРОКОНТРОЛЛЕРАМИ

В описании цифровой части в руководстве пользователя на все пять типов АЦП показана типичная шина SPI с пакетным режимом тактирования с использованием 8- или 16-битного режима. Реализация самого интерфейса SPI не представляет сложностей, некоторые затруднения могут возникать при конвертации принятых данных в удобный для микропроцессора формат. На рис. 1 показан классический 8-битный интерфейс SPI. Сложность, с которой сталкиваются многие пользователи при использовании этого интерфейса, заключается в преобразовании принятых данных в требуемый вид с минимальными программными затратами. Не все пользователи при беглом знакомстве с этими микросхемами замечают тот факт, что старший значащий разряд (MSB) принимается на 9 такте. При использовании SPI интерфейса микроконтроллера, подобного MSP430, 7 старших значащих разрядов данных будут сохранены в 8-битном регистре, а 5 младших значащих разрядов (LSB) сохраняются во втором 8-битном регистре. Для преобразования принятых данных в удобный вид следует байты, хранящиеся в обоих регистрах сдвинуть (вправо либо влево) и объединить. Однако, в таких применениях, как управление мотором, внесение дополнительных программных задержек в преобразование данных просто недопустимо.

Если микроконтроллер поддерживает 16-битный SPI интерфейс, как, например серия TMS470 производства TI, то процесс может быть несколько

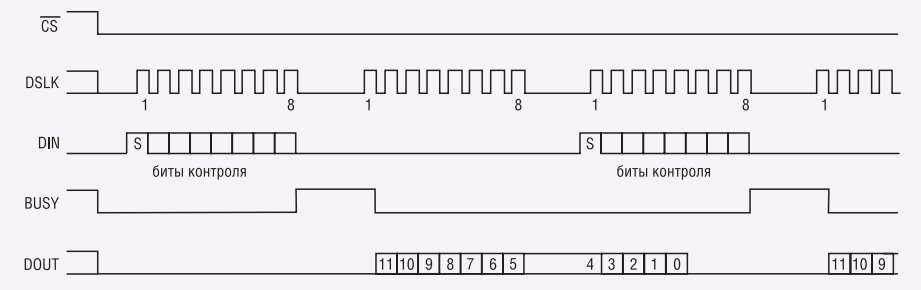


Рис. 1. **Стандартный 8-битный интерфейс SPI**

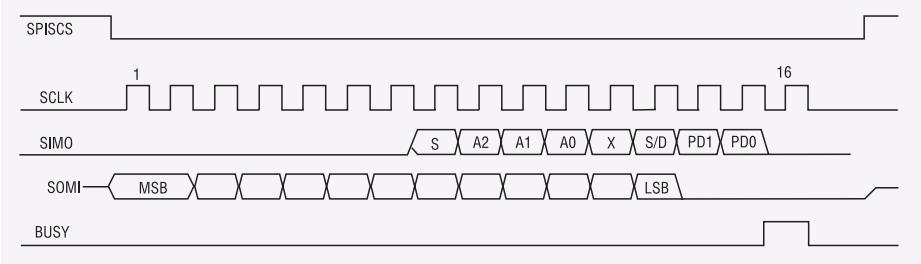


Рис. 2. **Модифицированный 16-тактовый SPI интерфейс**

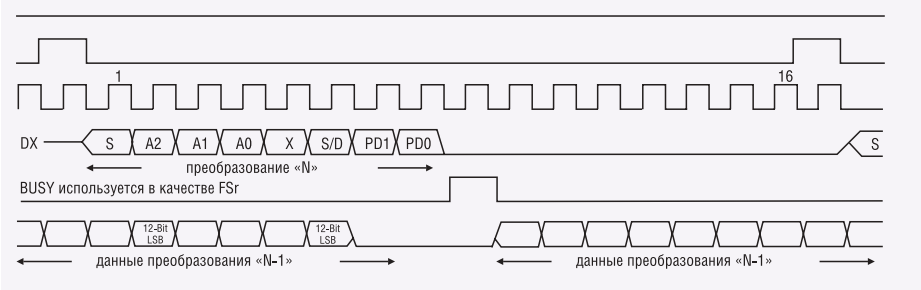


Рис. 3. **При обмене DSP используется 16 тактов**

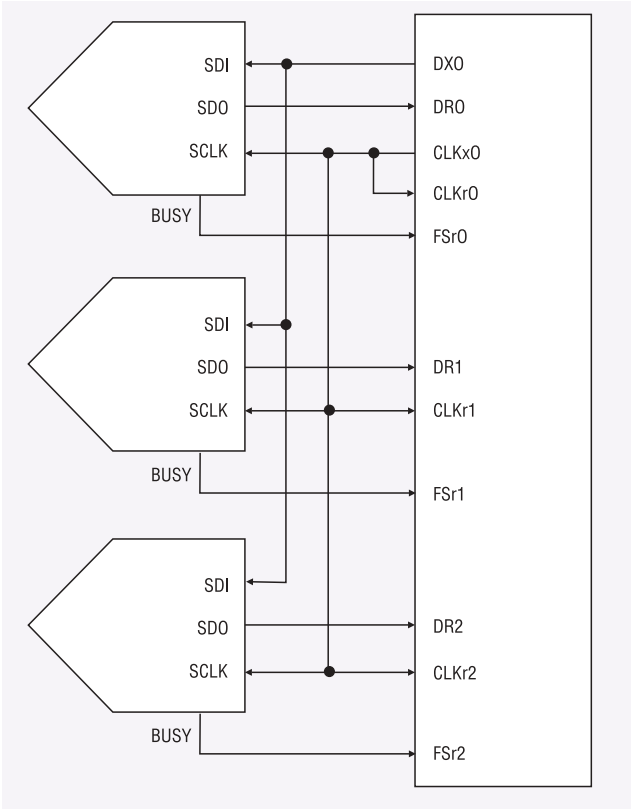


Рис. 4. **Подключение нескольких АЦП**

упрощен. Для 12-битных АЦП все данные будут приняты в одном 16-битном цикле передачи. Для этого следует сдвинуть командный байт на 7 бит влево, как показано на рис. 2. Линия SPISCS подключается к входу выбора кристалла АЦП при использовании нескольких устройств на шине SPI, см. также рис. 2. Модифицированный 16-тактовый интерфейс SPI, изображенный на рис. 2 использует выставление сигнала BUSY на спаде 15-го такта. Тем не менее, в некоторых случаях все равно может потребоваться сдвиг данных. 12-битные данные выровнены по старшему значащему разряду, причем сам СЗР дублирован. Программные затраты в этом случае будут меньше, т.к. сдвиг может быть осуществлен непосредственно процедурой обслуживания SPI интерфейса во время приема. Однако, у данного метода существует два недостатка. Во-первых, теряется младший значащий разряд. Он «обрезается» при переходе из режима выборки в режим хранения, процессор всегда читает его как «1». Второй момент — это задержка. АЦП этой серии начинают преобразование после того, как из них прочитан бит A0. Поэтому данные, изображенные на рис. 2, представляют собой результат предыдущего измерения, что вносит в систему дополнительную задержку. При использовании 16-битных АЦП проблема еще более усугубляется. Как 8- так и 16-битным SPI-контроллерам, таким, как MSP430 и TMS470 потребуется не менее 24 тактов SCLK для завершения 15-битной передачи. Если же требуются все 16 бит результата, то это потребует 32 тактов. При этом остается насущной проблема конвертации данных, требующая программных затрат.

ЦИФРОВОЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ СВЯЗИ С DSP ФИРМЫ TI

Использование высокоскоростных и многоцелевых портов McBSP процессоров TMS320F2812 и процессоров на платформах C5000™ и C6000™ практически полностью избавляет от неудобств,

имеющих место при использовании шины SPI микроконтроллеров. Порт McBSP имеет независимые функции приемника и передатчика, благодаря чему синхроимпульсы приема и передачи (FS) также независимы. Когда сигнал выбора кристалла (/CS) находится в состоянии логического нуля, в качестве синхроимпульса приема (FSr) может быть использован сигнал BUSY, сообщающий о начале передачи потока данных приемнику. Принятые в DSP данные не требуют последующей конверсии. Установив разрядность данных в 16 бит можно использовать одну и ту же программу как для работы с 12-битным ADS7841, так и с 16-битным ADS834x.

Как показано на рис. 3, выходные данные расположены между командами запуска преобразования, что обеспечивает минимальную задержку между преобразованиями. Как для 12-битных, так и для 16-битных устройств данные передаются в DSP начиная со старшаго значащего разряда. Если требуется выравнивание по младшему значащему разряду, то потребуется 4-битный сдвиг влево после приема. Еще одним важным преимуществом использования DSP является возможность одновременного использования до трех АЦП в тех случаях, когда DSP имеет несколько последовательных портов. Это осуществляется при помощи одного ведущего передатчика, подключенного одновременно ко всем трем АЦП и возврата тактирования на все три ведомых приемника портов. Сигналы BUSY с каждого из АЦП также служат синхроимпульсами FSr для приемников. На рис. 4 показан пример использования нескольких АЦП с одновременным запуском.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ADS784x/ADS834x являются весьма удобными преобразователями, их преимуществами являются простой последовательный интерфейс, низкое энергопотребление, высокая производительность и простота использования. Они весьма удобны для переносных приборов, требующих высокой производительности и допускающих возможность модернизации.

Другая информация по данной теме:

http://dataconverter.ti.com
http://dsp.ti.com

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки просим обращаться в компанию КОМПЭЛ.

E-mail: msk@compel.ru.
Тел. в Москве: (095) 995-0901.
Тел. в СПб: (812) 327-9404.

*Наименование	Flash	RAM	Производительность, MIPS	Возможность работы с внешней памятью	Корпус/количество выводов
TMS320F2812PGFA	128K	18K	150	ЕСТЬ	LQFP176
TMS320F2812GHHA	128K	18K	150	ЕСТЬ	BGA179
TMS320F2811PBKA	128K	18K	150	НЕТ	LQFP128
TMS320F2810PBKA	64K	18K	150	НЕТ	LQFP128
TMX320F2808PZA/GGMA	64K	18K	100	НЕТ	BGA100 LQFP100
TMX320F2806PZA/GGMA	32K	10K	100	НЕТ	BGA100 LQFP100
TMX320F2801PZA/GGMA	16K	6K	100	НЕТ	BGA100 LQFP100
TMS320R2812PGFA	НЕТ	20K	150	ЕСТЬ	LQFP176
TMS320R2812GHHA	НЕТ	20K	150	ЕСТЬ	BGA179
TMS320R2811PBKA	НЕТ	20K	150	НЕТ	LQFP128

НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ MEAN WELL ДЛЯ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ

Обзор посвящен новым сериям AC/DC преобразователей известного тайваньского производителя — компании Mean Well.

Тайваньская компания **Mean Well** выпускает широкую гамму AC/DC преобразователей для монтажа на DIN-рейку серий DR, DRP, DRT.

Весной 2005 г. были анонсированы новые серии DR-30 и DR-60 источников питания мощностью 30 и 60 Вт соответственно для монтажа на DIN-рейку. Выпуск этих серий стал ответом на возрастающую потребность рынка в источниках питания для промышленной автоматики.

Основные параметры преобразователей DR-30 и DR-60:

- Входное напряжение 85-264 В переменного тока или 120-370 В постоянного тока
- Комплекс защит: от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения
- Ограничение пускового тока, мягкий старт
- Механическая подстройка Uвых: ±10%
- Электрическая прочность изоляции: 3 кВ переменного тока
- Диапазон рабочих температур: -20...+50°C
- Сертифицировано: UL60950-1, TUV EN60950-1, EN55022 класс B, EN61000-2, EN61000-3-2,3 EN61000-6-2, EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, ENV50204, EN61204-3

Новые модули имеют ряд отличий от прежних моделей. Преобразователи серий DR-30 и DR-60 выпускаются в пластмассовом корпусе (рис. 1), имеют класс защиты II. Это обеспечивает пользователю более безопасную работу, поскольку наличие пластмассового корпуса исключает возникновение опасных токов утечки. Модули имеют меньшее время включения и более широкий температурный диапазон от -20 до 50°C. У преобразователей высокий коэффициент полезного действия до 86%, они охлаждаются в процессе работы путем естественной конвекции. Имеются модели с выходным напряжением 5, 12, 15 или 24 В. Варианты моделей приведены в таблице 1.

Новые модели явились интересным и востребованным дополнением линейки преобразователей Mean Well для систем промышленной автоматики. С учетом серий DR-30 и DR-60 модельный ряд источников питания для монтажа на DIN-рейку этой компании выглядит следующим образом: 30, 45, 60, 75, 120, 240, 480, 960 Вт. Базовые параметры преобразователей приведены в таблице 2. Такое разнообразие позволяет разработчику выбрать оптимальный вариант обеспечения питания устройств и систем промышленной автоматики в зависимости от требуемой нагрузки и перспектив развития системы.

Источники питания серий DR-30 и DR-60 будут доступны российскому потребителю со склада компании КОМПЭЛ в сентябре текущего года.

Таблица 1. **Модели AC/DC-преобразователей на DIN-рейку мощностью 30 и 60 Вт**

Наименование	P вых, Вт	U вых, В	I вых, А	Размеры, мм	Масса, кг
DR-30-5	30	5	3	78×93×56	0.27
DR-30-12		12	2		
DR-30-15		15	2		
DR-30-24		24	1.5		
DR-60-5	60	5	6.5		0.30
DR-60-12		12	4.5		
DR-60-15		15	4.0		
DR-60-24		24	2.5		

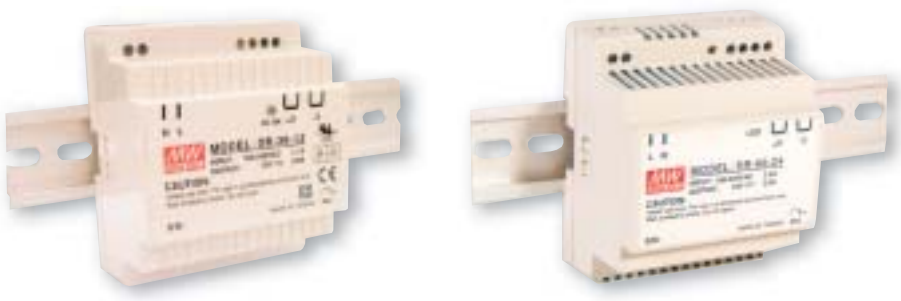


Рис. 1. **Внешний вид преобразователей DR-30 и DR-60**

Таблица 2. **Параметры преобразователей Mean Well для монтажа на DIN-рейку**

Серия	Pвых, Вт	Uвх, В перем. тока (В пост. тока)	Uвых, В	Темп. диап.,°С	Размеры корпуса, мм
DR-30 (НОВАЯ!)	30	85...264 (120...370)	5, 12, 15, 24	-20...+50	78×93×56
DR-45xx	45	85...264 (120...370)	5, 12, 15, 24	0...40	93×78×67
DR-60 (НОВАЯ!)	60	85...264 (120...370)	5, 12, 15, 24	-20...+50	78×93×56
DR-75	75	85...264 (120...370)	12, 24, 48	-10...60	56×126×100
DR-120	120	88...132/176...264 (переключатель)	12, 24, 48	-10...60	66×126×100
DRP-240	240	85...264 (120...370)	24, 48	-10...55	126×126×100
DRP-480	480	180...264 (250...370)	24, 48	-20...50	227×126×100
DRP-480S	480	90...132/180...264 (переключатель)	24, 48	-20...50	227×126×100
Модели с трехфазным входом, 4 провода					
DRT-240	240	340...550	24, 48	-20...70	126×126×100
DRT-480	480	340...550	24, 48	-20...70	227×126×100
DRT-960	960	340...550	24, 48	-20...50	275×126×100

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки просим обращаться в компанию КОМПЭЛ.

E-mail: msk@compel.ru.

Тел. в Москве: (095) 995-0901. Тел. в СПб: (812) 327-9404.

ДАТЧИКИ ОСВЕЩЕННОСТИ HSDL-9000 И HSDL-9001

Agilent Technologies
Innovating the HP Way

Компания **«Agilent Technologies»** наладила производство серии датчиков освещенности (ALPS): HSDL-9000 с цифровым выходом и HSDL-9001 с аналоговым выходом. Датчики предназначены для определения уровня освещенности окружающей среды. Отличительной особенностью таких датчиков в сравнении с аналогами других производителей является их максимум спектральной чувствительности, который совпадает с максимумом чувствительности человеческого глаза и составляет 550 нм. Характеристика используемого фотодиода устраняет зависимость этой серии датчиков от типа источника светового излучения – дневного, люминесцентного или галогенного, как это наблюдается у кремниевых фотодиодов. Преимуществом этой серии также является быстрый и наиболее точный отклик в различных условиях освещенности и оптимизация характеристики под зависимость чувствительности человеческого глаза к световому спектру.

Использование данного датчика в РЭА позволяет сократить потребляемую электроэнергию устройств

ПРИМЕНЕНИЕ:

– **автомобилестроение:** приборные панели, контроль силы света фар;

– **бытовое:** освещение, телевизоры, видеокамеры, ноутбуки;

– **портативная техника:** мобильные телефоны, КПК, видео и фото аппаратура;

– устройства управления освещением (напр. фотореле).

HSDL-9001 с аналоговым выходным сигналом:

– дешевый;

– миниатюрный (2 × 1,5 × × 0,6 мм) безвыводной корпус (QFN) для поверхностного монтажа;

– минимальное энергопотребление;

– температурная стабильность при -40...85°C;

– управление порогом срабатывания;

– максимум чувствительности при 550 нм;

– напряжение питания 2,7...3,6 В

HSDL-9000 с цифровым выходным сигналом:

– миниатюрный (4 × 3,2 × × 1,1 мм) корпус (PLCC) для поверхностного монтажа;

– максимум чувствительности при 550 нм;

– простота проектирования при использовании цифрового выхода;

– встроенный фотодиод и аналого-цифровой преобразователь;

– позволяет удобно управлять подсветкой с возможностью подстройки чувствительности;

– минимальное энергопотребление (30 мкА);

– температурная стабильность при -40...85°C;

– максимум чувствительности при 550 нм;

– регулировка чувствительности тремя цифровыми уровнями и аналоговым сигналом;

– напряжение питания 2,7...3,6 В;

– спящий режим (10 нА);

– дешевый.

http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-2299EN.pdf

http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5989-2300EN.pdf

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки просим обращаться в компанию КОМПЭЛ.

E-mail: msk@compel.ru.

Тел. в Москве: (095) 995-0901.

Тел. в СПб: (812) 327-9404.

НОВЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ СЕМЕЙСТВА SEMIX® ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО СОЕДИНЕНИЯ ИНВЕРТОРА IGBT С ВХОДНЫМ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫМ МОСТОМ

SEMIKRON

Компания SEMIKRON предлагает новые выпрямительные модули с током до 300 А в конструктиве SEMiX. Идентичность конструкции выпрямителей и IGBT-модулей SEMiX позволяет создавать простые, малогабаритные и надежные конструкции силовых преобразователей. Благодаря одинаковой высоте корпусов модулей, DC-шина с банком конденсаторов может быть подключена непосредственно к сборке «выпрямитель — инвертор» без использования соединительных приводов, что позволяет упростить конструкцию и сэкономить до 15% объема изделия.

Новые выпрямительные мосты SEMiX в корпусе высотой 17 мм, позволяющие осуществлять непосредственную связь с IGBT-модулями, открывают новые возможности по дальнейшему уменьшению габаритов мощных компактных инверторов. Новый способ соединения выпрямителя и инвертора обеспечивает значительное снижение распределенных индуктивностей DC-шин, и соответственно, уменьшение уровня динамических перенапряжений. Выпрямительные мосты SEMiX® в сочетании с модулями SEMiX® IGBT предназначены для применения в приводах и источниках питания мощностью от 15 до 110 кВт.

В выпрямительных мостах SEMiX® используются разработанные SEMIKRON кристаллы тиристоров и диодов серии SEMICELL™ со стеклянной пассивацией, производимые по новейшим технологиям без применения свинца. Выпрямители SEMiX выпускаются в 2 конфигурациях — неуправляемой и полууправляемой, они рассчитаны на ток до 300 А и обратное напряжение до 1800 В. Используемые типы корпусов — SEMiX®1, SEMiX®2 (полумост) и SEMiX®13 (3-фазный мост).

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки просим обращаться в компанию КОМПЭЛ.

E-mail: msk@compel.ru.

Тел. в Москве: (095) 995-0901.

Тел. в СПб: (812) 327-9404.

НОВОЕ НА СКЛАДЕ КОМПЭЛА

International IOR Rectifier

Наименование	Описание
15ETL06	Ультрабыстрый диод для корректоров коэффициента мощности, 600В, 15А, TO-220AC
60EPU06	Ультрабыстрый диод, 600 В, 60 А, 34 нс, TO-247
IP2002	Мощный силовой миниблок в корпусе BGA для многофазных DC/DC преобразователей
IPS5751S	Интеллектуальный силовой ключ верхнего плеча, 50 В, 35 А, 25 мОм, D2PAK, полная защита
IR21814S	Драйвер верхнего и нижнего плеч, 600 В, выходной ток 1700/1700 мА, SO-14
IR2235J	Трехфазный мостовой драйвер, 1200 В, выходной ток 200/420 мА, PLCC-44
IR3087M	Многофазная схема управления X-Phase, 150 кГц – 1 МГц, выходной ток 2,5 А, MLPQ-20
IRF6613TR1	МОП-транзистор DirectFET, N-канал, 40 В, 3.4 мОм, 23 А при 25°C, 18 А при 70°C, 89 Вт при 25°C
IRF6620TR1	МОП-транзистор DirectFET, N-канал, 20 В, 2.7 мОм, 27 А при 25°C, 22 А при 70°C, 89Вт при 25°C
IRF6691TR1	МОП-транзистор DirectFET + диод Шоттки, N-канал, 20 В, 1.8 мОм, 32 А при 25°C, 26 А при 70°C
IRFP26N60L	МОП-транзистор, N-канал, 600 В, 250 мОм, 26 А при 25°C, 17 А при 100°C, TO-247AC
IRFPS35N50L	МОП-транзистор, N-канал, 500 В, 145 мОм, 34 А при 25°C, 22 А при 100°C, Super-247
IRG4BC10KD	IGBT-транзистор + диод, UltraFast, 8-25 кГц, 600 В, 9 А при 25°C, 5 А при 100°C, TO-220AB
IRG4BC15UD	IGBT-транзистор + диод, UltraFast, 8-60 кГц, 600 В, 11 А при 25°C, 5.5 А при 100°C, TO-220AB
IRG4BC30U-S	IGBT-транзистор, UltraFast, 8-60 кГц, 600 В, 23 А при 25°C, 12 А при 100°C, D2PAK
IRG4IBC30W	IGBT-транзистор, Warp, 60-150 кГц, 600 В, 17 А при 25°C, 8.4 А при 100°C, TO-220 изолированный

SEMIKRON innovation+service

Наименование	Описание
SKKE1200/22H4	Одиночный выпрямительный диод с изолированной подложкой, 1200 А, 2200 В, SEMIPACK®6
SKET740/22EH4	Одиночный тиристор с изолированной подложкой, 740 А, 2200 В, SEMIPACK®6
SKET800/18EH4	Одиночный тиристор с изолированной подложкой, 800 А, 1800 В, SEMIPACK®6

National Semiconductor

Наименование	Описание
LM26CIM5-NPA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +45°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-PHA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +50°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-RPA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +65°C, Точность= ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-SHA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +70°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-SPA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +75°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-TPA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +85°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-VHA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +90°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-VPA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +95°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-XHA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +100°C, Точность =±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-XPA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +105°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-YHA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +110°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-YPA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +115°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM26CIM5-ZHA	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +120°C, Точность = ±3°C, $T_{раб}$ = –55...+110°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM27CIM5-1HJ	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +130°C, Точность =±3°C, $T_{раб}$ = –40...+150°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM27CIM5-2HJ	Электронный термостат, $T_{вкл}$ = +140°C, Точность =±3°C, $T_{раб}$ = –40...+150°C, $U_{пит}$ = 2,7...5,5 В, $I_{пит}$ = 40 мкА, SOT23
LM35CAH	Линейный датчик температуры, $T_{измер}$ = –40...+111°C, Точность = ±1°C, 10 мВ/°C, $I_{пит}$ = 0,1 мА, TO-46
LM35CAZ	Линейный датчик температуры, $T_{измер}$ = –40...+110°C, Точность = ±1°C, 10 мВ/°C, $I_{пит}$ = 0,1 мА, TO-92
LM35CZ	Линейный датчик температуры, $T_{измер}$ = –40...+110°C, Точность = ±1,5°C, 10 мВ/°C, $I_{пит}$ = 0,1 мА, TO-92
LM35DH	Линейный датчик температуры, $T_{измер}$ = 0...+100°C, Точность = ±1,5°C, 10 мВ/°C, $I_{пит}$ = 0,1 мА, TO-46
LM35DM	Линейный датчик температуры, $T_{измер}$ = 0...+100°C, Точность = ±1,5°C, 10 мВ/°C, $I_{пит}$ = 0,1 мА, SOIC-8
LM35DT	Линейный датчик температуры, $T_{измер}$ = 0...+100°C, Точность = ±1,5°C, 10 мВ/°C, $I_{пит}$ = 0,1 мА, TO-220
LM35DZ	Линейный датчик температуры, $T_{измер}$ = 0...+100°C, Точность = ±1,5°C, 10 мВ/°C, $I_{пит}$ = 0,1 мА, TO-92

MOTOROLA, ON SEMI, FREESCALE :

ПОРТРЕТ КОМПАНИЙ

Известный специалист по рынку электронных компонентов **Георгий Келл** на своей авторской странице рассказывает об истории крупнейших мировых производителей электронных компонентов.

Новые компании в сфере производства электронных компонентов в большинстве случаев создаются выходцами из уже существующих компаний. К примеру, компания Fairchild в 70-е годы прошлого века была настоящей кузницей кадров для отрасли. Однако, в конце века популярность приобрел и другой способ создания фирм — *spin-off*. В этом случае материнская компания выделяет часть своего бизнеса в фирму с новым названием и с той или иной степенью зависимости, а акции новой компании выпускаются на биржу. Этот путь выбрали AMD, Hewlett-Packard, Lucent, NEC, Siemens. Ниже будет рассказано, как этот процесс реализовался в компании **MOTOROLA**.

История компании началась в 1928 году, когда братья Галвины (Пол и Джозеф) основали в Чикаго компанию **Galvin Manufacturing**, ервым продуктом которой стали сетевые источники питания для батарейных радиоприемников. Предприятие насчитывало 5 человек и имело капитал в несколько сот долларов. Уже в 1930 году основным бизнесом компании становится производство автомобильных радиоприемников — самая популярная модель 5T71 стоила тогда примерно $120 (нельзя не заметить, что цены на автомобильные приемники практически неизменны вот уже почти 75 лет). Именно тогда появляется брэнд «Motorola», связавший автомобильную тематику (мотор) с суффиксом «ola» (звук). Еще одним изделием, на многие годы определившим вектор развития компании, стали радиостанции, разработанные по заказу полиции. К началу 40-х компания становится лидером и на рынке домашних радиоприемников. С началом Второй Мировой Войны компания не могла не подключиться к военным заказам, и результатом стали носимые АМ радиостанции *Handie-Talkie* SCR536, а затем ЧМ SCR300. В 1943 году компания выпустила на рынок свои акции, а в 1947 была переименована в **MOTOROLA**. В 1948 году компания вышла на рынок бытовых телевизоров, выпустив модель VT71, продажи которой за первый год превысили 100 тыс. штук при цене аппарата менее $200. В 1948 году в г.Феникс (шт. Аризона) было основан центр разработок на основе полупроводников — заложена основа **SPS** (*Semiconductor Production Sector*). В послевоенные годы развитие **MOTOROLA** (в 1955 был утвержден известный всем логотип в виде стилизованной буквы «М») шло по тем же направлениям: радиосвязь, автомобильная и бытовая электроника, с постепенной заменой ламп

- Компания: **MOTOROLA**
- Штаб-квартира: Шаумбург, Иллиноис
- Основана: 1928
- CEO: Edward J. Zander
- Штат: 68.000 человек
- Объем продаж за 2004: $31,323 млрд.

полупроводниками. Динамика развития компании иллюстрируется таблицей.

- 2000: $37,6 млрд., 42,481 чел.
- 1990: $10,9 млрд.
- 1980: $3,1 млрд.
- 1970: $796,46 млн.
- 1960: $299,1 млн., ~15,000 чел
- 1950: $177,1 млн.
- 1940: $9,9 млн., ~1,000 чел.
- 1930: $287,3 тыс.

В 1956 году Роберт Галвин сменяет на посту президента компании своего отца Пола, а в 1958 году становится CEO (*chjef executive officer*). Пол Галвин скончался в 1959 году. Компания активно участвует в космической программе США — слова Нейла Армстронга были переданы на Землю аппаратурой **MOTOROLA**, а ЧМ приемники, установленные на луноходах NASA, имели чувствительность в 100 раз большую, чем у своих автомобильных собратьев, и обеспечивали прием сигналов на расстоянии 386 тыс. километров. В то же время компания постепенно покидает рынок бытовой аппаратуры, продав, в частности, свой TV-бизнес японским компаниям. К этому времени относится и активное развитие сети зарубежных представительств — появляются предприятие в Европе и Азии.

Начиная с 70-х годов, все большее значение в бизнесе компании играет производство полупроводников, номенклатура которых постоянно расширяется — это аналоговые и цифровые микросхемы, диоды, ВЧ транзисторы и тиристоры. В 1974 году компания выпускает на рынок микроконтроллер MC6800, который на долгие годы становится №1 в автомобильной и бытовой электронике. В 1984 году начат выпуск 32-р микроконтроллеров MC68020. Отвечая на вызов японских производителей электроники, **MOTOROLA** внедряет в 1981 году систему качества *Six Sigma*. К началу 90-х доля полупроводников (SPS подразделение было официально создано в 1953 году) в бизнесе MOTOROLA достигает 30%. Но главным направлением для компании становится сначала пейджинговая, а затем сотовая связь.

В 1993 году президентом компании, а с 1999 года председателем Совета директоров и CEO, становится Кристофер Галвин (сын Роберта и внук Пола), работавший в компании на разных должностях с 1973 года. Конец века стал временем обострения конкурентной борьбы на рынке мобильной связи, и **MOTOROLA** активно включилась в проект *Iridium* — создание сети низкоорбитальных спутников для глобальной мобильной связи. Тот факт, что магистральным путем развития мобильной связи стали «наземные» сотовые сети, поставил компанию в сложное положение.

Одним из результатов стало выделение в 1999 году в отдельную компанию подразделения **SCG** (*Semiconductor Components Group*), на долю которого приходилось около четверти всего выпуска полупроводников **MOTOROLA**, и в котором было занято около 10 тыс. сотрудников. Новая компании была названа **ON SEMICONDUCTOR** и **MOTOROLA** получила за нее $1,6 млрд. от Texas Pacific Group, сохранив за собой 10% акций. Специализацией новой компании стали дискретные полупроводники (выпрямительные диоды, диоды Шоттки, биполярные и МОП транзисторы, тиристоры и симисторы), а также логические и часть аналоговых ИС. Интересно, что два завода **MOTOROLA** в Чехии (бывшие заводы **Tesla**) вошли в состав **ON SEMICONDUCTOR**. Год спустя **ON SEMICONDUCTOR** приобретает компанию **CHERRY SEMICONDUCTOR** (также дочернюю структуру компании **MOTOROLA**), специализировавшуюся на ИС для силовой электроники и автомобильных приложений. Важно отметить, что за несколько лет до этого **MOTOROLA** уже распрощалась со своими бизнесами в сфере динамической памяти, программируемых логических матриц, гибридных силовых модулей и оптоэлектроники. Последний был продан компании **QT Optoelectronics**, и известные всем оптосимисторы серии MOC30xx утратили логотип **MOTOROLA** на корпусе.

- Компания: **ON SEMICONDUCTOR**
- Штаб-квартира: Феникс, Аризона
- Основана: 1999
- Президент & CEO: Keith Jackson
- Штат: 10.325 человек
- Объем продаж за 2004: $1,3 млрд.

Однако, в начале века у компании были и важные приобретения — в 2000 году произошло объединение с компанией **General Instrument**, что добавило компетенции в сфере проводных модемов и терминального оборудования.

В конце 2003 года компания **MOTOROLA** решила окончательно «порвать» с производством полупроводников, и оставшаяся часть SPS в 2004 году была выделена в компанию **FREESCALE SEMICONDUCTOR**. По стечению обстоятельств, в это же время Кристофер Галвин подал в отставку и впервые за 75 лет компанию возглавил не член семьи Галвинов. В настоящее время в номенклатурном портфеле **FREESCALE SEMICONDUCTOR** около 14 тыс. наименований ИС. Безусловно, главным направлением для компании являются микроконтроллеры, микропроцессоры и DSP, которые встраиваются в аппаратуру заказчиков ключевых сегментов рынка — автомобильный, бытовой, индустриальный, сетевой и беспроводный. Кроме того выпускается большая номенклатура аналоговых и смешанных ИС для беспроводной связи. Да и направление датчиков давления и MEMS-датчиков также остается за **FREESCALE SEMICONDUCTOR**.

Таким образом, хотя брэнд MOTOROLA покинул рынок электронных компонентов, но появились два новых — **ON SEMICONDUCTOR** и **FREESCALE SEMICONDUCTOR**, и номенклатура, выпускаемых ими полупроводников с префиксом ***MC*** только выросла.

- Компания: **FREESCALE SEMICONDUCTOR**
- Штаб-квартира: Остин, Техас
- Основана: 2004
- CEO: Michel Mayer
- Штат: 22.000 человек
- Объем продаж за 2004: $5,72 млрд.

Дополнительная информация: **www.motorola.com, www.onsemi.com, www.freescale.com**

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА УСИЛИТЕЛЯ

Операционные усилители, инструментальные усилители, дифференциальные усилители, УНЧ… Разобраться в их многообразии и выбрать нужный вариант для разработки поможет материал известного специалиста в области аналоговой схемотехники Рона Манчини из компании Texas Instruments.

ВВЕДЕНИЕ

Современная электронная промышленность предлагает настолько широкий выбор усилителей, что зачастую их выбор вызывает затруднения у разработчиков — разобраться в различиях непросто. Одних только типов более десятка — операционные усилители, инструментальные усилители, усилители низкой частоты (аудио), дифференциальные усилители, усилители с обратной связью по току (current feedback), усилители высокой частоты, буферы, различные типы усилителей мощности и т.д. При этом, выбор усилителя исходя из его типа затруднителен — названия типов зачастую носят «исторический» оттенок, мало связанный с современными примерами использования. Например, название ОУ (операционный усилитель) берет свое начало с аналоговых вычислительных машин, где операционные усилители выполняли математические операции. Единственной общей чертой полупроводниковых усилителей является наличие встроенной или внешней обратной связи. Базовыми «строительными кирпичами» усилителей являются транзисторы, которые характеризуются, в частности, напряжением база-эмиттер и коэффициентом усиления по току, причем эти характеристики подвержены влиянию технологического процесса, температуры окружающей среды, нагрузок и просто временному дрейфу. Из-за этого контролировать коэффициент усиления усилителя без обратной связи не представляется возможным, его вариации могут превышать десятикратную величину. Наилучший способ контроля коэффициента усиления — использование обратной связи, однако здесь таятся свои «подводные камни» — при введении ОС могут появиться выбросы, «звоны» и генерация [1]. Встроенная обратная связь (она также называется внутренней компенсацией) позволяет избавиться от этих неприятных эффектов. Такая обратная связь незаметна для пользователя, усилитель при этом ведет себя стабильно при использовании рекомендованной производителем схемы включения и соблюдении рекомендуемых им условий эксплуатации; однако, при определенных условиях любой усилитель с коэффициентом усиления больше единицы может самовозбуждаться. Для усилителей с внешней обратной связью (компенсацией) следует применять дополнительные внешние элементы для предотвращения генерации и насыщения. Вопрос корректной компенсации следует обязательно учитывать при выборе усилителя, в противном случае вы рискуете попасть в неприятную ситуацию, получив в своей схеме генератор вместо усилителя.

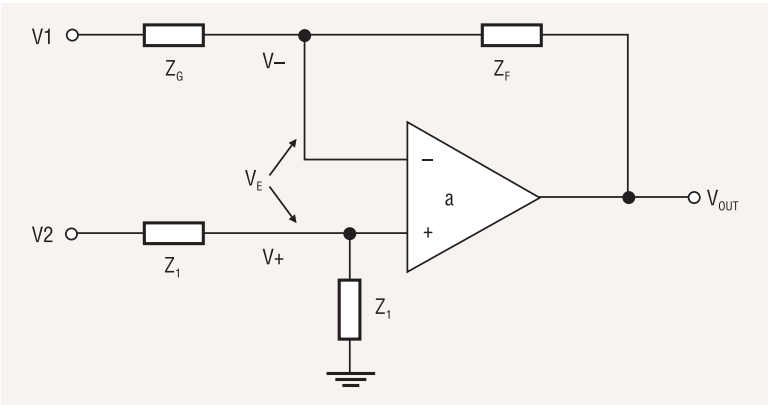


Рис. 1. **На основе этой базовой схемы включения ОУ можно построить множество различных схем**

ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ (ОУ)

Операционный усилитель является универсальным инс-

трументом — им (разумеется, в пределах его возможностей) можно заменить любой другой усилитель. При разработке следует учитывать предельные возможности ОУ, опытный разработчик также должен знать, что можно предпринять, когда этих возможностей уже недостаточно. Часто предел возможностей определяется не собственно усилителем, а внешними компонентами его «обвязки». На рис. 1 показана наиболее универсальная схема включения операционного усилителя. В таблице 1 приведены различные варианты использования этой схемы в зависимости от выбора внешних элементов схемы. Обратите внимание, что замена импедансов конденсаторами делает схемы частотнозависимыми, а в зависимости от точки подключения входного сигнала изменяется функция каскада. Существует целый ряд усилителей специального назначения, используемых там, где возможностей ОУ общего назначения недостаточно, однако грань между ОУ общего назначения и специальными усилителями является настолько размытой, что в большинстве схем можно успешно использовать как те, так и другие. В данной статье мы рассмотрим различные типы усилителей специального назначения, при этом не будем забывать о том, что появление таких типов усилителей всегда связано с улучшением какого-либо параметра классического операционного усилителя.

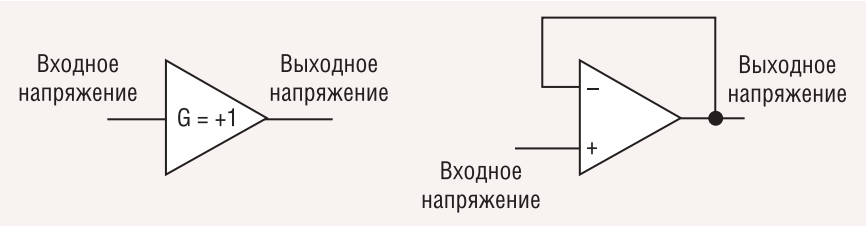


Рис. 2. **Два типа обозначения буфера**

БУФЕРНЫЕ УСИЛИТЕЛИ

В этом разделе мы рассмотрим лишь повторители напряжения (см. рис. 2), повторители тока строятся при помощи соответствующего выбора цепей обратной связи. Повторители (буферы) имеют коэффициент усиления, равный единице, а также исключительно высокий входной и низкий выходной импедансы. В базовой схеме включения ОУ входной импеданс определяется компонентами на входе и свойствами самого ОУ. В схеме буфера входной импеданс определяется исключительно свойствами ОУ. Таким образом, входной импеданс такой схемы зависит только от свойств операционного усилителя. В базовой схеме входные компоненты нагружают входной сигнал, что нежелательно в том случае, когда источник сигнала имеет высокое выходное сопротивление. Проблема повышения входного импеданса решается при помощи буферных либо инструментальных усилителей. Следует отметить, что выходное сопротивление ОУ является комплексной функцией, т.к. на него влияют цепи обратной связи. Определяющее влияние на выходной импеданс оказывает сопротивление выходного каскада. Обычно в качестве выходного каскада используется эмиттерный повторитель, имеющий низкий выходной импеданс, определяемый как $r_{ib} + R_B/\beta$ и имеющий типовое значение в 25 Ω. Выходной импеданс эмиттерного повторителя растет с увеличением частоты, образуя перемещающиеся полюса (полюсами называются точки резкого

Таблица 1. **Построение различных схем при помощи изменения величины компонентов базовой схемы на рис. 1**

Тип схемы	V1	V2	ZG	ZF	Z1	Z2
Инвертирующий усилитель	входной сигнал	земля	определяется усилением	определяется усилением	отсутствует	ZG‖ZF
Неинвертирующий усилитель	земля	входной сигнал	определяется усилением	определяется усилением	ZG‖ZF	отсутствует
Инвертирующий интегратор	входной сигнал	земля	RG	CG	отсутствует	ZG‖ZF
Буфер	земля	входной сигнал	отсутствует	замкнут	замкнут	отсутствует
Схема вычитания	входной сигнал –	входной сигнал +	RG	RF	RG	

изменения частотной характеристики) и порождая погрешности на высоких частотах. Еще хуже обстоят дела в операционных усилителях, диапазон сигнала которых равен диапазону питающего напряжения (так называемые rail-to-rail усилители), т.к. выходной каскад в них построен по схеме с общим коллектором; суммарный импеданс в этом случае зависит от нагрузки и может достигать значительных величин, до нескольких килоом. Помочь в этом случае может правильный выбор петлевого усиления, которое влияет на импеданс выходного каскада и способно значительно его снизить. В результате на постоянном токе и в области низких частот можно добиться очень низких значений выходного импеданса операционного усилителя, до долей Ом. Выходное сопротивление повышается с ростом частоты, так как при повышении частоты снижается усиление ОУ. Высокий выходной импеданс чреват двумя проблемами — влияние токов нагрузки на сигнал и проблемами со стабильностью, возникающими из-за того, что выходные конденсаторы создают полюса. Наилучшим решением при работе с высокими токами нагрузки является использование специально разработанных для этих целей ОУ. Ещенесколько лет назад для работы на терминированный кабель (что требует нескольких сотен миллиампер выходного тока) использовались специальные буферные каскады, на данный же момент существуют специально разработанные операционные усилители, способные без проблем работать на такую нагрузку. Преимущество буфера по сравнению с типовой схемой включения ОУ заключается в том, что буфер всегда имеет меньший импеданс, т.к. его петлевое усиление максимально, а выходной каскад также разработан с учетом требований минимизации импеданса. По отношению к емкостным нагрузкам разные ОУ ведут себя по разному — одни становятся нестабильными, другие же не имеют подобных проблем. Операционные усилители, способные работать на нагрузки с большой емкостью, имеют очень низкое сопротивление выходного каскада, однако, при этом проигрывают в скорости, т.к. требуют выходных транзисторов повышенных размеров. Резюмируя вышесказанное — в зависимости от требований к выходному импедансу разработчику следует отдать выбор операционному усилителю, буферу либо усилителю мощности.

СХЕМА ВЫЧИТАНИЯ ИЛИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

При построении схем на основе ОУ в качестве внешних элементов используются резисторы и конденсаторы. Как видно из таблицы 1, в том случае, когда все импедансы являются резистивными и равными друг другу, результирующая схема является дифференциальным усилителем или схемой вычитания. Работа такой схемы описывается формулой 1:

$$V_{OUT} = V_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2}\left(\frac{R_F + R_G}{R_G}\right) - V_1 \frac{R_F}{R_G} \quad (1)$$

Когда $R_2 = R_F$ и $R_1 = R_G$, формула 1 принимает вид

$$V_{OUT} = (V_2 - V_1)\frac{R_F}{R_G} \quad (2)$$

В тех случаях, когда при разработке схемы требуется подавление синфазной составляющей — т.е. когда $V_2 = V_{2Signal} + V_{CM}$ и $V_1 = V_{1Signal} + V_{CM}$ — то условием для перехода к формуле 2 является очень точное соответствие резисторов. Существуют два типа реализации формулы 2 — на дискретных компонентах и ОУ и на специализированных интегральных схемах (ИС). Наиболее часто встречается решение на базе ОУ, т.к. в продаже существует множество недорогих ИС, содержащих несколько ОУ в одном корпусе, кроме этого, дискретными резисторами легко регулировать усиление. Недостатком такого решения является необходимость точного подбора и согласования резисторов. Например, при использовании резисторов с разбросом в 1% в идеале можно было бы получить схему с коэффициентом ослабления синфазного сигнала (КОСС) в 40 дБ, но для наихудшего случая распределения разброса резисторов мы получим КОСС всего лишь в 24,17 дБ [2]. В то же время интегральные дифференциальные усилители обеспечивают КОСС на уровне более 100 дБ. Транзисторы входного каскада в таких микросхемах специально подстраиваются для обеспечения максимального согласования и идентичности. Кроме этого, в них используются специальные тонкопленочные резисторы, осажденные на подложке ИС. Несмотря на то, что тонкопленочные резисторы обладают высокой точностью, для

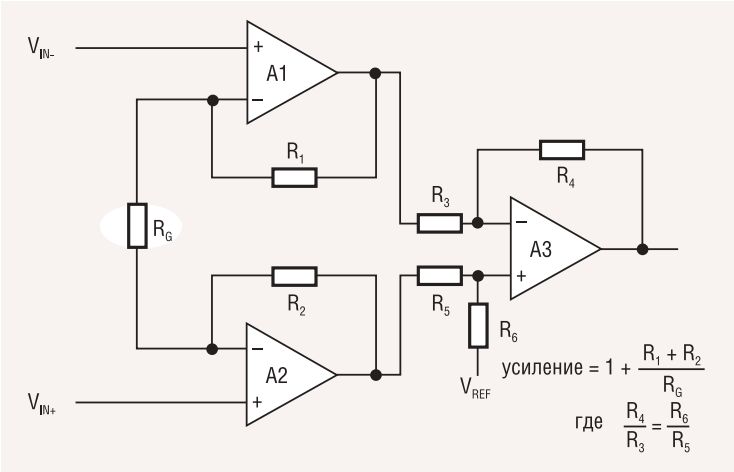


Рис. 3. **Инструментальный усилитель на базе трех ОУ**

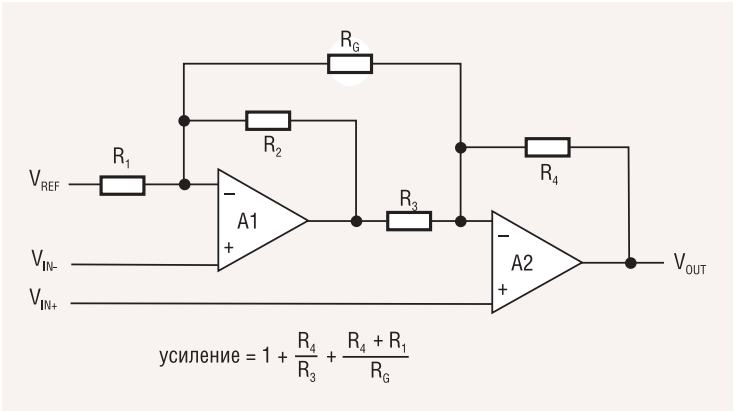


Рис. 4. **Инструментальный усилитель с уменьшенным числом элементов**

достижения 100 дБ КОСС они проходят дополнительную лазерную подгонку. Ввиду того, что дифференциальные усилители содержат резисторы на входе, их входное сопротивление не является наилучшим. Во многих случаях, например, при тензометрических измерениях, требуется высокий КОСС для подавления синфазных помех, однако мостовые измерители имеют существенное выходное сопротивление, что вызывает сложности при согласовании с низким входным сопротивлением дифференциального усилителя. В таких случаях требуются схемы подавления синфазных помех с высоким входным сопротивлением.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Инструментальные усилители совмещают высокий входной импеданс и высокий КОСС, этим обусловлен их выбор во многих инженерных задачах (см. рис. 3). Обратите внимание, что оба входа инструментального усилителя на базе трех ОУ являются неинвертирующими входами ОУ; в такой конфигурации обеспечивается максимальный входной импеданс, при этом не приходится прибегать к помощи цепей обратной связи. Схема вычитания образована резисторами R3..R6 и ОУ A3, она обеспечивает высокий КОСС, а операционные усилители A1 и A2 осуществляют буферизацию входов схемы вычитания, обеспечивая высокий входной импеданс. Такая схема способна успешно усиливать сигнал от мостовых датчиков с высоким КОСС и низкой погрешностью. Еще одно полезное свойство инструментальных усилителей — для установки коэффициента усиления используется всего один резистор, что снимает проблему согласования пар резисторов. Недостатком инструментальных усилителей является высокая стоимость, дополнительные задержки сигнала и пониженный диапазон синфазных входных напряжений. Инструментальный усилитель на базе двух ОУ также содержит схему вычитания для обеспечения высокого КОСС (см. рис. 4) и в нем также используются в качестве входов схемы неинвертирующие входы ОУ, что позволяет добиться высокого входного импеданса. Такой инструментальный усилитель имеет более широкий диапазон синфазных входных напряжений благодаря использованию двух ОУ вместо трех, но при этом задержка входных сигналов в нем неодинакова для разных входов. Инвертирующий вход имеет двухступенчатую задержу, а неинвертирующий — только одноступенчатую. Неодинаковость задержек приводит к искажениям, даже на невысоких частотах, причем с повышением частоты искажения растут. Минимальный уровень искажений обеспечивается в рабочей полосе инструментального усилителя.

УСИЛИТЕЛИ С ТОКОВОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ (CURRENT FEEDBACK)

Основным преимуществом усилителей с токовой обратной связью является широкая рабочая полоса частот. Все рассмотренные ранее усилители используют обратную связь по напряжению, коэффициент усиления без обратной связи которых начинает падать даже при совсем низких частотах (зачастую от 10 Гц) со скоростью спада в 20 дБ на декаду. Такое их поведение приводит к большим погрешностям на высоких частотах. Из рис. 5 видно, что усилители с обратной связью по напряжению имеют большой спад по усилению на высоких частотах, в то время, как коэффициент усиления ОУ с ОС по току сохраняют коэффициент усиления на этих частотах.

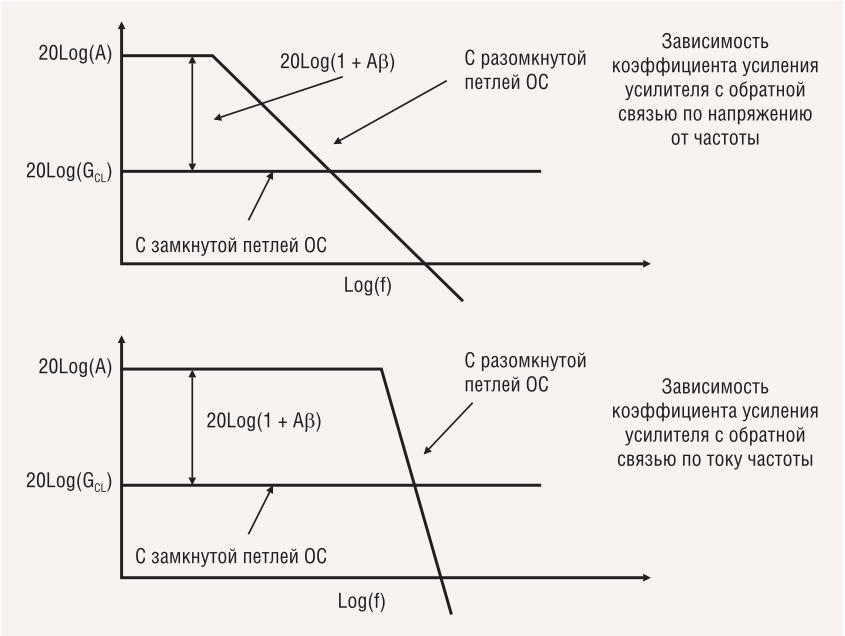


Рис. 5. **Частотные характеристики усилителей с обратной связью по току и по напряжению**

Усилители с обратной связью по напряжению вынуждены работать в частотной области, где их коэффициент усиления падает, т.к. коэффициент усиления ОУ с разомкнутой петлей ОС начинает падать уже на небольших частотах. Усилители с обратной связью по току не имеют таких ограничений, поэтому они обеспечивают наименьшие искажения. Скорость спада усиления примерно одинакова для обоих типов усилителей; для усилителей с ОС по току она выглядит более «крутой» только благодаря другому масштабу оси частот. Модель, изображенная на рис. 6 отображает тот факт, что в усилителях с ОС по току взамен коэффициента усиления используется трансимпеданс. Входной ток «отображается» на выходной каскад и буферизуется им. Такая конфигурация обеспечивает максимальную полосу рабочих частот среди ИС, использующих одинаковый технологический процесс. Обычно усилители с ОС по току строятся на базе биполярных транзисторов, т.к. типовая сфера их применения — высокоскоростные коммуникации, видео и т.д., как правило, не требует высоких входных импедансов и размаха выходных напряжений равного питающему напряжению (rail-to-rail). Обратите внимание, что инвертирующий вход связан с выходным каскадом буфера; поэтому он имеет очень низкий импеданс, по порядку равный выходному импедансу эмиттерного повторителя. Неинвертирующий вход является входом буфера, поэтому он обладает высоким импедансом. У усилителя с обратной связью по

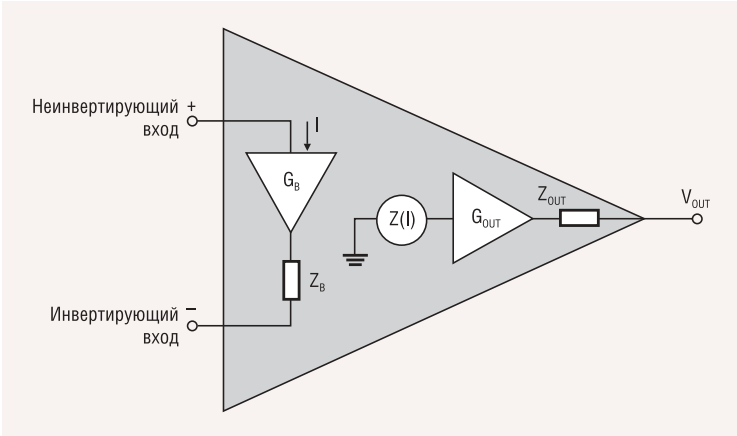


Рис. 6. **Упрощенная модель усилителя с ОС по току**

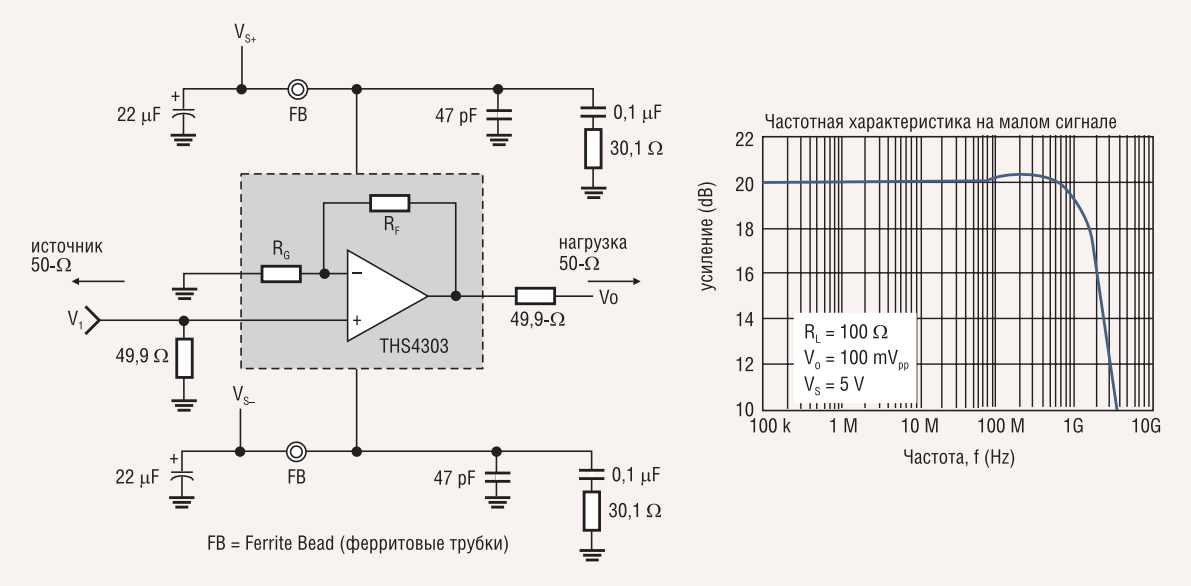


Рис. 7. **При использовании WFGA особое внимание уделяется фильтрации**

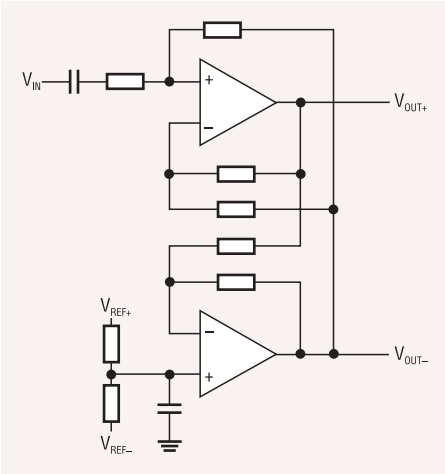


Рис. 8. **Традиционная схема преобразования асимметричного сигнала в дифференциальный**

напряжению входы подаются на базо-эмиттерные переходы фазоинвертора (дифференциального каскада, запитанного источником тока). Точное согласование транзисторов дифференциального каскада позволяет минимизировать входные токи и напряжения смещения, и в этом плане усилитель с обратной связью по напряжению имеет большое преимущество. Согласование входных и выходных цепей буфера является непосильной задачей, поэтому усилители с токовой обратной связью не бывают прецизионными. Основное их назначение — высокоскоростные схемы, если для усилителей с ОС по напряжению пределом являются частоты в примерно 400 МГц, то усилители с токовой связью имеют рабочую полосу до нескольких гигагерц. Ниже мы рассмотрим исключение из этого правила — особый класс усилителей с ОС по напряжению, носящий название широкополосных усилителей с фиксированным коэффициентом усиления (WFGA). Что касается усилителей с токовой ОС, то типовым рабочим диапазоном для них является область от примерно 25 МГц до нескольких ГГц. Однако, при использовании таких усилителей следует иметь в виду одну их важную особенность. При разработке высокочастотных схем многие разработчики уповают на снижение усиления при росте частоты как на фактор стабильности, справедливо полагая, что схема с усилением меньше единицы по умолчанию стабильна. Но это справедливо лишь для усилителей с ОС по напряжению, ОУ с токовой обратной связью сохраняют коэффициент усиления при росте частоты. Поэтому схемы, разработанные на базе усилителей с ОС по напряжению и стабильно работающие с ними, часто становятся нестабильными при переходе на усилители с ОС по току. Более того, вход и резистор ОС усилителя с токовой ОС чувствительны к паразитным емкостям, поэтому следует уделять повышенное внимание разводке платы. Для макетирования рекомендуется использовать предлагаемые производителями отладочные платы (evaluation boards).

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ УСИЛИТЕЛИ

В высокочастотных усилителях, как правило, исполь-

зуется фиксированный коэффициент усиления, по своей структуре же усилители гигагерцового диапазона являются гибридными, т.е. собранными из дискретных транзисторов и пассивных компонентов, размещаемых на подложке. Такой способ изготовления является достаточно дорогим, что непосредственно влияет на цену конечных изделий. Тем не менее, большинство разработчиков вынуждено использовать такие ИС, т.к. самостоятельное изготовление аналогичных усилителей связано с большими сложностями. Широкополосные усилители с фиксированным коэффициентом усиления (WFGA) являются сравнительно новым продуктом на рынке, поэтому особенности их изготовления держатся производителями в секрете. Для получения широкой полосы рабочих частот, позволяющей усилителям работать в гигагерцовом диапазоне, используются специальные высокочастотные технологии, а для обеспечения стабильности применяются нестандартные решения в части внутренней компенсации (см. рис. 7). Как правило, конфигурация и коэффициент усиления таких ИС не допускает изменения, но, при этом их рабочие частоты простираются до десятков ГГц. Как и любая высокочастотная схема, такие усилители требуют повышенного внимания на всех стадиях разработки для получения обещанных в документации параметров. Общие рекомендации, данные для усилителей с токовой обратной связью справедливы и для WFGA, кроме этого следует неукоснительно соблюдать все требования, имеющиеся в документации на усилитель.

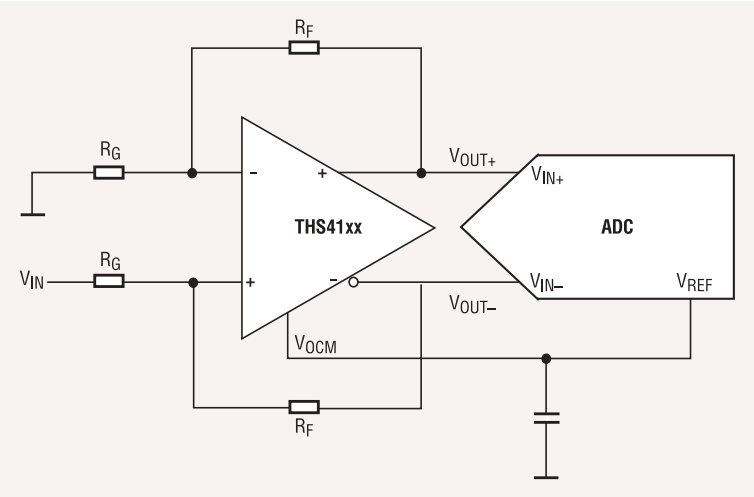


Рис. 9. **Преобразование асимметричного сигнала в дифференциальный при помощи FDA**

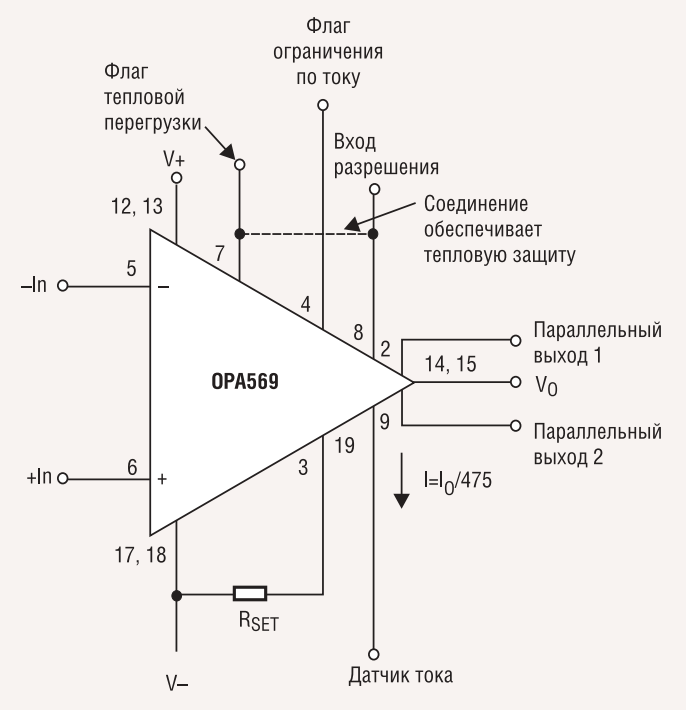


Рис. 10. **Современные усилители мощности обладают также рядом дополнительных функций**

ПОЛНОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ (FDA)

Полнодифференциальные усилители (FDA) создают и используют полностью симметричные (дифференциальные) сигналы. Многие аналогово-цифровые преобразователи используют для улучшения характеристик дифференциальные входные сигналы, в этом случае FDA может использоваться для преобразования несимметричного сигнала в симметричный. Пока не появились интеграль-

ные полнодифференциальные усилители, проблема преобразования асимметричного сигнала в дифференциальный решалась в основном при помощи схемы, изображенной на рис. 8. Для построения такого преобразователя требуется два ОУ и множество согласованных резисторов, что затрудняет разработку и повышает ее стоимость. Использование интегральных полнодифференциальных усилителей позволяет избавиться от этой проблемы (см. рис. 9). Кроме простоты и низкой цены, FDA обладает еще одним преимуществом — он обеспечивает необходимую для АЦП точку подключения «земли». При дифференциальной передаче сигналов, накладываемые на них шумы носят в основном синфазный характер. В дальнейшем такие шумы успешно давятся приемником либо АЦП благодаря их способности к подавлению синфазных сигналов.

УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ (УМ)

Когда от операционного усилителя требуется отдавать в нагрузку токи, превышающие сотни миллиампер при напряжении в несколько вольт, хорошей альтернативой может служить усилитель мощности, способный работать при высоких напряжениях и больших токах. Усилители мощности представляют собой линейные схемы, обладающие высокой выходной мощностью. Изготовление усилителя мощности не заканчивается оснащением операционного усилителя большим теплоотводом с низким тепловым сопротивлением, хотя это тоже весьма важная часть УМ. Кроме этого, вводятся токовые датчики, защита от перегрузок, специальные решения, позволяющие параллельное включение и т.д. (см. рис. 10). В отличие от УМ предыдущих поколений, современные усилители мощности обладают большим набором различных функций таких, как установка ограничения по току, токовый шунт, возможность параллельного соединения, вход разрешения, флаги ограничения по току и по перегреву и т.д.

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ (УНЧ)

Существует такое разнообразие усилителей низкой частоты, что они выделены в отдельный класс еще с 50-ых годов прошлого столетия. Большинство крупных производителей полупроводниковых компонентов предлагают целую линейку усилителей низкой частоты в диапазоне от простых ОУ до современных импульсных усилителей.

ДАЛЬНЕЙШИЕ ШАГИ

В данной статье мы обсудили некоторые вопросы выбора типа усилителя исходя из требований проекта, где он будет применяться. Ответом на вопрос «что делать дальше?» будет — направляться в Интернет. Любой уважающий себя производитель интегральных схем сейчас имеет свой сайт, всего за несколько часов Вы можете посетить большинство сайтов по выбранной тематике. Просматривая информацию об интегральных микросхемах на веб-сайтах, не забывайте заглядывать в разделы «Информация о применении» (applications information). Некоторые производители имеют массу такой информации, другие — немного, либо же она вообще отсутствует. В то же время, наличие подобной информации влияет на скорость и качество выполнения Вами работы. Если, к примеру, вы упустили из виду фильтрующие конденсаторы или температурный дрейф, эти проблемы напомнят вам о себе на этапе макетирования. Однако есть и другой путь — заранее прочитать раздел с информацией о применении и избежать ошибок еще на стадии разработки. Поэтому, при выборе производителя ИС следует учитывать также полноту предоставления дополнительной информации, если только Вы не хотите разбираться со всеми возникающими проблемами самостоятельно.

ССЫЛКИ

1. Ron Mancini, Op Amps for Everyone (Newnes Publishers, 2003). Предыдущее издание 2002 года доступно для скачивания по адресу www-s.ti.com/sc/techlit/slod006

2. Ron Mancini, «Worst-case circuit design includes component tolerances,» EDN (April 15, 2004), pp. 61–64. Доступно в Интернете по адресу www.edn.com/article/CA408380.html

СЕТЕВЫЕ РЕСУРСЫ ПО ТЕМЕ

http://amplifier.ti.com

http://focus.ti.com/lit//ml/slyb115/slyb115.pdf

РАЗРАБОТАЙ «УМНЫЙ ДОМ» СВОИМИ РУКАМИ

ТЕРРА ЭЛЕКТРОНИКА

Речь в данной статье пойдет об инструментарии на базе микроконтроллера серии AVR фирмы Atmel, предоставляющего разработчику возможность, не затрачивая время на разработку структуры и прототипа будущего устройства, приступить к разработке системы с использованием популярных коммуникационных интерфейсов.

AVR-ETHERNUT V.2.1 (рис. 1) – недорогой и простой в освоении инструментарий фирмы Egnite (Германия) позволяет разработчикам строить на базе микроконтроллера ATmega128 фирмы Atmel и Ethernet-интерфейса, реализованного на MAC+PHY Ethernet-контроллере фирмы SMSC's LAN91C111, системы, такие как:

- приложения дистанционного оповещения и охраны;
- дистанционный мониторинг и управление;
- «Умный дом»;
- сбор данных с датчиков и передача их через Интернет;
- управление дисплеем;
- Промышленные приложения, миниатюрные веб-сервера с использованием протоколов HTTP, Telnet, DHCP, DNS, PPP и др.;
- Интернет-радио (посредством дочерней платы **Medianut**).

Все это возможно без приобретения каких-либо лицензий, поскольку все доступные исходные коды бесплатны. Возможности применения устройств, разработанных на базе данного инструментария, ограничены только фантазией разработчика.

Из отличительных особенностей отметим следующие:

- установленный RISC микроконтроллер ATmega128;
- Ethernet-контроллер LAN91C111;
- установленный RJ-45 коннектор;
- последовательный порт RS-232 и коннектор DB-94
- последовательный порт RS-485 (полудуплекс)4
- 512 кБ последовательной Flash памяти;
- 512 кБ banked SRAM;
- 22 пользовательских ввода-вывода;
- JTAG разъем;
- светодиодный индикатор питания;
- светодиодный индикатор активности Ethernet-контроллера;
- питание от источника +8 В…+12 В;
- установленный стабилизатор напряжения на +5 В;

На рис. 2 представлена структурная схема отладочной платы. Из нее видно, насколько она является продуманной и удобной для разработки. CPLD фирмы Xilinx служит в качестве логики выбора банка внешней ОЗУ на 512 кБ и вырабатывает сигнал «выбор чипа» для LAN-контроллера. Большой объем СОЗУ позволяет справляться системе с декодированием MP3-потока (в случае использования **MEDIANUT V.1.1)**. На плате установлены два преобразователя последовательных интерфейсов RS-232 и RS-485. RS-232 можно использовать как во время отладки (в качестве загрузчика), так и в работе при стыковке к любому оборудованию с аналогичным интерфейсом (как вариант: управлять источником бесперебойного питания). Интерфейс RS-485 может использоваться для дистанционного управления различными устройствами посредством всего двух проводов на расстоянии более 1 км. К этому интерфейсу можно подключить различные датчики (температуры, давления, присутствия и т.п.), моторизированные приводы (управление открытием двери, окна и т.д.).

Рис. 1. **Плата AVR-ETHERNUT V2.1**

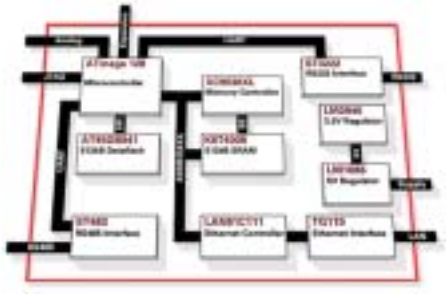


Рис. 2. **Структурная схема AVR-ETHERNUT V2.1**

Небольшие габаритные размеры платы (78 × 98 мм) решают проблему ее встраивания в небольшие корпуса или же в уже готовые изделия.

Применение дочерней платы **MEDIANUT V.1.1** (рис. 3) позволяет разработчику расширить диапазон решаемых **AVR-**

Рис. 3. **Внешний вид MEDIANUT V.1.1**

ETHERNUT V.2.1 задач и добавить системе возможность декодировать MP3-потоки с различных веб-серверов, вещающих MP3-радио.

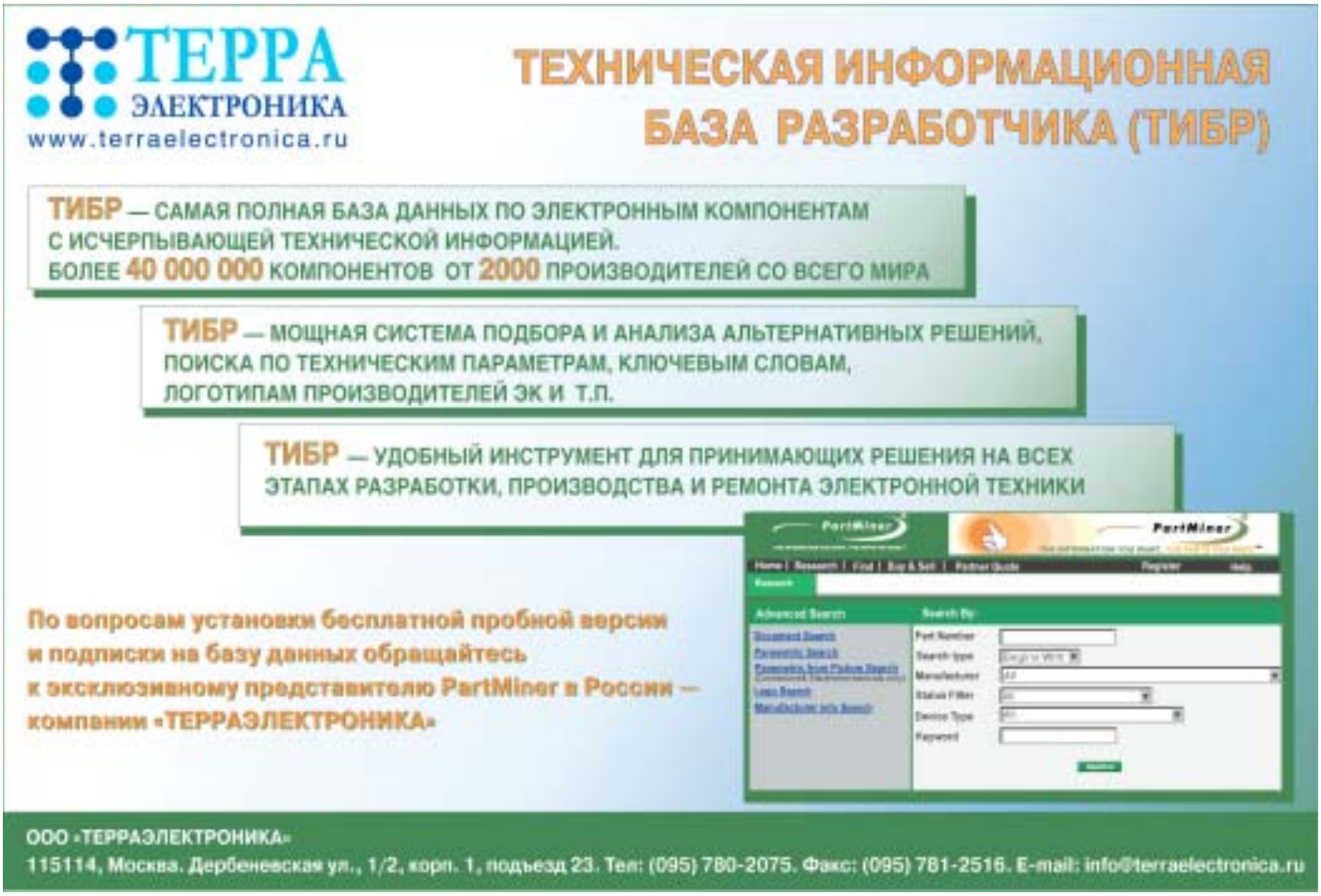
Аппаратный MP3-декодер построен на ИМС фирмы VLSI – VS1001K, который представляет собой 18-ти битный стерео MP3-декодер с ЦАП и усилителями для наушников.

MEDIANUT V.1.1 напрямую подключается к плате **AVR-ETHERNUT V.2.1**, что с легкостью можно использовать в разработке и производстве недорогих приложений с использованием Ethernet-интерфейса и декодирования MP3-потоков. На дочерней плате имеется разъемы для подключения ЖКИ, 4-х кнопочной клавиатуры, инфракрасного приемника и переходника для подключения наушников. **MEDIANUT V.1.1** разработана с таким учетом, что ее можно состыковать с любой микроконтроллерной системой с соответствующими сигналами на IDC разъемах. На сайте фирмы Egnite http://www.egnite.de разработчикам предлагаются типовые схемы подключения MP3 декодера к микроконтроллерной системе управления.

Идущая в комплекте с **AVR-ETHERNUT V.2.1** операционная система **Nut/OS**, совместимая с Windows и Linux системами, а также описание на нее и примеры программ будут отличным подспорьем разработчикам при разработке и отладке собственной системы.

Более подробно об этих и других средствах разработки Вы можете узнать на сайте Терраэлектроники – http://www.terraelectronica.ru, на сайте фирмы Egnite – http://www.egnite.de и фирмы VLSI – http://www.vlsi.fi

По вопросам приобретения и применения можно обращаться в компанию Терраэлектроника
Тел. 780-2075.
E-mail: sale@terraelectronica.ru.



ЦИФРОВОЙ ТЕРМОМЕТР BM8037

Закрытое акционерное общество «Компэл» НАШ ПАРТНЕР
МАСТЕР КИТ

Предлагаемый блок в собранном виде позволяет реализовать принцип: купил — подключил.

Блок BM8037 позволит реализовать простой и надежный цифровой термометр с возможностью подключения до 16 датчиков температуры.

Устройство будет полезно для применения в быту, дома, на даче, в теплице, в погребе, подвале, в бане. А также в автомобиле.

Отличительная особенность устройства — возможность дистанционного измерения температуры в нескольких местах (до 16-ти) и последовательного отображения данных на светодиодном 4-х разрядном индикаторе.

КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно цифровой термометр выполнен на двусторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, установленный в корпус BOX-KC01.

Для удобства подключения питающего напряжения и датчиков температуры, предусмотрены разъемы на плате XS1 и XS2.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

Центральная часть устройства — микроконтроллер AT89C4051, работающий на частоте 12 МГц и тактируется от керамического резонатора ZTT. Датчики подключаются через разъем XS2 параллельно друг другу. Напряжение питания подключается к разъему XS1.

При включении питания происходит инициализация датчиков и индикация на 1 секунду количества датчиков на шине. Максимально допустимое гарантированное количество датчиков — 16. Датчики могут быть DS1820, DS18B20, DS18S20, DS1822 или DS1825. После инициализация датчиков система начинает показывать максимальные и минимальные температуры, которые регистрировал каждый датчик во время работы. Эта информация хранится в энергонезависимой памяти и не стирается при выключении питания. После режима показаний минимума и максимума система переходит в основной (рабочий) режим: датчики поочередно, на несколько секунд выдают свою температуру, предварительно на 1 секунду показав свой номер. После выдачи температуры последнего датчика все начинает повторяться сначала (происходит выход на показание температуры первого датчика).

В устройстве имеется 2 кнопки. Первая (левая) кнопка отвечает за сброс статисти-

Комплект поставки:

Блок цифрового термометра в сборе:	1
Штекер NP-107 (стерео):	1
Штекер NP-117:	1
Датчик температуры DS18B20:	2

Технические характеристики:

Напряжение питания:	7…12 В
Ток потребления:	150 мА
Диапазон измеряемых температур:	-55…+125°C
Точность:	0,5°C
Количество подключаемых датчиков:	16
Размеры печатной платы:	78×48 мм

Рис. 1. **Внешний вид цифрового термометра**

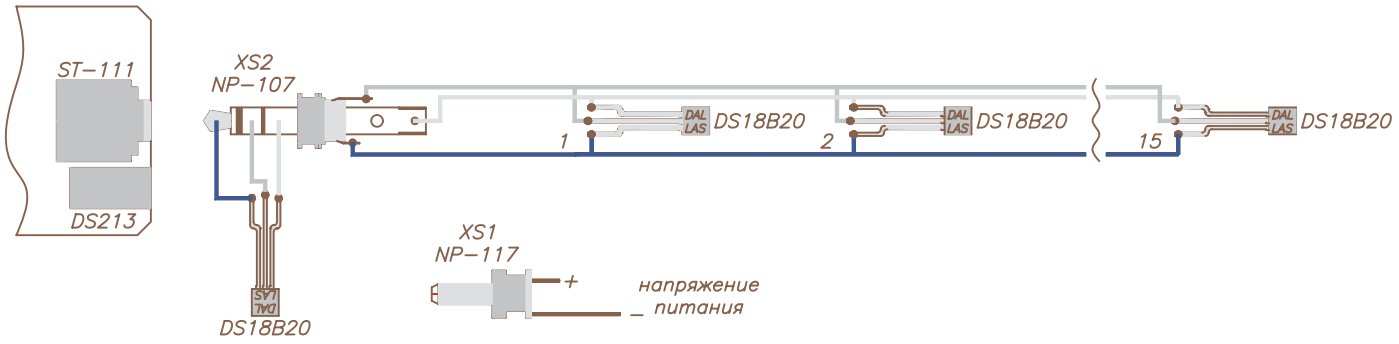


Рис. 2. **Установка датчиков**

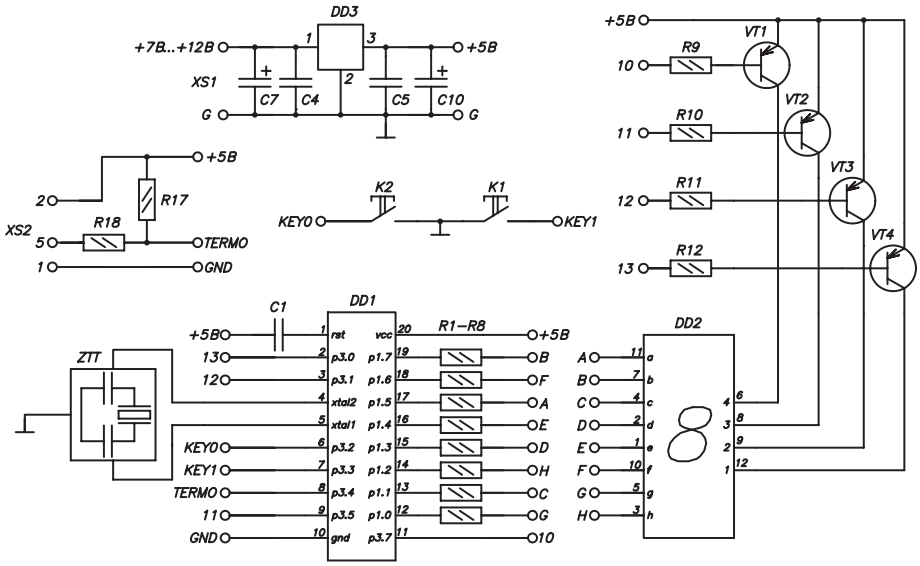


Рис. 3. **Электрическая принципиальная схема**

ки максимальных и минимальных значений: при нажатии на данную кнопку в рабочем режиме сбрасываются записанные значения минимума и максимума текущего датчика. Вторая (правая) кнопка отвечает за быстрое переключение на следующий датчик: при кратковременном нажатии на данную кнопку произойдет переключение на следующий датчик. При необходимости вызвать статистику максимальных и минимальных температур следует удерживать эту кнопку в течение нескольких секунд — после чего произойдет выход на показание статистических значений (максимумов и минимумов как при старте программы). Чтобы из режима статистики оперативно переключиться на рабочий режим следует кратковременно нажать вторую кнопку. Предусмотрена возможность остановки цикличного режима измерений и выдачи температуры только определенного датчика. Чтобы войти в этот режим следует в рабочем режиме произвести кратковременное нажатие сразу обеих кнопок, после чего система будет показывать температуру только одного того датчика, который был активен в момент нажатия. Чтобы вернуться в рабочий режим следует кратковременно нажать вторую кнопку.

Особенности работы термометра:

- нумерация датчиков происходит автоматически соответственно тому уникальному серийному номеру, который был присвоен на заводе каждому датчику.

Специальные возможности:

- датчики могут подключаться и отключаться «на горячую» — то есть во время рабочего режима. Однако нумерация датчиков может претерпеть существенные изменения.

Так же к устройству можно подключить один датчик DS1821.

Термометр не требует настройки и полностью готов к работе.

Литература:

1. Инструкция на набор BM8037.
2. Сайт: www.masterkit.ru.

Готовый блок BM8037, а также другие электронные наборы, блоки и модули МАСТЕР КИТ можно купить в магазинах радиодеталей вашего города.

Дополнительная информация: тел. (095) 234-7766; e-mail: infomk@masterkit.ru; почтовый адрес: МАСТЕР КИТ, А/Я 19, Москва, 109044, Россия.

Желаем Вам приятных покупок!

БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Вы можете **бесплатно** оформить подписку на журнал «Новости электроники» начиная с **любого** номера, заполнив и отослав по почте или по факсу этот подписной купон по адресу: ЗАО «КОМПЭЛ», 115114, Москва, Дербеневская ул., 1/2. Электронная подписка с указанием всех перечисленных в подписном купоне данных производится по адресу: **novosti@compel.ru**

НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

Подписной купон

Название организации: _____

Контактное лицо: _____
Фамилия, Имя, Отчество

Должность: _____

Сфера деятельности: _____

Телефон: _____ E-mail: _____

Адрес: _____
Страна, индекс, город, улица, номер дома, корпус, номер офиса

Контактная информация: Телефон: (095) 234-7767, факс: (095) 995-0902, e-mail: novosti@compel.ru

УЛЫБКА ЭЛЕКТРОНЩИКА

Из записок менеджера по продажам электронных компонентов:

Звонит мне как-то одна из клиенток Мария Филиповна.
Мария Филиповна: – Можете ли Вы привезти Max3232?
Я: – Корпус какой?
Мария Филиповна: – Пластмассовый.

Я: – Ноги как расположены?
Мария Филиповна: – Как у таракана.
Я: – Как у живого или как у дохлого?
Мария Филиповна: – Как у живого.

Звонок на фирму, которая занимается ремонтом компьютеров:
– Мой принтер начал плохо печатать!
– Вероятно, его надо просто почистить. Это стоит $50. Но для вас будет лучше, если вы прочтете инструкцию и выполните эту работу сами.
Клиент, удивленный такой откровенностью, спрашивает:
– А ваш босс знает, что вы таким образом препятствуете бизнесу?
– На самом деле, это его идея. Мы получаем куда больше прибыли, когда позволяем нашим клиентам сначала самим попытаться что-то отремонтировать.

– Девушка! А у Вас на фирме отпугиватели грызунов есть в продаже?
– Да, есть. Самый популярный-KIT MK350 (отпугиватель грызунов «ТОРНАДО»).
– А от людей что-нибудь? – а то ходят тут всякие....