

## СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

## DSPs AND MICROCONTROLLERS

Супервизор для микропроцессорных систем .....	2	Supervisor for Microprocessor Systems
Восьмиразрядные микроконтроллеры 68HC908 .....	4	8-bit Microcontrollers 68HC908

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

## POWER SUPPLIES

Линейные стабилизаторы напряжения типа LDO .....	9	LDO Regulators
--	---	----------------

## ДИСПЛЕИ

## DISPLAYS

ЖК дисплеи для жестких условий эксплуатации .....	12	LCD for Harsh Environment
---	----	---------------------------

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

## THE ANALOG DEVICES

## ФИРМЫ ANALOG DEVICES

## SOLUTIONS BULLETIN

Микросхемы для телекоммуникаций .....	15	Communications
---------------------------------------	----	----------------

## ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

## TELECOMMUNICATIONS

Особенности систем сотовой связи второго и третьего поколения .....	35	Features of 2G and 3G Cellular Communications
Микросхема процессора для IP-телефона .....	37	Processor IC for IP Telephony
СВЧ GaAs микросхемы для приемопередатчиков и автомобильных радаров .....	42	GaAs MMICs for Transceivers and Car Radars
Разрядники для защиты линий передачи данных .....	46	Supressors for Transmission Links

## КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

## CONTROL AND AUTOMATION

Калибровка и поверка компьютеризированных измерительных приборов .....	47	Calibration Ensures Accuracy
---	----	------------------------------

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

## PERSPECTIVE PRODUCTS

ИМС счетчиков электроэнергии фирмы Analog Devices .....	48	Analog Devices' Energy Meter ICs
---	----	----------------------------------

## ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

## ELECTRONIC COMPONENTS AND SYSTEMS

2001 март № 3 (43)

March 2001 No 3 (43)

Массовый ежемесячный научно-технический журнал

Monthly Scientific and Technical Journal

Учредитель и издатель:

Founder and Publisher:

Научно-производственная фирма **VD MAIS**Scientific-Production Firm **VD MAIS**

Зарегистрирован Министерством информации Украины 24.07.96 г.

Свидетельство о регистрации серия КВ № 2081Б

Издается с мая 1996 г. Подписной индекс 40633

Главный редактор: В.А. Романов

Зам. главного редактора: А.В. Ермолович

Редакционная коллегия:

В.В. Гирич, В.А. Давиденко, Н.Б. Малиновский,

Г.Д. Местечкина, В.А. Тодосийчук, С.Б. Яковлев

Набор: А.В. Ходищенко

Верстка и дизайн: М.С. Заславская

Дизайн обложки: А.А. Чабан

Адрес: Украина, 01033, Киев, а/я 942, ул. Жилинская, 29

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

Тел.: (380-44) 227-2262, 227-1356; Факс: (380-44) 227-3668; E-mail: vdmais@carrier.kiev.ua; Интернет: www.vdmais.kiev.ua

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

Подписано к печати 26.03.2001. Формат 60x84/8. Тираж 1000 экз. Зак. № 153-0363.



## СУПЕРВИЗОР ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Супервизоры микропроцессорных систем позволяют осуществлять контроль основных параметров материнских плат ПК и других устройств аналогичного назначения. В статье приведена информация об ИС супервизора ADM9240, функциональные возможности которой позволяют использовать ее также для построения недорогих систем контроля и измерительных приборов.

В. Макаренко

Фирма Analog Devices выпускает ИС ADM9240 для контроля основных параметров микропроцессорных систем, материнских плат серверов и персональных компьютеров. Кроме того, такая ИС может быть использована для построения недорогих измерительных приборов и систем контроля параметров окружающей среды или технологических параметров. Ее использование в ПК позволяет одновременно контролировать напряжение четырех источников питания, напряжение питания ядра двух процессоров, температуру, скорость вращения двух вентиляторов и несанкционированное вскрытие корпуса.

Функциональная схема ИС приведена на рис. 1. Контролируемые напряжения 2.5, 3.3, 5, 12,  $V_{CCP1}$  и

$V_{CCP2}$  (напряжения питания ядра процессоров) через аналоговый мультиплексор (INPUT ATTENUATORS AND ANALOG MULTIPLEXER) поступают на вход 9-разрядного АЦП (9-BIT ADC), в котором поочередно преобразуются в цифровой код. Вся дальнейшая обработка сигналов осуществляется в цифровом виде. Код напряжения питания ядра, считываемый с выходов процессора, подается на входы VID0...VID4 и записывается в соответствующие входные регистры. Импульсы, частота следования которых равна частоте вращения вентиляторов, формируются на выходе таходатчиков и подаются на входы FAN1 и FAN2, а затем — на счетчик частоты вращения вентиляторов (FAN SPEED COUNTER). Для ограничения амплитуды импульсов на входах FAN рекомендуется

включать параллельно входу стабилитрон с напряжением стабилизации 4.5-5 В, если тахометр вентилятора подключен к источнику питания 5 В. Если тахометр подключен к источнику 12 В, то между выходом тахометра и входом FAN необходимо включить резистор номиналом 10 кОм.

Микросхема имеет встроенный датчик температуры (BANDGAP TEMPERATURE SENSOR). Диапазон измеряемых температур от -40 до 85 °С. Для контроля вскрытия корпуса имеется вывод CI, на который при закрытой крышке корпуса через концевой выключатель подается высокий уровень напряжения. Каждые 20 мс проводится опрос состояния этого входа. На выходе регистра CHASSIS INTRUSION CLEAR REGISTER формируются импульсы, отпирающие полевой транзистор, переход сток-исток которого включен между входом CI и общим проводом. Когда корпус ПК закрыт, на входе регистра INTERRUPT STATUS REGISTERS формируются короткие импульсы. Как только крышка снята, со входа CI снимается напряжение и импульсы прекращаются, что свидетельствует о том, что корпус вскрыт.

Наличие встроенного 8-разрядного ЦАП с умощненным выходом (вывод NTEST\_IN/AOUT) позволяет формировать сигналы управления внешними объектами (например, частотой вращения вентилятора) или расширять функциональные возможности ИС путем подключения дополнительных цепей между выходом ЦАП и одним из аналоговых входов [2]. Управление ИС осуществляется по шине I<sup>2</sup>C — входы SDA (двухнаправленная шина данных) и SCL (шина синхронизации). С назначением остальных выводов можно подробно ознакомиться в [1]. Основные параметры ИС приведены в таблице.

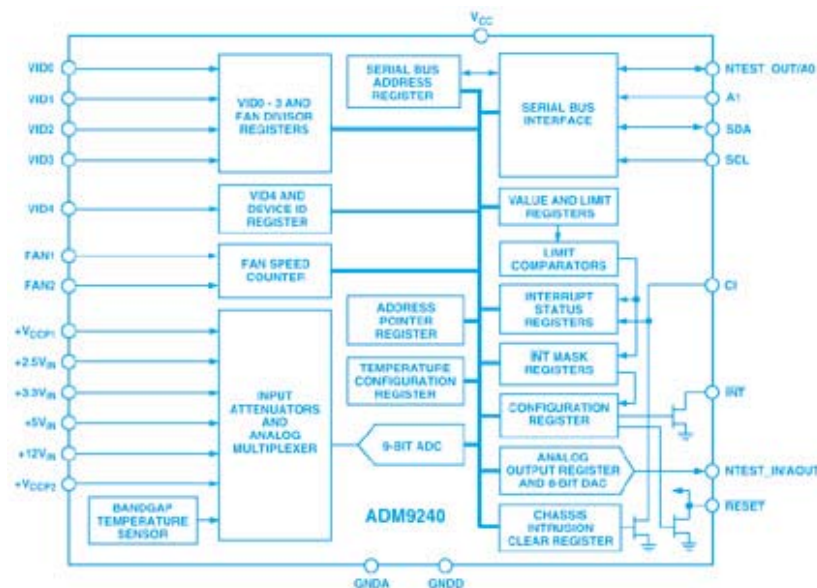


Рис. 1. Функциональная схема ИС ADM9240



## Параметры ИС ADM9240

Параметр	Мин	Тип	Макс
<b>Источник питания</b>			
Напряжение источника питания, В	2.85	5	5.75
Ток потребления, мА		1.4	2
Ток потребления в дежурном режиме, мкА		25	100
<b>Датчик температуры</b>			
Погрешность, °С (при $T_A=25^\circ\text{C}/-40^\circ\text{C}\leq T_A\leq 125^\circ\text{C}$ )*			$\pm 2/\pm 3$
Разрешение, °С	$\pm 0.5$		
<b>АЦП (включая мультиплексор и аттенюатор)</b>			
Общая погрешность, %			$\pm 2$
Дифференциальная нелинейность, ЕМР			$\pm 1$
Длительность цикла опроса всех входов, мкс		311	331
Входное сопротивление, кОм	100	140	200
<b>Параметры аналогового выхода</b>			
Диапазон выходных напряжений, В	0		1.25
Погрешность установки напряжения, %			$\pm 3$
Погрешность полной шкалы, %		$\pm 1$	$\pm 3$
Дифференциальная нелинейность, ЕМР			$\pm 1$
Выходной ток, мА		2	
<b>Параметры последовательного интерфейса</b>			
Частота тактовых импульсов, кГц			400
Время начальной установки, нс	600		
Время установки/удержания данных, нс	100		

\*  $T_A$  — температура окружающей среды.

Аналоговые входы рассчитаны на номинальные напряжения 12, 5, 3.3 и 2.5 В, в то время как диапазон входных напряжений встроенного АЦП находится в пределах 0 - 2.5 В. Чтобы привести входные напряжения к уровням работы АЦП, в аналоговом мультиплексоре установлены прецизионные аттенюаторы. Кроме того, для предотвращения попадания на вход АЦП напряжения отрицательной полярности на входах мультиплексора установлены защитные диоды. Такой подход к построению схемы позволяет расширить диапазон измеряемых напряжений, для чего достаточно по любому из входов дополнительно установить внешний делитель напряжения. Во избежание возможных перегрузок преобразователя

необходимо, чтобы номинальное напряжение на этом входе формировало на входе АЦП 75 % его полной шкалы, т.е. не более 1.875 В.

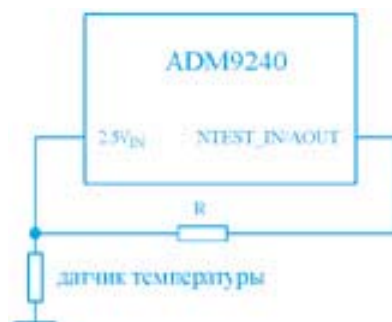


Рис. 2. Включение внешнего датчика для измерения температуры

Для измерения температуры с помощью внешнего датчика температуры достаточно включить этот датчик по схеме, приведенной на рис. 2. В качестве датчика температуры можно использовать терморезистор. Если использовать температурный датчик типа AD22105, то сигнал с его выхода можно подавать через инвертор на вход CI. Однако в этом случае вход CI нельзя использовать для контроля вскрытия корпуса.

Наличие пяти цифровых входов идентификации напряжения питания процессора (VID0...VID4) позволяет использовать их и как многоцелевые входные линии. Они могут считывать уровень логической единицы или нуля сигналов с выходов цифровых измерительных преобразователей. Например, с датчика термостата, который формирует признак включения/выключения термостата.

Параметры цифровых входов и выходов, схемы включения, коды управления ИС можно найти в [1]. Выпускается ИС в корпусе 24-TSSOP. Кроме этой ИС Analog Devices выпускает еще две микросхемы аналогичного назначения — ADM1024 и ADM1025, которые отличаются количеством входов. В ADM1024 количество аналоговых входов увеличено до девяти, а ADM1025 является упрощенным вариантом ADM9240, в котором отсутствует встроенный ЦАП, нет входа контроля вскрытия корпуса, не предусмотрен контроль частоты вращения вентиляторов. Информацию об этих ИС можно получить на сервере Analog Devices по адресу: <http://www.analog.com>

## ЛИТЕРАТУРА:

1. [www.analog.com/pdf/ADM9240\\_0.pdf](http://www.analog.com/pdf/ADM9240_0.pdf)
2. Matt Smith. Data-acquisition setup measures everything. — EDN, August 3, 2000.

## ВОСЬМИРАЗЯДНЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ 68HC908

Компания Motorola постоянно пополняет семейство широко используемых во всем мире восьмиразрядных микроконтроллеров 68HC08 микросхемами контроллеров нового поколения. Эти контроллеры, образующие подсемейство 68HC908, отличаются наличием быстродействующей флэш-памяти с увеличенным числом циклов записи/стирания и возможностью перезаписи в составе устройства пользователя, в том числе в составе работающего устройства. В статье приведены рекомендации специалистов компании Motorola по внутрисхемному программированию флэш-памяти таких контроллеров и данные об их взаимозаменяемости с контроллерами других производителей.

А. Ермолович

### АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

Аппаратные средства восьмиразрядных микроконтроллеров нового поколения 68HC908 (в дальнейшем HC908) уже рассматривались в ЭКиС достаточно подробно [1]. Отметим лишь, что по сравнению с предшествующими моделями процессорное ядро этих контроллеров характеризуется повышенным быстродействием и улучшенной системой команд. В составе подсемейства HC908 — недорогие универсальные контроллеры, имеющие набор периферийных модулей для управления электродвигателями. Недавно подсемейство пополнилось новой микросхемой 68HC908SR12 [2], характеризующейся наличием:

- флэш-памяти объемом 12 288 байтов
- ОЗУ объемом 512 байтов
- четырнадцатиканального 10-разрядного АЦП
- трехканального ШИМ-генератора
- сторожевого таймера и двух двухканальных 16-разрядных таймеров общего назначения
- последовательных интерфейсов SCI (полнодуплексный программируемый 32-скоростной) и SMBus 1.0/1.1 (вариант интерфейса I<sup>2</sup>C, отличающийся возможностью подключения к шине нескольких ведущих устройств)
- 31 линии цифрового ввода/вывода
- блока формирования периодических прерываний
- встроенных сенсоров тока и температуры
- встроенного тактового генератора с системой ФАПЧ для формирования повышенной внутренней тактовой частоты (времязадающий элемент — RC-цепь или кварцевый резонатор частотой 32 кГц).

Однако основное отличие микроконтроллеров подсемейства HC908 от предшествующих моделей контроллеров компании Motorola и других производителей — наличие быстродействующей флэш-памяти, изготавливаемой по новой технологии и обеспечивающей не менее 10<sup>4</sup> циклов стирания и записи. В табл. 1 приведены данные по времени записи и максимальному числу циклов записи/стирания флэш-памяти микро-

контроллеров компаний Atmel, Microchip и Motorola [3], из которых видно, что встроенная флэш-память компании Motorola имеет более высокие параметры.

Микроконтроллеры HC908 отличаются от аналогов не только высокими параметрами флэш-памяти, но и наличием режима быстрого внутрисхемного программирования [3-5]. Внутрисхемное или внутрисистемное программирование (ICP — In-Circuit Programming или IAP — In-Application Programming) — это программирование встроенной в микросхему флэш-памяти без извлечения микросхемы из платы, а платы — из устройства, в котором она эксплуатируется. Внутрисхемное программирование значительно расширяет возможности тестирования и модернизации устройств. В частности, внутрисхемное программирование используется в производстве для записи в контроллер сначала тестовой программы и затем, после успешного завершения тестирования, — текущей версии рабочей программы. При необходимости перед продажей в готовое устройство можно загрузить новую версию рабочей программы, скорректированную согласно техническим требованиям покупателя. Внутрисхемное программирование предоставляет также возможность изменять содержимое флэш-памяти в контроллере работающего устройства без прекращения выполнения рабочей программы.

### ВНУТРИСХЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Для программирования флэш-памяти микросхем HC908 не нужен внешний источник повышенного напряжения, т. к. в их состав входит повышающий преобразователь напряжения с коммутируемыми конденсаторами, автоматически включающийся при программировании. В микроконтроллерах предусмотрено программирование флэш-памяти в двух режимах: выполнения резидентной программы загрузки памяти (Monitor mode) или выполнения программы пользователя (User mode).

Таблица 1. Параметры флэш-памяти микроконтроллеров разных компаний

Компания	Микроконтроллер	Время записи байта, мс	Число циклов записи/стирания
Atmel	AT90S1200	4	1000
	AT89LV55	2	
Microchip	PIC16F84	10	1000
	PIC16F877	4	
Motorola	MC68HC908GP32	0.03	10 000
	MC68HC908JL3		



Таблица 2. Восьмиразрядные микроконтроллеры компании Motorola, являющиеся функциональными аналогами микроконтроллеров компании Atmel

Тип микроконтроллера	Краткое описание	Флэш-память	ОЗУ, байт	ЭСП-ПЗУ, байт	Последов. порт	АЦП	Периферийные модули	Линии вв./выв.	Таймеры
AT90S2313	Не перепрограммируется в составе устройства	2 К	128	128	SPI, UART	-	Компаратор, ШИМ	15	1, 8 разр.; 1, 16 разр.; сторожевой
68HC908JK/ 68HC908JK3	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, АЦП, ШИМ-генератор *	1,5 К/ 4 К	128	-	-	10 каналов, 8 разрядов	ШИМ	15	2 канала, 16 разр.
AT90S4414	Не перепрограммируется в составе устройства	4 К	256	256	SPI, UART	-	Компаратор	32	1, 8 разр.; 1, 16 разр.; сторожевой
68HC908GR4	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, ФАПЧ, генератор периодических прерываний, АЦП вместо компаратора, ШИМ-генератор, меньше линий ввода/вывода	4 К	384	-	SCI, SPI	6 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ, 32 кГц, генератор периодич. прерываний	21	3 канала, 16 разр.
AT90S4434	Не перепрограммируется в составе устройства	4 К	256	256	SPI, UART	8 каналов, 10 разрядов	Компаратор, ШИМ	32	Сторожевой
68HC908GR4	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, ФАПЧ, генератор периодических прерываний, ШИМ-генератор, больше объем ОЗУ, меньше линий ввода/вывода	4 К	384	-	SCI, SPI	6 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ, 32 кГц, генератор периодич. прерываний	21	3 канала, 16 разр.
AT90S8515	Не перепрограммируется в составе устройства	8 К	512	512	SPI, UART	-	Компаратор	32	1, 8 разр.; 1, 16 разр.; сторожевой
68HC908GR8	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, АЦП вместо компаратора, ФАПЧ, генератор периодических прерываний, меньше объем ОЗУ и линий ввода/вывода	8 К	384	-	SCI, SPI	6 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ, 32 кГц, генератор периодич. прерываний	21	2 канала, 16 разр.; 1 канал, 16 разр.
AT90S8535	Не перепрограммируется в составе устройства	8 К	512	512	SPI, UART	8 каналов, 10 разрядов	Компаратор, ШИМ	32	Сторожевой
68HC908GR8	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, ФАПЧ, генератор периодических прерываний, меньше объем ОЗУ и линий ввода/вывода	8 К	384	-	SCI, SPI	6 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ, 32 кГц, генератор периодич. прерываний	21	3 канала, 16 разр.
AT89C52	Не перепрограммируется в составе устройства	8 К	256	-	UART	-	-	32	3, 16 разрядов
68HC908GR8	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, ФАПЧ, генератор периодических прерываний, АЦП, ШИМ-генератор, SPI, больше объем ОЗУ, меньше линий ввода/вывода, нет внешней шины	8 К	384	-	SCI, SPI	6 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ, 32 кГц, генератор периодич. прерываний	21	3 канала, 16 разр.
AT89C56	Не перепрограммируется в составе устройства	20 К	256	-	-	-	-	32	3, 16 разрядов
68HC908GR32	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, ФАПЧ, АЦП, ШИМ-генератор, генератор периодических прерываний, SPI, лучшие таймеры ШИМ-генератора, больше объем памяти, нет внешней шины	32 К	512	-	SCI, SPI	8 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ, 32 кГц, генератор периодич. прерываний	33	Сдвоенный двухканальный 16-разрядный
ATmega 103		128 К	4 К	4 К	SPI, UART	8 каналов, 10 разрядов	Компаратор, ШИМ	48	2, 8 разр.; 1, 16 разр.; сторожевой
68HC908AZ60	Если не хватает объема памяти, используйте MMCS2001	60 К	2 К	1 К	SCI, SPI, CAN	15 каналов, 8 разрядов	ШИМ	48	6 каналов, 16 разр.; 2 канала, 16 разр.

\* Если необходим интерфейс UART, используйте рекомендации документов AN1820/D и AN1818/O по программной реализации этого интерфейса в микросхеме



Таблица 3. Восьмиразрядные микроконтроллеры компании Motorola, являющиеся функциональными аналогами микроконтроллеров компании MicroShip

Тип микро-контроллера	Краткое описание	Флэш-память		ОЗУ, байт	Последов. порт	АЦП	Периферийные модули	Линии вв./выв.	Таймеры
		байт	слов						
Р1С12С672		3.5 К	2048	128	-	4 канала, 8 разрядов	-	6	1, 8 разрядов
68НС908JK3	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, лучше таймер ШИМ-генератора, больше линий ввода/вывода	4 К		128	-	10 каналов, 8 разрядов	ШИМ	15	2 канала, 16 разрядов
Р1С16С55/А	Не поддерживает прерывания	0.75 К	512	24	-	-	-	20	1, 8 разрядов
68НС908JL3	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, АЦП, лучше таймер ШИМ-генератора, больше объем памяти	4 К		128	-	12 каналов, 8 разрядов	ШИМ	23	2 канала, 16 разрядов
Р1С16С56/А	Не поддерживает прерывания	1.5 К	1024	25	-	-	-	12	1, 8 разрядов
68НС908JK1	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, АЦП, больше объем ОЗУ, лучше таймер ШИМ-генератора	1.5 К		128	-	10 каналов, 8 разрядов	ШИМ	15	2 канала, 16 разрядов
Р1С16С62А/В		3.5 К	2048	128	I <sup>2</sup> C, SPI	-	ШИМ	22	1, 16 разрядов; 2, 8 разрядов
68НС908JL3	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, АЦП *	4 К		128	-	12 каналов, 8 разрядов	ШИМ	23	2 канала, 16 разрядов
Р1С16С64А		3.5 К	2048	128	I <sup>2</sup> C, SPI	-	ШИМ	33	1, 16 разрядов; 2, 8 разрядов
68НС908GR8	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, ФАПЧ, генератор периодических прерываний, АЦП, больше объем ОЗУ, меньше линий ввода/вывода*	8 К		384	SCI, SPI	4 канала, 8 разрядов	ШИМ	21	2 канала, 16 разрядов
Р1С16С67		14 К	8192	368	USART, I <sup>2</sup> C, SPI	-	ШИМ	33	1, 16 разрядов; 2, 8 разрядов
68НС908GF32	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, больше объем памяти, ФАПЧ, генератор периодических прерываний, АЦП *	32 К		512	SCI, SPI	8 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ 32 кГц, генератор периодических прерываний	33	Сдвоенный двухканальный 16-разрядный
Р1С16С74А/В/С		7 К	4096	192	USART, I <sup>2</sup> C, SPI	8 каналов, 8 разрядов	ШИМ	33	1, 16 разрядов; 2, 8 разрядов
68НС908GF32	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, больше объем памяти, ФАПЧ, генератор периодических прерываний *	32 К		512	SCI, SPI	8 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ 32 кГц, генератор периодических прерываний	33	Сдвоенный двухканальный 16-разрядный
Р1С16F84/А		1.75 К	1024	68	-	-	-	13	1, 8 разрядов
68НС908JK1	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, лучше таймер ШИМ-генератора, АЦП	1.5 К		128	-	10 каналов, 8 разрядов	ШИМ	15	2 канала, 16 разрядов
Р1С18С242		16 К	8192	512	USART, I <sup>2</sup> C, SPI	5 каналов, 10 разрядов	ШИМ	23	3, 16 разрядов; 1, 8 разрядов
68НС908GF32	Быстро перепрограммируется в составе устройства, флэш-память для хранения программ и данных, генератор периодических прерываний, больше объем памяти и линий ввода/вывода *	32 К		512	SCI, SPI	8 каналов, 8 разрядов	ШИМ, ФАПЧ 32 кГц, генератор периодических прерываний	33	Сдвоенный двухканальный 16-разрядный

\* Если необходим интерфейс I<sup>2</sup>C, используйте рекомендацию документа AN1820/D по программной реализации этого интерфейса в микросхеме.



Таблица 4. Средства отладки восьмиразрядных микроконтроллеров компании Motorola

Наборы средств разработки											
Тип микроконтроллера		68HC908GRP32				68HC908GR8, 68HC908GR4				68HC908JL3, 68HC908JK3, 68HC908JK1	
Наименование набора		M681CS08GP	KITMMEVS08GP	KITMMDS08GP	M681CS08GR	KITMMEVS08GR	KITMMDS08GR	M681CS08JLK	KITMMEVS08JLJ	KITMMDS08JLJ	
Плата внутрисхемного симулятора/программатора		•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Плата MMEVS модульной системы оценки параметров		•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Модуль MMDS станции разработки											
Модуль эмулятора, кабель, адаптеры для корпусов DIP и SMD		•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Кабели: последовательного интерфейса, для корпусов DIP		•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Интегрированная среда разработки, руководство пользователя, компакт-диск, образцы микросхем		•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Источник питания		•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Эмуляторы, кабели и адаптеры											
Тип микроконтроллера	Платформа	Модуль для оценки параметров	Тип корпуса	Гибкий кабель	Адаптер для подключения	Адаптер для микросхем в исполнении SMD					
68HC908AZ60		M68EM08AZ60	52 PLCC-FN 64 QFP-FU	M68CBL05C	X68TC08AX48FN52 X68TC08AX48FU64						
68HC908GP32			40 DIP-P / 42 SDIP-B 44 QFP-FB	M68CBL05B M68CBL05C	M68TB08GP32P40 / M68TB08GP32B4 M68TC08GP32FB44	M68TQS064SAG1, M68TQP064SA1					
68HC908GR8 68HC908GR4	M68MMIPFB0508 или M68MMDS0508	M68EML08GP32	28 DIP-P 32 QFP-FA		M68TC08GR8P28 M68TC08GR8FA32	M68TQS032SAG1, M68TQP032SAMO1					
68HC908JL3			28 DIP-P 28 SOIC-DW 48 QFP-FA	M68CBL05C	M68TC08JL3P28	M68DIP28SOIC					
68HC908JK3 68HC908JK1			20 DIP-P 20 SOIC-DW		M68TC08JL3FA48 M68TC08JK3P20	M68TQS048SDG1, M68TQAP048SD1 M68DIP20SOIC					
Программаторы											
Тип микроконтроллера	Тип корпуса	Адаптер программатора	Плата программатора								
68HC908AZ60	52 PLCC-FN, 64 QFP-FU	M68PA08AT60NFU	Последовательный программатор M68SPGMR08								
68HC908GP32	40 DIP-P, 44 QFP-FB 40 DIP-P / 42 SDIP-B / 44 QFP-FB	M68UPA08GP32P40 / M68UPA08GP32B42 / M68UPA08GP32FB44	Последовательный программатор / внутрисхемный симулятор M681CS08GP Параллельный программатор M68HC705UPGMR или M68HC705UGANG								
68HC908GR8, 68HC908GR4	28 DIP-P, 32 QFP-FA	-	Последовательный программатор / внутрисхемный симулятор M681CS08GR								
68HC908JK3, 68HC908JK1	20 DIP-P, 20 SOIC-DW 20 DIP-P / 20 SOIC-DW	-	Последовательный программатор / внутрисхемный симулятор M681CS08JLJK Параллельный программатор M68HC705UPGMR или M68HC705UGANG								
68HC908JL3	28 DIP-P, 28 SOIC-DW 28 DIP-P / 28 SOIC-DW	M68UPA08JL3P28 / M68UPA08JL3DW2	Последовательный программатор / внутрисхемный симулятор M681CS08JLJK Параллельный программатор M68HC705UPGMR или M68HC705UGANG								



Первоначальная загрузка рабочей программы во флэш-память осуществляется в режиме выполнения резидентной программы загрузки. Эта программа (Monitor code) объемом 307 байтов размещена в масочном ПЗУ микросхемы и предназначена для поддержания связи с внешним программатором по последовательному интерфейсу. Программа позволяет выполнить полное (Mass erase) или постраничное (Page erase, объем страницы 128 байт) стирание памяти, запись в память блоков размером от 1 до 64 байт, считывание хранящейся в памяти программы.

Для программирования памяти в режиме выполнения рабочей программы необходимо, чтобы программа внутрисхемного программирования (ICP code) входила в состав рабочей программы в качестве подпрограммы и хранилась во флэш-памяти. Эта программа устанавливает связь микроконтроллера с внешним программатором по последовательному интерфейсу и обеспечивает стирание и запись данных в двух подрежимах: ведомого устройства (в этом случае подпрограмма внутрисхемного программирования функционирует как интерпретатор команд программатора) или ведущего устройства (записываемые данные считываются подпрограммой из программатора или микросхемы внешней памяти). В обоих подрежимах программа внутрисхемного программирования загружается из флэш-памяти в ОЗУ (в этом случае в ОЗУ остается незанятый объем около 300 байтов) и из него запускается ее исполнение.

В [3] приведены примеры расчета времени загрузки программ во флэш-память и показано, что минимальное время можно обеспечить в режиме выполнения рабочей программы (программа объемом 32 кбайта загружается через порт SCI за 1.12 с).

При выполнении рабочей программы нельзя перезаписывать те области флэш-памяти, в которых хранится эта программа. Однако возможно изменение тех параметров, которые при запуске рабочей программы перегружаются в ОЗУ. Кроме того, ряд контроллеров (например, MC68HC908AZ20) имеет два независимых модуля флэш-памяти и при выполнении программы из одного модуля можно полностью перезаписать другой модуль. Для аппаратной защиты отдельных страниц или всей флэш-памяти от стирания в режиме выполнения рабочей программы в состав микроконтроллеров введен регистр защиты, в котором код можно перезаписать только в режиме выполнения резидентной программы загрузки памяти.

### ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ КОНТРОЛЛЕРОВ

В случаях, когда к разрабатываемому устройству предъявляются требования быстрого внутрисхемного программирования, целесообразно применять в нем микроконтроллеры подсемейства 68HC908 компании Motorola. К сожалению, микроконтроллеры разных фирм-производителей отличаются типами корпусов, назначением выводов и системами команд, поэтому не являются взаимозаменяемыми. Однако при разра-

ботке новых устройств могут оказаться полезными сведения о функциональной взаимозаменяемости. Такие данные о функциональной взаимозаменяемости микроконтроллеров компаний Motorola и Atmel, Motorola и Microchip, приведенные в табл. 2 и 3 соответственно, предоставлены сектором полупроводниковых компонентов компании Motorola.

### СРЕДСТВА ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Для обеспечения возможности внутрисхемного программирования в составе печатной платы, на которой установлен микроконтроллер, должен иметься отдельный разъем для подключения кабеля программатора. Режим выполнения резидентной программы загрузки флэш-памяти инициализируется по завершению начальной установки при включении электропитания в двух случаях: когда нет рабочей программы (стерто содержимое всей флэш-памяти, в таком виде микросхемы поставляются покупателю) или когда на входе прерывания IRQ установлен повышенный уровень напряжения ( $V_{DD} + 2.5$  В). В первом случае используется трехпроводная схема соединения программатора с контроллером (задействованы выводы PA0, VDD\_S и GND контроллера), во втором — пятипроводная. Если нет необходимости защищать флэш-память от стирания с использованием регистра защиты, специалисты компании Motorola рекомендуют использовать трехпроводную схему, поскольку в этом случае память можно полностью стереть в режиме выполнения программы пользователя. Для внутрисхемного программирования контроллеров подсемейства HC908 можно использовать последовательный универсальный программатор M68SPGMR08 компании Motorola, подключаемый к персональному компьютеру через интерфейс RS-232, или специализированные отладочные средства, перечисленные в табл. 4. Средства приведены в порядке снижения функциональных возможностей и, соответственно, стоимости. Подробно процедуры внутрисхемного программирования, примеры схем программаторов и программ внутрисхемного программирования рассмотрены в [4, 5].

*Дополнительную информацию о микроконтроллерах компании Motorola, средствах их отладки, свободно распространяемых программах внутрисхемного программирования и прикладных программах можно получить в сети Интернет по адресу: [www.mcu.motps.com](http://www.mcu.motps.com)*

### ЛИТЕРАТУРА:

1. HC08 — недорогой микроконтроллер с флэш-памятью // ЭКиС № 3/2000.
2. Информационное сообщение BR1856/D — Motorola, 2001.
3. Использование флэш-памяти в микроконтроллерах // ЭКиС № 4/2000.
4. AN-HK-32. In-Circuit Programming of Flash Memory in the MC68HC908GP32. — Motorola, Inc., 2000.
5. AN1770. In-Circuit Programming of Flash Memory in the MC68HC908GP20. — Motorola, Inc., 1999.





## ЛИНЕЙНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ТИПА LDO

Линейные стабилизаторы с низким падением напряжения на регулирующем элементе (LDO) предназначены для применения в радиотехнической аппаратуре, в которой критичными являются цена и габариты. Кроме того, применение стабилизаторов с низким падением напряжения позволяет увеличить срок службы элементов питания в портативной аппаратуре. Статья знакомит с линейными стабилизаторами напряжения типа LDO, выпускаемыми фирмой Texas Instruments.

В. Охрименко

От обычных стабилизаторов напряжения, которые выпускались ранее, стабилизаторы с низким падением напряжения (Low Dropout Regulators) отличаются низким па-

дением напряжения между входом и выходом [1 - 4]. Линейные стабилизаторы с низким падением напряжения в настоящее время широко используются в портативных измерительных приборах, переносных компьютерах, мобильных

средствах связи и многих других радиотехнических устройствах. Появление подобных стабилизаторов во многом было обусловлено распространением портативных радиотехнических устройств с питанием от встроенных батарей. Предполагается, что в ближайшем будущем питание портативных устройств будет производиться от одной ионно-литиевой батареи. Поэтому крайне важно обеспечить поддержание стабильного напряжения питания при снижении напряжения на элементах питания. Применение в портативной аппа-

Таблица 1. Параметры стабилизаторов напряжения типа LDO

Тип TPS	Вых. ток, мА	Падение напряж., тип. значение, мВ	Ток потребления, мА	Макс. вх. напряжение, В	Выходное напряжение (регулируемое//фиксированное), В	Выход RESET или PG	Тип корпуса	Цена FOB в партии 1000 шт., \$
770xx	50	48	0.017	13.5	1.2...5.5//1.2, 1.5, 1.8, 2.5, 2.7, 2.8, 3.0, 3.3, 5.0	-	SOT-23	0.62
790xx		48	0.017	13.5	-//1.5, 1.8, 2.8, 3.0, 3.3	-	SOT-23	0.67
769xx	100	98	0.017	13.5	1.2...5.5//1.2, 1.5, 1.8, 2.5, 2.7, 2.8, 3.0, 3.3, 5.0	-	SOT-23	0.69
789xx					-//1.5, 1.8, 2.8, 3.0, 3.3	-	SOT-23	0.73
763xx	150	300	0.085	10	1.5...6.5//1.6, 1.8, 2.5, 2.7, 2.8, 3.0, 3.3, 3.8, 5.0	-	SOT-23	0.52
765xx		140	0.035	13.5	1.25...5.5//1.5, 1.8, 2.5, 2.7, 2.8, 3.0, 3.3, 5.0	PG	SOIC-8	0.81
771xx		115	0.092	13.5	1.5...5.5//1.8, 2.7, 2.8, 3.3	RESET	MSOP-8	0.84
772xx		115	0.092	13.5		PG	MSOP-8	0.77
74xx	200	180	1.3	7	-//1.5, 1.8, 2.5, 3.0, 3.3	-	SOIC-8	-
773xx	250	200	0.092	13.5	1.5...5.5//1.8, 2.7, 2.8, 3.3	RESET	MSOP-8	0.91
774xx						PG	MSOP-8	0.81
779xx						1.5...5.5//1.8, 2.5, 3.0	RESET	MSOP-8
775xx	500	169	0.085	13.5	1.5...5.5//1.5, 1.8, 2.5, 3.3	RESET	TSSOP-20, SOIC-8	1.26... 1.89
73xx		146	0.34	11	1.2...9.75//2.5, 3.0, 3.3, 4.85, 5.0	RESET	SOIC-8, PDIP-8, TSSOP-20	0.91
777xx	750	260	0.085	13.5	1.5...5.5//1.5, 1.8, 2.5, 3.0	RESET	SOIC-8, TSSOP-20 PowerPAD	1.26... 1.89
767xx	1000	230	0.085	13.5	1.5...5.5//1.5, 1.8, 2.5, 2.7, 2.8, 3.0, 3.3, 5.0	RESET	SOIC-8, TSSOP-20 PowerPAD	2.10
768xx						PG		1.96
751xx	1500	160	0.075	5.5	1.2...5.0//1.5, 1.8, 2.5, 3.3	PG	TSSOP-20 PowerPAD	2.36
753xx						RESET		2.53
752xx	2000	210	0.075	5.5	1.2...5.0//1.5, 1.8, 2.5, 3.3	RESET	TSSOP-20 PowerPAD	2.92
754xx						PG		2.75
757xx	3000	205	125	6	1.5...5.0//1.5, 1.8, 2.5, 3.3	PG	TO-220-5	3.93
755xx	5000	250	125	6	1.5...5.0//1.5, 1.8, 2.5, 3.3	PG	TO-263-5	5.10

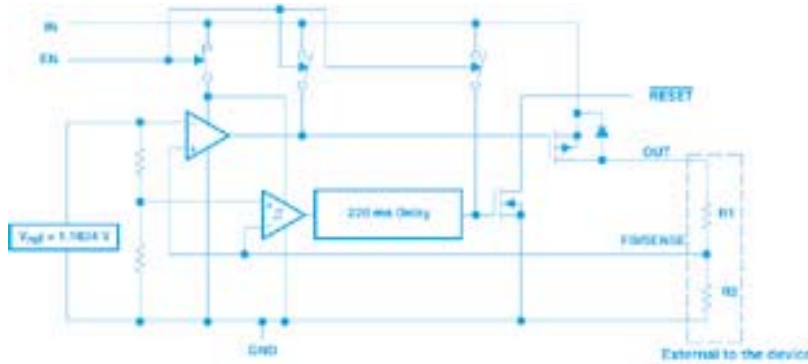


Рис. 1. Структурная схема микросхемы стабилизатора TPS779xx

ратуре стабилизаторов с низким падением напряжения и малым током потребления как в рабочем, так и в выключенном состоянии позволяет увеличить время непрерывной работы этой аппаратуры вследствие максимального использования емкости элементов питания.

Снижение падения напряжения на стабилизаторе и уменьшение тока потребления собственно стабилизатором обусловлено применением в качестве регулирующих полевых транзисторов вместо биполярных. При использовании биполярных транзисторов падение напряжения на регулирующем транзисторе составляет, в зависимости от схемы включения, от 0.4 до 2 В. Применение полевых транзисторов позволяет снизить падение напряжения до нескольких десятков милливольт и при этом значительно уменьшить ток управления транзистора. В результате сни-

жения падения напряжения на регулирующем транзисторе уменьшается и рассеиваемая стабилизатором мощность.

Параметры некоторых стабилизаторов с низким падением напряжения, выпускаемых фирмой Texas Instruments, приведены в табл. 1. Эти стабилизаторы с низким падением напряжения предназначены для работы в диапазоне температур от -40 до 125 °С, при этом отклонение выходного напряжения от номинального значения составляет от 2 до 3 %. Все стабилизаторы имеют: вход отключения EN (отключение стабилизатора происходит при уровне логического "0" на входе EN); вход FB/SENSE для подключения напряжения обратной связи (в стабилизаторах с регулируемым выходным напряжением на вход FB/SENSE через резистивный делитель

подается часть выходного напряжения); выходы с открытым коллектором RESET (сброс) или PG (power good — напряжение питания в норме), которые позволяют реализовать на базе стабилизатора мониторинг источника питания. В некоторых стабилизаторах для снижения уровня шума выходного напряжения предусмотрен отдельный выход (BYPASS) для подключения внешнего конденсатора. Большинство микросхем стабилизаторов выпускается в малогабаритных корпусах. Все стабилизаторы имеют защиту от перегрузки по выходному току и перегрева корпуса микросхемы.

Стабилизатор TPS779xx, структурная схема которого представлена на рис. 1, — типичный представитель стабилизаторов с низким падением напряжения. На рис. 2 приведена типовая схема подключения стабилизатора с регулируемым выходным напряжением (TPS77901), а на рис. 3 — график зависимости падения напряжения на стабилизаторе от выходного тока и температуры перехода. Падение напряжения на регулирующем транзисторе имеет явно выраженную зависимость от тока нагрузки. Регулирующий полевой транзистор

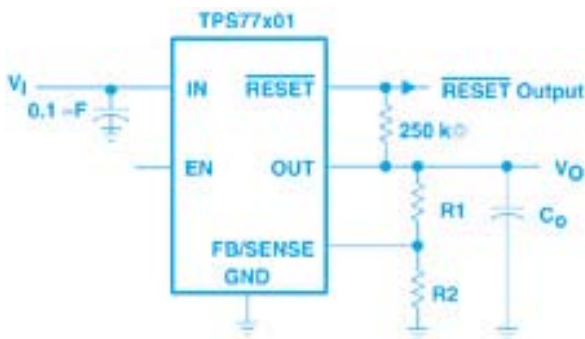


Рис. 2. Типовая схема подключения микросхемы стабилизатора TPS77901

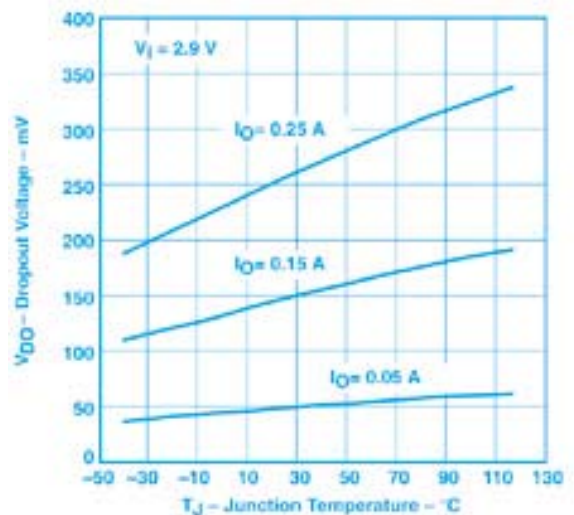


Рис. 3. График зависимости падения напряжения на стабилизаторе от выходного тока и температуры перехода

Таблица 2. Параметры сдвоенных стабилизаторов напряжения типа LDO

Тип TPS	Вых. ток, мА	Падение напряж., тип. значение, мВ	Ток потребления, мА	Макс. вх. напряжение, В	Выходное напряжение регулируемое//фиксированное), В	Выход RESET	Тип корпуса	Цена FOB в партии 1000 шт., \$
707xx	125/250	83	0.190	7	1.22...5.5//3.3/1.5, 3.3/1.8, 3.3/2.5, 3.3/1.2	+	TSSOP-20	1.87...
702xx	250/500	170	0.190	7		+	TSSOP-20	2.47
73HD3xx	750/750	353	0.680	11	1.2...9.75/3.3//3.3/2.5, 3.3/1.8	+	TSSOP-28	3.10
767D3xx	1000/ 1000	230	0.170	13.5	1.5...5.5/3.3//3.3/2.5, 3.3/1.8	+	TSSOP-28	3.09
703xx	1000/ 2000	160	0.185	7	1.22...5.5//3.3/1.2, 3.3/1.5, 3.3/1.8, 3.3/2.5	+	TSSOP-20	3.74
704xx						+		3.65

(PMOS) шунтирован диодом (см. рис. 1), через который при снижении входного напряжения ниже уровня выходного напряжения протекает выходной ток, что происходит при отключении питания. В TPS779xx предусмотрено ограничение выходного тока и защита микросхемы от перегрева. Выходной ток TPS779xx ограничивается на уровне 0.9 А. При выходном токе более 0.9 А происходит снижение выходного напряжения. Мощность, рассеиваемая стабилизатором при перегрузке по выходному току, не должна превышать допустимого значения, которое при температуре окружающей среды 25 °С составляет 376 мВт (без принудительного обдува) [3]. При температуре перехода микросхемы выше 150 °С происходит отключение стабилизатора, а при охлаждении после перегрева ниже 130 °С происходит его автоматическое включение. Как и во всех стабилизаторах с низким падением напряжения, для устойчивой работы (без автоколебаний) TPS779xx требуется подключение на его выходе внешнего конденсатора с определенным значением эквивалентного последовательного сопротивления. В документации на каждый тип стабилизатора приводится график зависимости устойчивости стабилизатора от тока нагрузки

и параметров конденсатора на его выходе: емкости и эквивалентного последовательного сопротивления (ESR — Equivalent Serial Resistance). Для TPS779xx подобная зависимость приведена на рис. 4. Кроме того, фирма-изготовитель приводит перечень рекомендуемых типов конденсаторов для подключения на выходе стабилизатора.

Фирма Texas Instruments выпускает также сдвоенные стабилизаторы с низким падением напряжения, которые имеют два независимых выхода стабилизированного напряжения. Причем, в зависимости от типа стабилизатора, выходное напряжение может быть фиксированным или регулируемым. Применение сдвоенных стабилизаторов позволяет снизить стоимость,

уменьшить габариты изделия, и, кроме того, более эффективно использовать энергоемкость элементов питания. Сдвоенные стабилизаторы находят широкое применение при создании источников питания для сигнальных процессоров, имеющих два напряжения питания (вычислительное ядро и входы/выходы обычно имеют разные напряжения питания). Параметры некоторых сдвоенных стабилизаторов с низким падением напряжения, выпускаемых фирмой Texas Instruments, приведены в табл. 2.

Полный перечень стабилизаторов с низким падением напряжения, выпускаемых фирмой Texas Instruments, можно найти в сети Интернет по адресу: <http://www.ti.com>

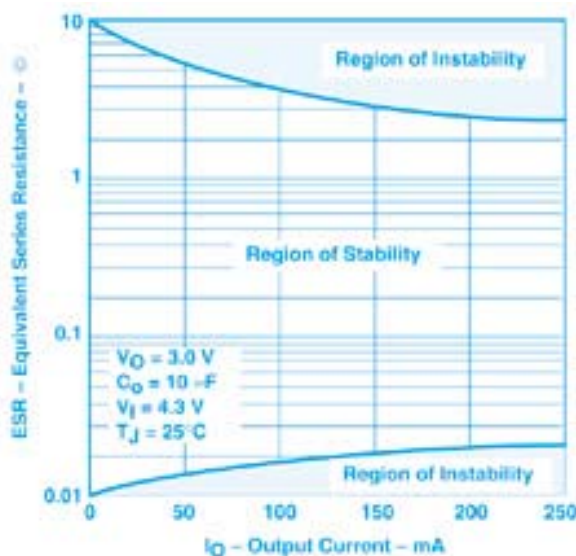


Рис. 4. График выбора параметров конденсатора на выходе стабилизатора

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Low Dropout Regulators. // Sine On. — Texas Instruments, 2Q2000. ([www.ti.com/sc/sineon](http://www.ti.com/sc/sineon)).
2. Low Dropout Regulators. // Sine On. — Texas Instruments, 4Q2000. ([www.ti.com/sc/sineon](http://www.ti.com/sc/sineon)).
3. TPS77901, TPS77918, TPS77925, TPS77930. 250-mA LDO Regulator with integrated reset in a MSOP8 package. — Texas Instruments, 2000.
4. Understanding the Terms and Definitions of LDO Voltage Regulators. Application Report. — Texas Instruments, 1999.

## Линейные стабилизаторы напряжения фирмы Analog Devices

Тип	$U_{вх}$ , В	$U_{вых}$ , В	$I_{вых}$ , мА	Падение напряжения на регулирующем транзисторе, мВ	Погрешность, %	Тип корпуса
Прецизионные типа <i>ampCAP</i> (устойчивые при любой емкости нагрузки)						
ADP3300	3...12	2.7, 3, 3.2, 3.3, 5	50	80	1.4	6-SOT23
ADP3301	3... 2	2.7, 3, 3.2, 3.3, 5	100	100	1.4	8-SOIC
ADP3302	3...12	3 × 2, 3.2 × 2, 3.3 × 2, 3.3/5, 5 × 2	2 × 100	120	1.4	8-SOIC
ADP3303	3.2...12	2.7, 3, 3.2, 3.3, 5	200	180	1.4	8-SOIC
ADP3303A	3.2...12	подстраиваемое 2.2...10	200	150	1.4	14-TSSOP
ADP3307	3...12	2.7, 3, 3.2, 3.3	100	130	1.4	6-SOT23
ADP3308	3...12	2.7, 2.85, 2.9, 3, 3.3, 3.6	50	80	2.2	5-SOT23
ADP3309	3...12	2.7, 2.85, 2.9, 3, 3.3, 3.6	100	120	2.2	5-SOT23
ADP3310	2.5...15	2.8, 3, 3.3, 5	зависит от внешнего транзистора		1.5	8-SOIC
ADP3330	2.9...12	2.5, 2.75, 2.85, 3, 3.3, 3.6, 5	200	140	1.4	6-SOT23
ADP3331	2.9...12	подстраиваемое 1.5...10	200	140	1.4	6-SOT23
Общего назначения, с режимами фиксированного/регулируемого выходного напряжения						
ADM663A	2...16.5	5 или 1.3...16	100	100	5	8-SOIC
ADM663A	2...16.5	3.3 или 1.3...16	100	100	5	8-SOIC
ADM666A	2...16.5	5 или 1.3...16	100	100	5	8-SOIC
ADM666A	2...16.5	3.3 или 1.3...16	100	100	5	8-SOIC

ADM666A можно приобрести со склада VD MAIS.

## Бестрансформаторные DC/DC преобразователи фирмы Analog Devices

Тип	$U_{вх}$ , В	$U_{вых}$ , В	$I_{вых}$ , мА	Частота преобразования, кГц	Режим отключения	Тип корпуса
Инвертирующие, с коммутируемыми конденсаторами, без стабилизации						
ADM660	1.5...7	-1.5...-7	100	25/120	нет	16-TSSOP
ADM8828	1.5...5.5	-1.5...-7	25	25/120	есть	6-SOT23
ADM8829	1.5...7	-1.5...-7	25	120	нет	6-SOT23
ADM8660	1.5...7	-1.5...-7	100	25/120	есть	8-SOIC
Инвертирующие, с коммутируемыми конденсаторами, со стабилизированным подстраиваемым выходным напряжением						
ADP3603	4.5...6	-3	50	120	есть	8-SOIC
ADP3604	4.5...6	-3	120	120	есть	8-SOIC
AD3605	3...6	-3	120	250	есть	8-SOIC

ADP3604 можно приобрести со склада VD MAIS.

## ЖК ДИСПЛЕИ ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ \*

White Electronic Designs Corporation специализируется на разработке и производстве ЖК дисплеев с активной матрицей (AMLCD), клавиатур и устройств ввода/вывода. Корпорация предлагает полный спектр изделий от отдельных компонентов до полностью интегрированных систем, предназначенных для жестких условий эксплуатации. Данная публикация раскрывает основные технические и эксплуатационные параметры продукции White Electronic.

Продукцию корпорации White Electronic отличает оптимальное соотношение цены и высокого уровня параметров, ее изделия на-

ходят применение как в аппаратуре коммерческого и промышленного назначения, так и в военной и космической технике. Дисплеи White Electronic имеют жесткий алюминиевый каркас и устанавливаются в стойке или встраиваются в изделие.

\* Display Solutions. — White Electronic Designs, Rev. 0. 9/00.



Информацию о наличии компонентов, оборудования и материалов на складе НПФ VD MAIS можно получить в сети Интернет по адресу: <http://www.vdmais.kiev.ua>, e-mail: [vdmais@carrier.kiev.ua](mailto:vdmais@carrier.kiev.ua), факс: (044) 227-3668.



### Основные характеристики

и преимущества дисплеев с активной матрицей:

- светотехнические:
  - высококонтрастное изображение
  - широкий угол обзора
  - антибликовое покрытие (патент на SBLR технологию)
  - повышенная даже при солнечном освещении контрастность изображения
  - подсветка с длительным сроком эксплуатации
- долговечность:
  - защитный стеклянный корпус
  - ударопрочность и виброустойчивость
  - широкий диапазон рабочих температур
  - устойчивость к воздействию агрессивных сред
- расширенные опции дисплея:
  - возможность повышения интенсивности подсветки
  - защита от электромагнитных и электростатических полей
  - экранное меню
  - сенсорное управление (Touch screen)
  - режим ночного видения (система NVIS).

**Дополнительные устройства** (платы интерфейса, клавиатуры, устройства ввода/вывода):

- платы интерфейса поддерживают:
  - две группы RGB видеосигналов
  - NTSC стандарт
  - десять уровней серого в RGB режиме для повышенной контрастности

• платы интерфейса обеспечивают:

- селективную NTSC и PAL синхронизацию в RGB видеорежиме

- широкий диапазон двух напряжений питания: от 10 до 15 В и от -8 до -15 В

- широкий диапазон регулирования подсветки экрана для установления оптимального уровня освещенности



нелинейную зависимость подсветки от сигнала управления при низком уровне освещенности

- оптическую обратную связь регулировки яркости
- работу при пропаданиях электропитания

- работу при пониженной температуре окружающей среды

- световую индикацию снижения мощности подсветки (для замены лампы подсветки).

Платы поставляются с заданной заказчиком сеткой размеров и требуемым разъемом.

• клавиатура отличается:

- простотой сопряжения с ЖК-дисплеями с активной матрицей
- высокой долговечностью
- наличием подсвеченных надписей клавиш/панели.

• устройства ввода/вывода имеют:

- подсвеченные для удобства считывания надписи

- защищенные от воздействия окружающей среды переключатели
- режим NVIS, удовлетворяющий требованиям стандарта MIL-L-85762.



Устройства ввода/вывода производятся в портативном и карманном исполнении.

Корпорация White Electronic предлагает полностью интегрированные клавиатуры и дисплеи в единой сборке (KDA). Это гарантирует их 100 % совместимость и делает нецелесообразным использование отдельных элементов разных фирм-производителей в то время как White Electronic обеспечивает возможность выбора нужной заказчику комбинации устройств, сочетающих высокое качество и требуемые технические характеристики.

White Electronic производит всю гамму инновационной продукции — от компонентов до систем:

- AMLCD Glass — дисплеи AMLCD в стеклянном корпусе с широким углом обзора, предназначенные для эксплуатации в жестких условиях. Поставляются с автономной платой интерфейса.

- Display Glass Assembly — те же дисплеи с платой интерфейса в единой сборке.

- Display Head Assembly (DHA) — дисплей в стеклянном корпусе в сборке с подсветкой и дополнительной платой интерфейса.

- Keyboard & Display Assembly (KDA) — дисплейная сборка, включающая клавиатуру.

- Open Frame Monitor — дисплейная сборка с разъемом, блоком питания, платой АЦП и видеопреобразователя.

- Keyboard — заказные клавиатуры.

- I/O Device — клавиатура и дисплей (AMLCD, ЖК или светодиодный), интегрированные в подсистему с дискретными входами/выходами для связи с внешним оборудованием.

- Дисплеи с размером диагонали от 4 до 22 дюймов.

## Основные параметры полноцветных ЖК дисплеев с активной матрицей

Наименование параметра	Тип дисплея			
	D99-104LSTD001	D99-12LSTD001	D99-150LSTD001	D99-181LSTD001
Размер экрана по диагонали, дюйм	10.4	12.1	15.0	18.1
Активная зона экрана, дюйм	8.32 (Г) × 6.24 (В)	9.685 (Г) × 7.264 (В)	11.97 (Г) × 8.98 (В)	14.14(Г) × 11.32 (В)
Яркость, кд/м <sup>2</sup>	1500	1500	1500	900
Диапазон регулировки яркости	200:1	200:1	200:1	200:1
Контрастность:	- минимальная	150:1	150:1	200:1
	- типовая	300:1	300:1	300:1
Коэффициент отражения, %:	- зеркального	≤ 0.15		
	- диффузного	≤ 0.3		
Угол обзора (в темной среде при изменении контрастности 5:1)	± 70° (Г) + 40° /-70° (В)	± 70° (Г) ± 55° (В)	± 70° (Г) ± 60° (В)	± 70° (Г) +70°/-40° (В)
Стандарт/разрешение	VGA/640×480	VGA/800×600	XGA/1024×768	SXGA/1280×1024
Шаг расположения точек, мм	0.33 (Г)× 0.33 (В)	0.1025 (Г)×0.3075 (В)	0.297 (Г)×0.297 (В)	0.2805 (Г)×0.2805 (В)
Число цветов	262 144	262 144	262 144	16.7·10 <sup>6</sup>
Частота регенерации, Гц	60	60	75	-
Типовое время отклика, мс:	- нарастание	20	20	10
	- спад	40	40	35
Аналоговый графический ввод	+	по заказу	+	+
Наработка до отказа, ч	40 000			
Габариты дисплея, дюйм	10.25 (Г)×8.06 (В) ×2.42 (глуб.)	-	14.85 (Г)×11.86 (В) × 2.54 (глуб.)	16.73 (Г)×14.34 (В) × 2.41 (глуб.)
Диапазон температур, °С:	- рабочих - хранения	-20 ... 70		
		-40 ... 85		

Примечание: (Г) и (В) — размеры по горизонтали и вертикали соответственно.

Основные параметры наиболее широко применяемых дисплеев корпорации White Electronic (10.4", 12.1", 15.0" и 18.1") приведены в таблице.

#### Применение:

- коммерческое:
  - банкоматы
  - GPS — навигационные системы
  - мониторы
- промышленное:
  - мультимедийные системы
  - медицинское оборудование
  - пассивные терминалы
  - промышленные системы с видеотерминалом
- авиация:
  - информационные панели в кабине экипажа

- игры в полете
- испытательное оборудование
- военная техника:
  - наземные устройства видеонаблюдения
  - бортовые навигационные системы, размещенные на судах
  - портативные устройства ввода/вывода.
- Дополнительные функции, обеспечиваемые дисплеями White Electronic, включают:
  - для подсветки:
    - защиту подсветки от превышения температуры со снижением энергопотребления
    - дискретное электронное управление подсветкой
    - индикацию снижения мощности

- подсветки
    - диапазон регулировки яркости подсветки 300:1
  - аналоговый графический вход в стандарте RGB
  - экранное меню для отображения установок
  - сенсорный экран
  - работу в стандартах NTSC, PAL и Y/C (S-Video).
- Экранное меню обеспечивает простую установку и позволяет оператору регулировать яркость, контрастность и положение картинки.
- Дополнительную информацию о продукции корпорации White Electronic можно получить в сети Интернет по адресу: [www.whiteedc.com](http://www.whiteedc.com)



## Микросхемы для телекоммуникаций

Ноябрь 2000

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

**ВЫГОДНОЕ  
ДЕЛО!**  
Подробности  
в тексте

### В этом выпуске ...

	Стр.
Ofthello – высокочастотный чипсет для GSM связи .....	16
Две ИМС для управления электропитанием в GSM/DCS/PCS системах связи .....	18
Контроллеры для управления схемой подзаряда элементов батарейного питания .....	19
ИМС приемника-преобразователя радиочастотного сигнала в цифровой код .....	20
Высокочастотный аналого-цифровой приемник/передатчик для широкополосных модемов .....	21
Высокоточные логарифмические усилители для измерительных устройств с широким динамическим диапазоном .....	22
Прямые цифровые синтезаторы с минимальным дрожанием выходного сигнала .....	24
Новый метод синтеза высокочастотных сигналов .....	25
TigerSHARC – сигнальный процессор с высокими техническими характеристиками .....	26
"Программируемое радио" для беспроводных систем передачи данных .....	27
Семейство АЦП и ЦАП с большим динамическим диапазоном .....	28
Новый драйвер линии для xDSL систем .....	30
Драйвер линии для ADSL систем с режимом пониженного энергопотребления .....	31
Кросс-мультиплексоры с низким потреблением .....	32

По прогнозам специалистов в 2004 году число пользователей мобильных телефонов достигнет одного миллиарда. В таких же объемах будут выпускаться другие портативные аудио- и видеоприборы и устройства. Существенно возрастет количество устройств, подключаемых к сети Интернет. Уже в настоящее время в сеть Интернет включено не менее 20 млн. широкополосных устройств, отличающихся высоким быстродействием и надежностью.



Все эти устройства, начиная с беспроводных телефонов, пейджеров, базовых станций и заканчивая проводными АТС и другими проводными устройствами, содержат высококачественные аналоговые, аналого-цифровые и цифровые ИМС, высокопроизводительные сигнальные процессоры и другие средства обработки сигналов. За последние 30 лет фирма Analog Devices достигла таких успехов в области разработки и производства ИМС для телекоммуникаций, с которыми вряд ли могут соперничать другие производители. Если разработчикам средств телекоммуникаций требуются чипсеты для GSM и CDMA связи, включая спутниковые базовые станции, новые усилители или АЦП для ВЧ или ПЧ сигналов, фирма Analog Devices обеспечит их лучшими на сегодняшний день компонентами для подобных систем.

На 20 страницах настоящего бюллетеня невозможно изложить все достижения фирмы Analog Devices за последние 30 лет. Все это можно найти в сети Интернет по адресу: [www.analog.com/bulletins/comms](http://www.analog.com/bulletins/comms)

## Новые решения для мобильных телефонов в GSM-стандарте

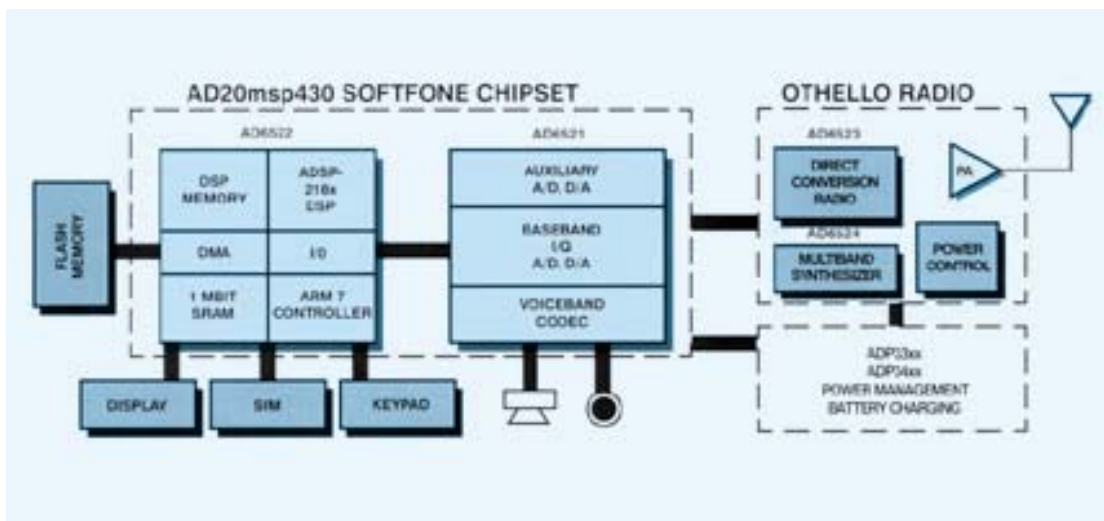
Высокочастотный узел мобильного телефона GSM стандарта вносит наибольший вклад в стоимость такого телефона, т. к. стоимость цифровых узлов постоянно уменьшается. Однако стоимость фильтров и гетеродинов практически не снижается. Замена аналогового приемника на цифровой позволяет снизить стоимость телефона, однако при этом могут возникнуть новые проблемы, которые в настоящее время успешно решаются специалистами фирмы Analog Devices.

## Разработчики ВЧ систем связи фирмы Analog Devices предлагают новые решения

### Чипсет Othello AD6523/AD6524

Чипсет Othello AD6523/AD6524 — один из лучших чипсетов для GSM связи. По схемотехническому решению, архитектуре, алгоритму обработки данных этот чипсет отвечает всем требованиям широкополосных GSM приемников/передатчиков для мобильных телефонов, в то же время цена чипсета ниже аналогичных устройств на основе супергетеродина. Кроме того, использование в составе чипсета Othello ПАВ-фильтров позволяет уменьшить его размеры. Все эти преимущества дают возможность обеспечить функциями GSM/GPRS связи миниатюрные телефоны, компьютеры, счетчики электроэнергии и другие системы.

На основе чипсетов Othello и широкополосного SoftPhone процессора AD6521/AD6522 может быть создан многополосный телефон для систем GSM/GPRS связи на 1000 часов резервного времени. SoftPhone чипсет содержит: сигнальный процессор семейства ADSP-218x, TDMI контроллер типа ARM 7, память SRAM объемом 1 Мбит, радиоинтерфейсы, аудиоблок и цепи управления мобильными телефонами или терминалами.





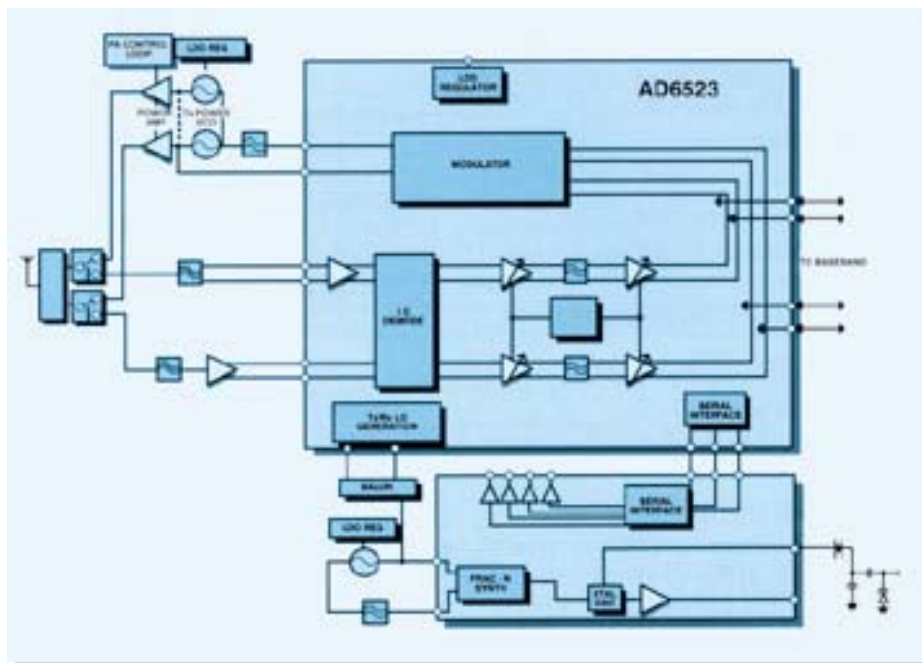
Микросхема AD6523 представляет собой квадратурный модулятор и содержит квадратурный понижающий преобразователь, фазовый детектор, корректирующий ЦАП и делитель частоты. Аналоговые I, Q выходы AD6523 подключены ко входам АЦП. В микросхеме AD6523 используется запатентованное фирмой Analog Devices виртуальное преобразование ВЧ сигнала в промежуточную частоту (Virtual-IF), т. е., в отличие от супергетеродинного приемника прямого преобразования, в ИМС AD6523 осуществляется перестройка гетеродина демодулятора, настраиваемого на частоту принимаемого сигнала. Это позволяет снизить требования к аналоговым фильтрам и упростить внешние цепи. Модулятор AD6523 предназначен для работы в GSM стандарте на частотах 900, 1800 и 1900 МГц.

AD6524 представляет собой многоканальный синтезатор GSM сигналов, работающий с модулятором AD6523. Управление AD6524 осуществляется через последовательный интерфейс.

В чипсете Othello решены все проблемы, связанные с прямым цифровым преобразованием радиосигналов. ФАПЧ и управляемый напряжением генератор работают на частоте, равной  $3/2$  базовой частоты GSM или  $3/4$  базовой частоты DCS/PCS. Для восстановления базовой частоты используется делитель. В результате в чипсете отсутствует генератор для формирования базовой частоты, что снижает взаимное влияние сигналов базовой и промежуточной частоты. Для уменьшения смещения постоянной составляющей в чипсете Othello используется корректирующий ЦАП, обеспечивающий регулировку сигнала на выходе смесителя. Дальнейшее устранение смещения этой составляющей производится непосредственно в АЦП.

Особенности чипсета Othello:

- отсутствует фильтр ПЧ на ПАВ
- используется ФАПЧ
- имеется три диапазона рабочих частот
- предназначен для работы с данными и речевыми сигналами в стандарте GPRS, класс 12



## Как помочь разработчикам спроектировать недорогой мобильный телефон минимальных размеров с большим ресурсом батарейного питания?

Пользователи мобильных телефонов мечтают о небольших и легких аппаратах. В то же время они хотят, чтобы их телефоны (как и другие портативные устройства) работали как можно дольше без подзарядки батарейного питания. Эти два противоречивых требования легко выполнимы с помощью ИМС для управления электропитанием фирмы Analog Devices.

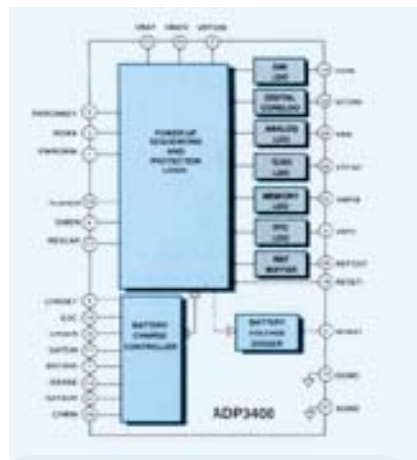
### Разработчики ИМС для управления электропитанием предлагают новые решения

#### БИС для управления электропитанием

ADP3401/ADP3402/ADP3408 — это многофункциональные ИМС для управления электропитанием в устройствах GSM связи. Эти ИМС содержат от четырех до шести стабилизаторов с малым падением напряжения на регулирующем транзисторе (типа anyCAP LDO), каждый из которых предназначен для питания одного из узлов устройства GSM связи. Данные ИМС обеспечивают минимальный ток в шине нулевого потенциала и высокую стабильность напряжения питания, что увеличивает время использования портативного устройства без подзарядки батарейного питания. Микросхема ADP3408 включает контроллер зарядного устройства для литиевых аккумуляторов, что позволяет сократить число используемых внешних компонентов. Перечисленные выше микросхемы, кроме ADP3408, имеют встроенные повышающие преобразователи и преобразователи уровней для SIM модулей с напряжением питания 3 или 5 В. В составе ИМС имеются специальные цепи подключения внешнего питания в режиме подзарядки основной батареи, зарядное устройство аккумулятора для часов реального времени, а также интерфейс для подключения пульта управления.

Особенности ИМС ADP3401/ADP3402/ADP3408:

- предназначены для портативных средств GSM связи
- содержат от 4 до 6 стабилизаторов с низким падением напряжения на регулирующем транзисторе
- включают контроллеры зарядного устройства (кроме ADP3408)
- содержат зарядное устройство для аккумулятора часов реального времени
- содержат преобразователи уровня для модулей SIM с напряжением питания 3 и 5 В
- ток потребления в "спящем" режиме и режиме "покоя" мобильного телефона 10 и 220 мкА соответственно
- могут быть использованы в устройствах питания чипсетов AD20msp425 и AD20msp430 (кроме ADP3408)
- тип корпуса 28-TSSOP

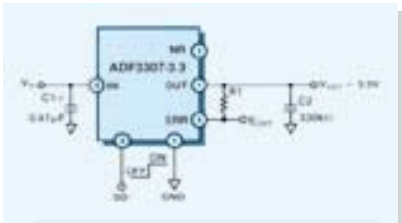


#### ПРИМЕНЕНИЕ

- средства связи в стандартах GSM/DCS/PCS
- источники питания чипсетов AD20msp425 и AD20msp430

#### Стабилизаторы с низким падением напряжения на регулирующем транзисторе

Фирма Analog Devices предлагает полный набор стабилизаторов напряжения для мобильных телефонов. Отличительной особенностью этих стабилизаторов является низкое падение напряжения на регулирующем



#### ПРИМЕНЕНИЕ

- микросистемные источники питания для средств GSM/DCS/PCS связи
- цепи питания широкополосных чипсетов AD20msp425 и AD20msp430

транзисторе и возможность использования в качестве нагрузки конденсаторов любого типа (anyCAP LDO). Стабилизатор ADP3307 обеспечивает ток нагрузки 100 мА, погрешность выходного напряжения 1.4 %, падение напряжения на регулирующем транзисторе 130 мВ, имеет режим покоя с пониженным энергопотреблением и выполнен в корпусе SOT-23. Стабилизатор ADP3330 выпускается в таком же корпусе SOT-23, обеспечивает ток нагрузки до 200 мА, имеет падение напряжения на регулирующем транзисторе 140 мВ. Ток потребления без нагрузки составляет 35 мкА. Величина выходной емкости как для ADP3307, так и для ADP3330 не превышает 0.47 мкФ. Более мощный стабилизатор ADP3335 обеспечивает ток нагрузки 500 мА и выполнен в корпусе минимальных размеров типа 8-MSOP. Корпус изготовлен по специальной технологии, в соответствии с которой кристаллодержатель

представляет собой радиатор и обеспечивает дополнительный отвод тепла. Коэффициент ослабления сетевой помехи 78 дБ на частоте 100 Гц, ток потребления в режиме покоя 1 мкА.

Отличительные особенности стабилизаторов:

- высокая точность выходного напряжения
- корпус минимальных размеров для портативных применений
- коэффициент ослабления сетевой помехи на частоте 100 Гц для ADP3330 составляет 70 дБ и 78 дБ для ADP3335
- в режиме без нагрузки ток потребления 35 мкА для ADP3330
- наличие "спящего" режима
- величина выходной емкости 0.47 мкФ для ADP3307 и ADP3330 и 1 мкФ для ADP3335

## Зарядные устройства

ADP3801/ADP3802 — зарядные устройства с импульсным стабилизатором, обладающие высоким КПД и обеспечивающие подзарядку аккумуляторной батареи с максимальной точностью. С целью ускорения процесса подзарядки эти устройства осуществляют быстрый переход из режима "источник постоянного тока" в режим "источник постоянного напряжения". Зарядные устройства содержат детекторы окончания процесса заряда. В этих устройствах предусмотрено изменение тока заряда программным путем, имеются два режима подзарядки аккумуляторной батареи для обеспечения максимальной точности подзаряда. Стабилизатор обладает минимальным падением напряжения на регулирующем транзисторе. Выходное напряжение зарядных устройств программируется в зависимости от типа аккумуляторной батареи. Для одноэлементной ионно-литиевой батареи это напряжение составляет 4.2 В, для двухэлементной — 8.2 В, для трехэлементной — 12.6 В.

Отличительные особенности микросхем ADP3801 и ADP3802:

- высокая частота переключающих импульсов (200 кГц для ADP3801 и 500 кГц для ADP3802) позволяет уменьшить размеры микросхемы и повысить ее КПД
- наличие режимов "источник постоянного тока" и "источник постоянного напряжения"
- точность подзарядки  $\pm 0.4\%$  при 25 °C и  $\pm 0.75\%$  в диапазоне рабочих температур
- в ИМС предусмотрен вывод для программирования величины напряжения заряда с возможностью регулировки в диапазоне  $\pm 10\%$  от выбранного значения
- может работать с микроконтроллером в составе универсального зарядного устройства для Li-Ion/NiCd/NiMH аккумуляторов

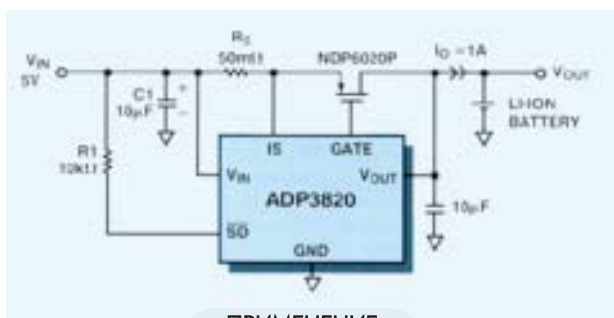


### ПРИМЕНЕНИЕ

- зарядные устройства с ускоренным процессом подзарядки
- универсальные зарядные устройства
- сотовые телефоны

## Простые зарядные устройства минимальных размеров

Микросхема ADP3820 — контроллер высокоточного зарядного устройства. В составе с недорогим внешним р-канальным MOSFET-транзистором образует зарядное устройство для одноэлементных ионно-литиевых аккумуляторов. Микросхема ADP3820 имеет две модификации для подзаряда ионно-литиевых батарей различных типов. Наличие внешнего регулирующего транзистора позволяет оптимизировать параметры зарядного устройства в зависимости от емкости аккумулятора. В ADP3820 предусмотрено



### ПРИМЕНЕНИЕ

- сотовые телефоны
- портативные ПК
- настольные ПК
- карманные компьютеры

программирование тока заряда, ограничение тока перегрузки, самовосстановление после перегрузки. Внешний MOSFET-транзистор защищен от превышения допустимого уровня напряжения на переходе затвор-исток. ADP3820, кроме того, ограничивает ток утечки аккумулятора при отключении напряжения на входе зарядного устройства, что позволяет исключить внешний ограничительный диод в составе зарядного устройства.

Отличительные особенности ADP3820:

- максимальная погрешность  $\pm 1\%$
- ток заряда программируется
- типовой ток заряда 800 мА
- типовой ток в режиме покоя 1 мА
- тип корпуса 6-SOT23 или 8-SO

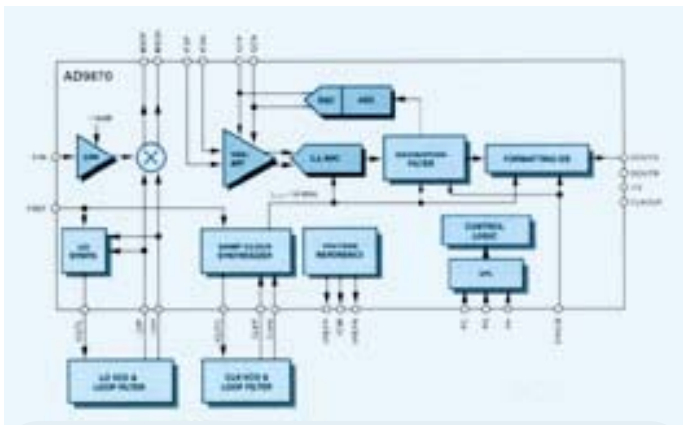
## Декомпозиция модемов и цифровых приемников на модули позволяет улучшить их параметры в процессе проектирования, оптимизировать потребляемую мощность, уменьшить размеры и снизить стоимость

Разработчики базовых станций, мобильных терминалов стремятся повысить уровень параметров и снизить стоимость проектируемых устройств. Приемники и передатчики этих устройств имеют существенные ограничения по рассеиваемой мощности вследствие жестких требований к отводу тепла и ресурсу батарейного питания. Для выполнения этих требований в рамках одной СБИС необходимо использовать самые современные микроэлектронные технологии, которые применяются при создании цифровых ИМС. Однако эти технологии пока еще не пригодны для создания аналого-цифровых СБИС. Декомпозиция устройства на цифровую СБИС и аналого-цифровые ИМС позволила фирме Analog Devices создать набор радиочастотных микросхем для широкополосных модемов и узкополосных мультисигментных цифровых приемников.

### Аналого-цифровая СБИС AD9870 — высокоинтегрированный узкополосный цифровой приемник, преобразующий сигнал ПЧ в цифровой код

AD9870 представляет собой высокоинтегрированную подсистему, предназначенную для построения цифровых узкополосных приемников ПЧ и отличающуюся высокими характеристиками и низкой мощностью потребления. Микросхема включает маломощный усилитель (Low-Noise Amplifier — LNA), смеситель, усилитель с изменяемым коэффициентом усиления (VGA), фильтр защиты от наложения спектров, широкополосный сигма-дельта АЦП, программируемый фильтр-дециматор, а также цепи АРУ и осциллятора. На вход ИМС поступает сигнал частотой 300 МГц. После смесителя частота понижается до промежуточной. Сигнал ПЧ кодируется с помощью сигма-дельта АЦП и преобразуется в цифровые I/Q сигналы, отфильтрованные с помощью фильтра-дециматора.

Микросхема AD9870 предназначена для использования в стационарных базовых станциях, мобильных цифровых приемниках и портативных радиотелефонах и терминалах. Таким образом, данная ИМС, с одной стороны, находит применение в стационарной аппаратуре, а, с другой стороны, обладает потреблением, характерным для портативных устройств. Коэффициент шума AD9870 в области одной боковой полосы (ОБП) составляет 12 дБм, динамический диапазон — более 100 дБ при рассеиваемой мощности в пределах 120 мВт. Микросхема имеет программируемый частотный диапазон в полосе частот от 10 до 150 кГц и не требует для этого внешних преобразователей.



#### ПРИМЕНЕНИЕ

- базовые станции, портативные и мобильные средства:
  - для радиосвязи с мобильными объектами типа ARCO 25, TETRA, Tetrapol
  - для узкополосной связи с мобильными объектами
  - для цифровой связи
  - для узкополосных модемов

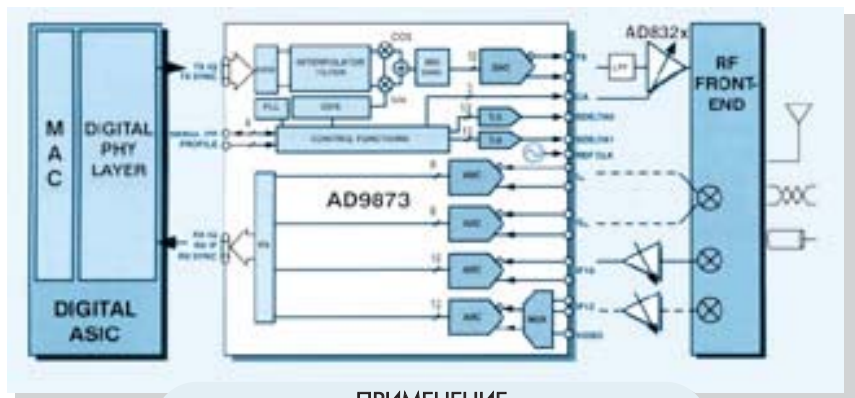
Отличительные особенности AD9870:

- аналоговый вход, цифровой выход сигналов ПЧ
- коэффициент шума ОБП 12 дБм
- мощность рассеивания 120 мВт
- состав ИМС: маломощный усилитель, смеситель, усилитель с программно изменяемым коэффициентом усиления, фильтр защиты от наложения спектров, АЦП, цепи АРУ, синтезатор, I/Q-преобразователь
- тип корпуса 48-LQFP
- программируемые параметры: мощность потребления, выходной частотный диапазон, тактовая частота синтезатора
- частотный диапазон от 10 до 150 кГц
- АРУ с плавной регулировкой в диапазоне 25 дБ и ступенчатой регулировкой с шагом 16 дБ

## AD9873 — ИМС аналого-цифрового ВЧ тракта для широкополосных модемов

ИМС AD9873 предназначена для построения аналого-цифровых ВЧ трактов широкополосных средств телекоммуникаций. В составе ИМС — 12-разрядный цифровой повышающий преобразователь производительностью  $232 \cdot 10^6$  выборок в секунду, 12- и 10-разрядный АЦП, два 8-разрядных АЦП и два сигма-дельта ЦАП. Микросхема обладает отличными техническими и стоимостными показателями и предназначена для широкополосных средств телекоммуникаций, таких как адаптеры для кабельного и беспроводного телевидения, кабельные и беспроводные модемы, модемы для передачи данных по шинам электропередачи (power line modems). AD9873 содержит цепи ВЧ приемников и передатчиков и сопрягается с цифровыми модемами, выполненными в виде заказных СБИС и включающими физический уровень сетевого протокола (PHY) и протокол управления доступом (MAC). В широкополосных модемах и адаптерах 12- и 10-разрядные АЦП могут быть использованы для кодирования сигналов в основном канале, в то время как цифровой повышающий преобразователь используется для увеличения скорости передачи данных. 12-разрядный АЦП может быть использован в дополнительных каналах (второй телевизионный канал, внешний канал или видеоканал данных), в то время как два 8-разрядных АЦП могут быть использованы для формирования I/Q цифровых сигналов. Два дополнительных ЦАП можно использовать для управления коэффициентом усиления VGA усилителя.

ИМС AD9873 обладает оптимальными параметрами для обработки аналого-цифровых сигналов и предназначена для различных видов модуляции — FSK, QPSK, 16/32/64/256 QAM, OFDM и т. п. Наилучшее применение эта ИМС находит в системах, в которых имеет место разделение цифровых и аналого-цифровых функций. Цифровые заказные СБИС наиболее эффективны и созданы с применением современных технологий. В них, в отличие от AD9873, используется метод кодирования модулирующих сигналов. Применяя заказную СБИС собственной разработки, можно оптимальным образом использовать алгоритмические и системные особенности такой схемы. Однако современные субмикронные технологии не обеспечивают требуемые уровни напряжений для построения высокочастотных АЦП и ЦАП. Проникновение шумов в аналоговые цепи АЦП и ЦАП вследствие совместной работы аналого-цифровых и цифровых устройств приводит к потере точности преобразования сигналов в аналоговых каналах СБИС. В AD9873 выполняется только аналого-цифровая обработка сигналов, что позволяет обеспечить высокие параметры и оптимальную стоимость системы, выполненной на базе этой ИМС и заказной цифровой СБИС.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- системы цифровой связи
- модемы для передачи данных и видеосигналов
- кабельные модемы
- адаптеры для кабельного и беспроводного телевидения
- модемы для передачи данных по линиям электропередачи
- спутниковые системы связи
- мультимедийные системы
- широкополосные беспроводные системы связи

Отличительные особенности AD9873:

- цифровой квадратурный повышающий преобразователь с частотой преобразования 232 МГц:
  - выходной диапазон от 0 до 65 МГц
  - прямой цифровой синтезатор
  - интерполятор и фильтр с характеристикой  $\sin x/x$
- АЦП с разрешением 12 разрядов и частотой преобразования 33 МГц для ПЧ сигналов
- АЦП с разрешением 10 разрядов и частотой преобразования 33 МГц для ПЧ сигналов
- два 8-разрядных АЦП с частотой преобразования 16.5 МГц для I/Q сигналов
- два 12-разрядных управляющих сигма-дельта ЦАП
- видеовход с ограничением по уровню
- интерфейс для сопряжения с драйвером AD8321/3 кабельной линии связи
- программируемый умножитель тактовых импульсов ФАПЧ
- напряжение питания 3.3 В
- режим с пониженным энергопотреблением
- тип корпуса 100-MQFP

## Трудности при детектировании и измерении мощности ВЧ сигналов

В большинстве телекоммуникационных систем требуется измерять мощность ВЧ сигналов. Однако при изменении уровня сигнала в широком динамическом диапазоне и изменении температуры от -40 до 85 °С трудно обеспечить высокую точность измерения.

На рис. 1 в качестве примера приведена зависимость выходного напряжения термокомпенсированного детектирующего диода от входного напряжения на частоте 800 МГц. Значение выходного напряжения откладывается на правой оси диаграммы, а погрешность — на левой оси, причем наилучшая линейность обеспечивается при 25 °С. Из диаграммы следует, что при измерении мощности в диапазоне более 25 дБ точность измерения мощности сигналов низкого уровня невелика, особенно при изменении температуры.

На рис. 2 приведена та же самая зависимость для AD8361 — преобразователя действующего значения напряжения в постоянное. Эта микросхема имеет примерно такую же передаточную характеристику как и термокомпенсированный диод (рис. 1). Однако уровень выходного напряжения AD8361 при тех же значениях мощности выходного сигнала несколько выше, чем для диода. Кроме того, передаточная характеристика AD8361 отличается более высокой температурной стабильностью по сравнению с передаточной характеристикой диода как для сигналов низкого, так и высокого уровня и не зависит от пик-фактора сигнала. Все это позволяет измерять действующую мощность в системах с различным пик-фактором, таких как CDMA, WCDMA, базовых станциях с мультисигнальными несущими.

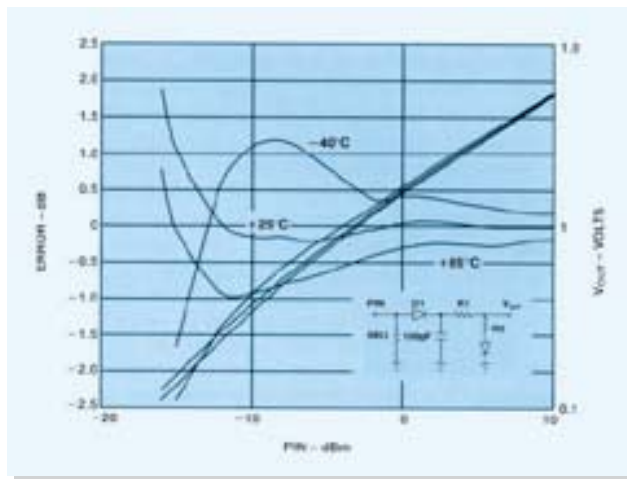


Рис. 1. Термокомпенсированный диод обладает линейностью передаточной характеристики в достаточно узком динамическом диапазоне. Изменение температуры ограничивает точность измерения мощности сигналов низкого уровня

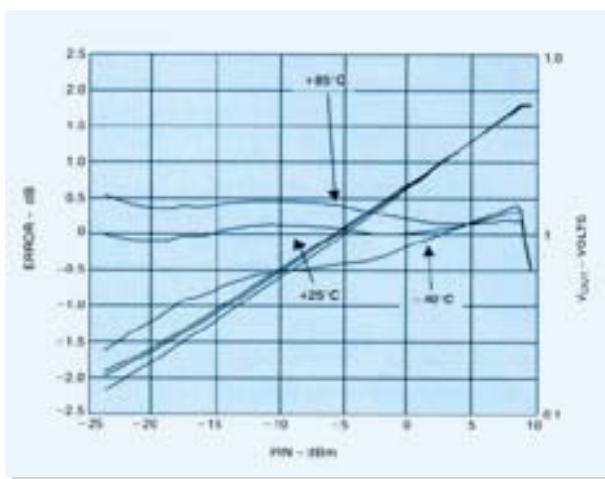


Рис. 2. AD8361 — преобразователь действующего значения в напряжение постоянного тока, имеющий широкий динамический диапазон, высокую температурную стабильность и точность измерения в диапазоне 30 дБ на частоте свыше 2.5 ГГц

## Логарифмические усилители

Для точного измерения мощности в широком динамическом диапазоне используются логарифмические усилители. На рис. 3 показана передаточная характеристика логарифмического усилителя AD8309 на частоте 100 МГц. Этот усилитель позволяет измерить мощность в диапазоне 103 дБ с погрешностью  $\pm 3$  дБ при незначительном влиянии изменения температуры на точность измерения. На частотах свыше 500 МГц усилитель AD8309 обладает более высокой точностью, чем усилитель AD8306. Кроме того, фирма Analog Devices предлагает логарифмические усилители AD8313 и AD8314 для частот свыше 2.5 ГГц, имеющие динамический диапазон 65 и 45 дБ соответственно. Логарифмический усилитель AD8310 фирмы Analog Devices предназначен для измерения мощности коротких импульсов длительностью до 40 нс.

## Режимы измерения и управления

Напряжение с выхода логарифмического усилителя преобразуется в цифровой код, который предназначен для управления выходным напряжением ЦАП. Это напряжение служит для управления динамическим диапазоном. Микросхема логарифмического усилителя AD8314 может быть использована, кроме того, в качестве АРУ. На рис. 4 показано применение этой ИМС для управления уровнем выходного напряжения усилителя AD603, представляющего собой усилитель с изменяемым коэффициентом усиления. Напряжение с выхода AD603 через делитель поступает на вход AD8314. Если значение этого напряжения отличается от напряжения, формируемого ЦАП AD5300, логарифмический усилитель AD8314 изменяет коэффициент усиления ИМС усилителя AD603 до установления равенства напряжений на выходах микросхем AD603 и AD5300. Таким образом, представленная на рис. 4 схема может быть использована как для управления уровнем выходного напряжения AD603, так и для поддержания постоянного значения этого напряжения.

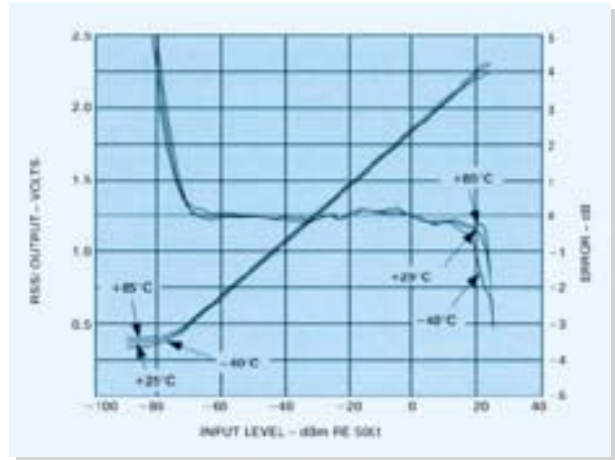


Рис. 3. AD8309 предназначен для прецизионных измерений мощности сигнала в диапазоне 100 дБ. Изменение температуры не влияет на точность измерения

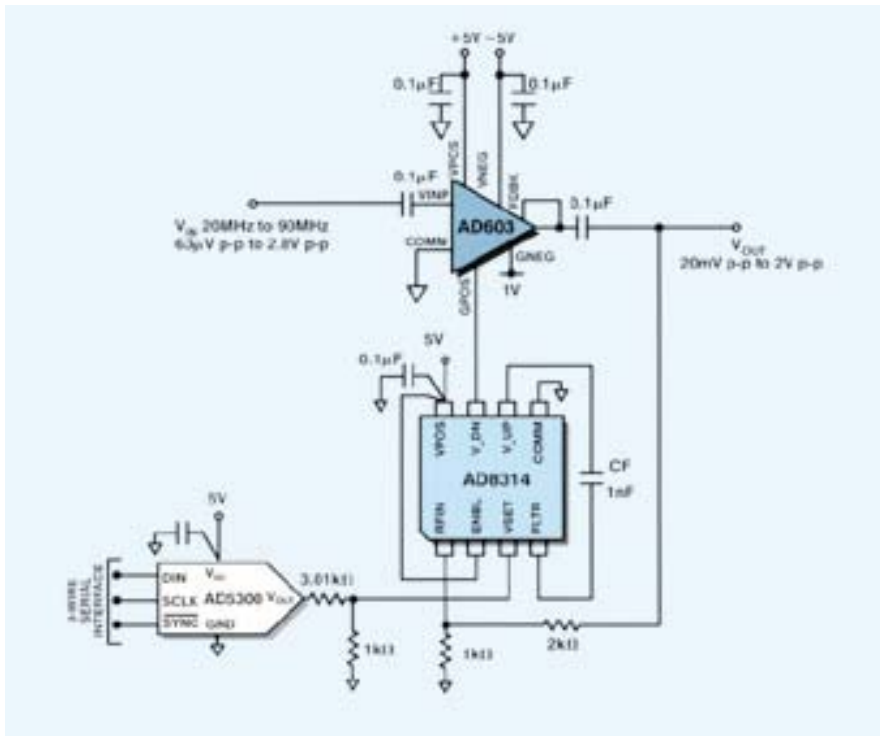


Рис. 4. Использование логарифмического усилителя в качестве АРУ. AD8314 может управлять величиной выходного напряжения AD603 в динамическом диапазоне свыше 40 дБ

## Недостатки аналоговых синтезаторов частоты и пути их преодоления

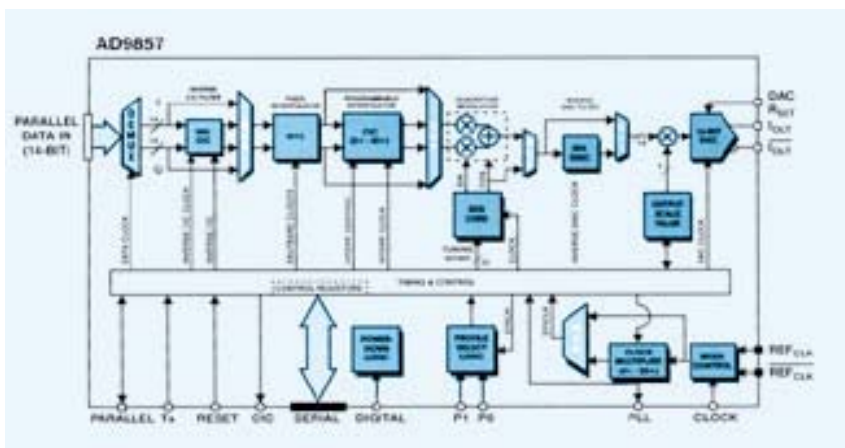
При построении синтезаторов частоты аналоговые устройства до настоящего времени обеспечивали минимальное дрожание фронта синтезирующих сигналов и низкий уровень фазовых помех. В то же время аналоговым синтезаторам присуща высокая чувствительность к временному и температурному дрейфу параметров компонентов, разбросу этих параметров, времени установления электрических сигналов и т. п.

Появление прямых цифровых синтезаторов с высоким разрешением, таких как AD9857, обеспечивает высокую стабильность параметров, минимальное время установления, высокую степень повторяемости синтезируемых сигналов, программируемость основных параметров. Кроме того, этот синтезатор позволяет получить минимальное дрожание выходного сигнала и низкий уровень фазовых помех. ИМС AD9857 представляет собой 14-разрядный цифровой модулятор с частотой выборки 200 МГц, высоким динамическим диапазоном неискаженного сигнала, минимальным дрожанием фронта и низким уровнем фазовых помех. ИМС предназначена для построения прямых цифровых синтезаторов.

ИМС AD9857 включает повышающий преобразователь и цифровой модулятор, отличающиеся высокими характеристиками. Уровень этих характеристик обеспечивается высоким разрешением ЦАП (14 разрядов) в составе AD9857.

Несмотря на то, что AD9857 представляет собой цифровой модулятор в составе синтезатора, эта ИМС, в случае необходимости, может быть использована автономно для построения однотональных синтезаторов. При этом AD9857 обеспечивает высокий динамический диапазон неискаженного сигнала, низкую фазовую погрешность, минимальное дрожание фронта, быстрое изменение синтезируемой частоты.

Максимальная рабочая частота модулятора AD9857 составляет 200 МГц, при этом выходная несущая частота достигает 80 МГц. Типовой динамический диапазон неискаженного сигнала составляет 86 дБн при отстройке 10 кГц и 85 дБн при отстройке 1 МГц. Если несущая частота модулятора — 10 МГц, динамический диапазон неискаженного сигнала составляет 94 дБн при отстройке 10 кГц.



Уровень фазового шума AD9857 составляет -145 дБн/Гц при несущей 40 МГц и отстройке 1 кГц. Умножитель внутренней тактовой частоты при этом отключен (при включенном умножителе помеха увеличивается незначительно). Дрожание фронта синтезируемого сигнала и уровень фазового шума зависят от параметров внешнего генератора тактовой частоты. Внешний источник фиксированной тактовой частоты должен быть согласован с ИМС модулятора. Дрожание фронта может быть обеспечено в пределах 1 пс.

Разрешение, с которым подстраивается частота модулятора, программируется с помощью 32-разрядного кода. При системной тактовой частоте 200 МГц разрешение составляет 0.047 Гц.

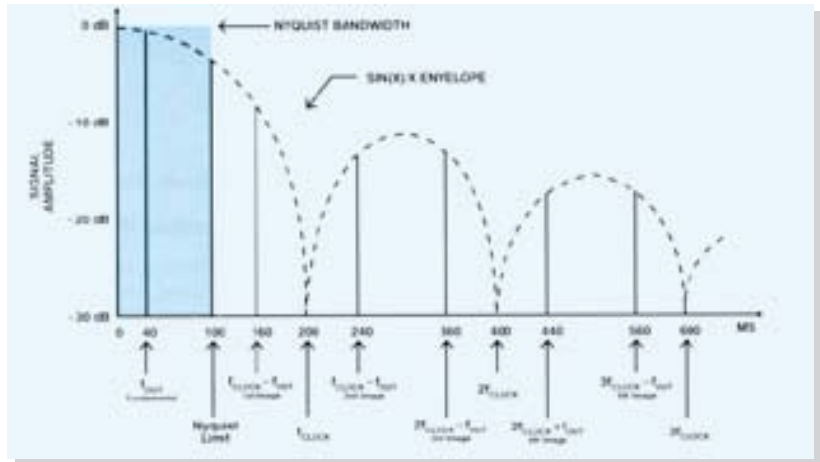
Тактовая частота последовательной управляющей шины составляет 10 МГц, что позволяет быстро изменить код подстройки частоты и обеспечивает, в свою очередь, быстрое изменение синтезируемой частоты.

Использование модулятора AD9857 имеет смысл даже при построении однотональных цифровых синтезаторов. В этом случае возможности AD9857 используются частично, но при этом обеспечивается эквивалентная 14-разрядная точность выходного сигнала, что оправдывает такое применение ИМС модулятора.

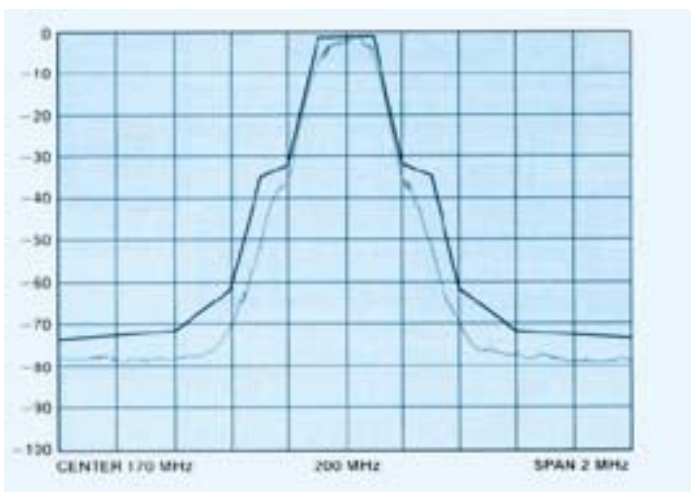


## Использование зеркальной боковой полосы частот для повышения частоты выходного сигнала модулятора AD9857

ИМС AD9857 имеет максимальную частоту выборки 200 МГц. Это означает, что выходная синтезируемая частота выбирается исходя из теоремы Найквиста и составляет не более половины частоты выборки. Однако характеристика фильтра защиты от наложения частот, как правило, далека от прямоугольной, поэтому выходная частота синтезатора на практике не превышает 40 % частоты выборки, что составляет 80 МГц для AD9857. Повысить выходную частоту можно путем использования внешнего смесителя и гетеродина с последующим выделением с помощью фильтра требуемого значения частоты выходного сигнала. В некоторых случаях формирование частоты выходного сигнала, превышающей частоту Найквиста, может быть обеспечено путем выделения необходимой частоты из зеркальной боковой полосы частот. Каким образом это происходит, продемонстрировано на диаграмме спектральных характеристик основной и боковых частот (рисунок справа).



В общем случае сигналы в полосе боковых частот в большей степени зашумлены, чем сигналы в полосе базовой частоты. Однако, благодаря высокой линейности 14-разрядного ЦАП в составе AD9857, первая и вторая полоса боковых частот характеризуются достаточно высоким отношением сигнал/шум. Для использования полосы боковых частот с целью формирования частоты выходного сигнала необходимо выбрать частоту выборки и базовую частоту. Формирование выходного сигнала обеспечивается полосовым фильтром на выходе AD9857. Отметим, если используются нечетные гармоники, спектр выходного сигнала инвертируется. В AD9857 предусмотрена коррекция выходного сигнала путем использования специального разряда (spectral invert bit).



На рисунке слева показана первая боковая частота промодулированного сигнала в стандарте GMSK, полученная с помощью ИМС AD9857. Частота выборки составляет 195 МГц, базовая несущая — 25 МГц, первая боковая полоса (сформированная с помощью AD9857) — 170 МГц. Как видно из рисунка, наложение маски GSM спектра на сформированный спектральный образ GMSK сигнала демонстрирует соответствие этого сигнала требованиям GSM стандарта.

## Как обеспечить универсальность широкополосных беспроводных базовых станций и сетей на их основе?

Используя традиционные широкополосные модемы в базовых станциях, разработчики сталкиваются со старой проблемой выбора между высокими параметрами и гибкостью в организации систем связи. Заказные СБИС обеспечивают максимально высокие характеристики, но не отличаются гибкостью и отказоустойчивостью. Универсальные сигнальные процессоры отличаются высокой гибкостью, но не обеспечивают требуемые характеристики. Новые суперскалярные цифровые сигнальные процессоры, такие как TigerSHARC фирмы Analog Devices, обеспечивают технические параметры, необходимые для построения широкополосных беспроводных модемов для доступа в сеть Интернет и при этом обладают высокой гибкостью за счет возможности перепрограммирования этих параметров.

### Некоторые ключевые особенности TigerSHARC сигнальных процессоров, отличающихся высокими характеристиками и гибкостью их обеспечения

**Масштабируемость характеристик.** Сигнальный процессор может выполнять за один цикл восемь 16-разрядных умножений или шестнадцать 8-разрядных операций, или две 32-разрядные операции. Это позволяет изменять разрядность выполнения операций в зависимости от формата данных. Для многих алгоритмов, таких как алгоритм Витерби, восьмиразрядные операции являются наиболее предпочтительными. Для алгоритмов, выполнение которых требует высокой точности, предусмотрены 32-разрядные операции с плавающей или фиксированной точкой.

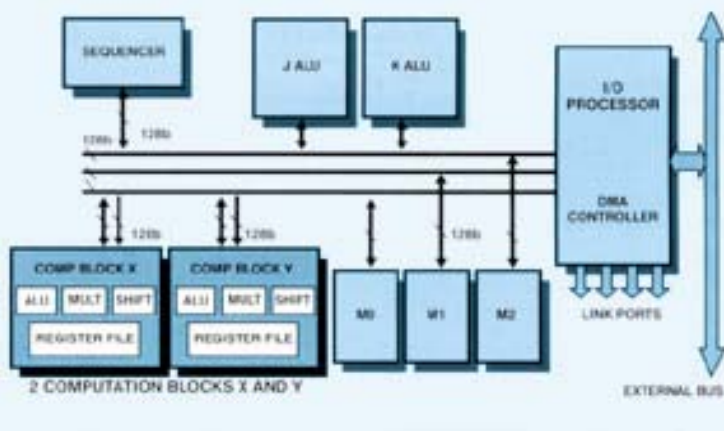
**Гибкая мультипроцессорная обработка.** Сотовые базовые станции на базе сигнальных процессоров критичны к плотности компоновки. Наличие link-портов в составе TigerSHARC сигнального процессора позволяет обеспечить высокие требования к плотности компоновки сотовых базовых станций, т. к. при сопряжении таких процессоров не требуются дополнительные компоненты. Кроме того, отсутствие дополнительных компонентов снижает стоимость и повышает конкурентоспособность системы.

**Высокий уровень интеграции памяти.** Объем внутренней памяти ADSP-TS001 составляет 6 Мбайт, что полностью удовлетворяет системным требованиям. Отсутствие внешней памяти уменьшает стоимость и увеличивает плотность компоновки системы в целом.

**Контроллер доступа с высокими техническими характеристиками.** Производительность системы зависит от скорости обмена данными. Архитектура системы не должна ограничивать скорость обмена данными между процессором и внешними устройствами. С этой целью четырнадцатиканальный контроллер прямого доступа непосредственно встроен в TigerSHARC сигнальный процессор.

**Скорость продвижения на рынок.** C++ компилятор позволяет в минимальные сроки осваивать и продвигать на рынок новые изделия на основе TigerSHARC сигнального процессора.

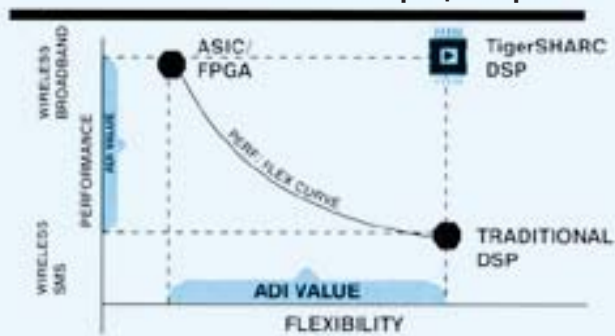
### Новый класс сигнальных процессоров — TigerSHARC



## Сигнальный процессор TigerSHARC

Сердцем систем третьего поколения являются средства обработки аналоговых и цифровых сигналов. Возможность прямой выборки сигналов ПЧ, их преобразование с понижением частоты выборки, цифровая обработка этих сигналов с помощью реконфигурируемого процессора позволяют строить более гибкие базовые станции чем те, которые использовались в системах второго поколения. Применяя эти средства, разработчики могут создавать гибкое оборудование для обеспечения всех системных требований, включая требования к производительности как для современных базовых станций, так и для станций новых поколений.

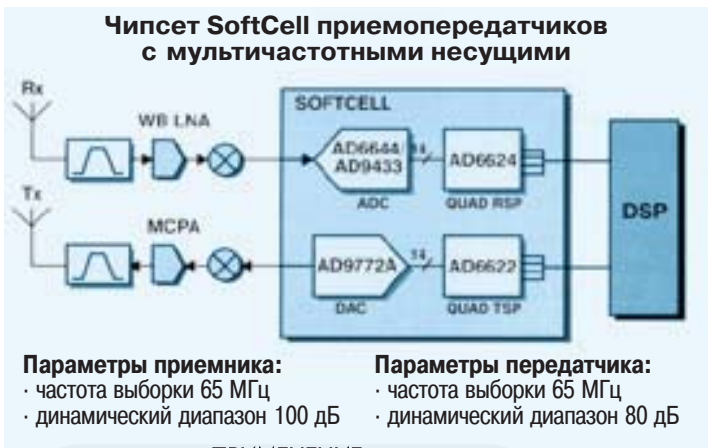
При построении базовых станций третьего поколения TigerSHARC DSP позволяет обеспечить уровень параметров заказных БИС и гибкость сигнальных процессоров



## Чипсет SoftCell обеспечивает гибкость работы базовых станций

SoftCell — это функционально законченный чипсет приемопередатчика, в котором происходит преобразование сигналов ПЧ в цифровой код. Этот чипсет представляет собой "программируемое радио" (software radios), предназначенное для применения в беспроводных средствах связи. Используя одни и те же компоненты, данный приемопередатчик можно реконфигурировать программным путем с целью адаптации к требованиям различных беспроводных интерфейсов. Чипсет SoftCell является базовой платформой для поддержки требований стандартов IS95, EDGE и WBCDMA к интерфейсам средств телекоммуникаций третьего поколения.

Чипсет обладает возможностями многорежимного приемопередающего устройства с мультимодными несущими, при этом его стоимость ниже стоимости традиционных многоканальных базовых станций. Кроме того, на базе "программируемого радио" могут быть реализованы интеллектуальные антенные системы (Smart Antenna systems) и беспроводные локальные вычислительные сети.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- приемопередатчики для микроволнового диапазона
- встроенные беспроводные базовые станции
- системы локальной беспроводной связи
- программируемые базовые станции
- фазированные антенные решетки

поддержки стандартов GSM, IS136, а также стандартов для узкополосной передачи данных. Каждый из четырех каналов AD6624 программируется отдельно в соответствии с требованиями различных стандартов беспроводных интерфейсов. AD6622 — счетверенный цифровой специализированный процессор передатчика (Transmit Signal Processor — TSP), который принимает I/Q сигналы с выхода TigerSHARC сигнального процессора. Назначение AD6622 — обработка цифровых сигналов и управление преобразователями AD9772A. Каждый канал AD6622 программируется независимо для поддержания требований большинства стандартов на беспроводные интерфейсы.

АЦП в составе приемника обладает всеми необходимыми характеристиками для реализации цифрового радио с мультимодными несущими, предназначенного для различных применений. Поконная настройка, фильтрация, демодуляция в цифровой форме — все эти особенности цифрового приемника позволяют гибко в рамках одного кристалла поддерживать работу беспроводных интерфейсов в различных стандартах при различном числе каналов и изменять схему распределения частот.

Специализированный сигнальный процессор приемника AD6624 (Receive Signal Processor — RSP) на выходе АЦП обеспечивает настройку каналов, фильтрацию и децимацию, а также формирует I/Q сигналы, поступающие на вход TigerSHARC сигнального процессора. AD6624, счетверенный цифровой сигнальный процессор RSP с частотой выборки 80 МГц, предназначен для

## Как обеспечить большой динамический диапазон в высокочастотных каналах связи?

Высокие технические характеристики, большой динамический диапазон систем телекоммуникаций зависят от отношения сигнал/шум и уровня искажений в канале приема/передачи данных. Новые преобразователи и драйверы обладают такими характеристиками, которые в недалеком прошлом были просто недостижимы. Для того чтобы быстродействующие преобразователи гарантировали точность не хуже 1 ЕМР, необходимо использовать дифференциальные усилители с большим динамическим диапазоном как на входе АЦП так и на выходе ЦАП.

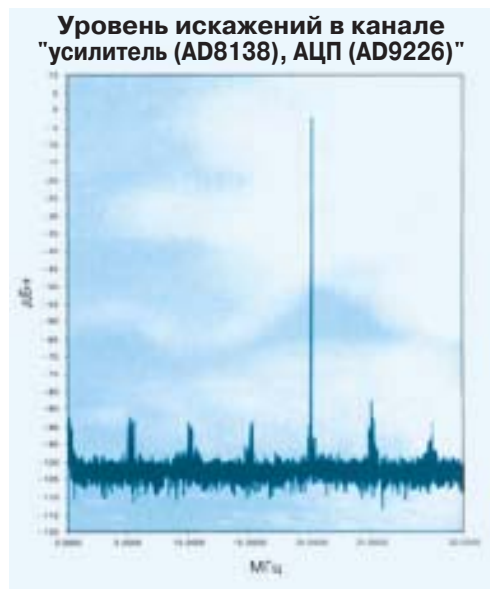
Новое семейство дифференциальных усилителей фирмы Analog Devices обладает оптимальными характеристиками при использовании с 12- и 14-разрядными АЦП и ЦАП. Усилитель AD8138 в канале связи преобразует однопроводной сигнал или сигнал заземленного источника опорного напряжения в дифференциальный сигнал, что существенно снижает уровень нелинейных искажений в этом канале. Использование этого усилителя в канале связи упрощает проектирование фильтра защиты от наложения частот, т. к. в этом случае обеспечивается более высокая линейность амплитудной и фазовой характеристик. Применение трансформатора вместо дифференциального усилителя приводит к увеличению габаритов и ухудшению параметров канала связи в области низких и сверхнизких частот.

### Драйвер на входе АЦП

Новое семейство дифференциальных усилителей фирмы Analog Devices обладает оптимальными характеристиками при использовании с 12- и 14-разрядными АЦП и ЦАП. Усилитель AD8138 в канале связи преобразует однопроводной сигнал или сигнал заземленного источника опорного напряжения в дифференциальный сигнал, что существенно снижает уровень нелинейных искажений в этом канале. Использование этого усилителя в канале связи упрощает проектирование фильтра защиты от наложения частот, т. к. в этом случае обеспечивается более высокая линейность амплитудной и фазовой характеристик. Применение трансформатора вместо дифференциального усилителя приводит к увеличению габаритов и ухудшению параметров канала связи в области низких и сверхнизких частот.

### Буферный усилитель на выходе ЦАП

Усилитель AD8138 может быть использован в качестве драйвера в передатчиках с мультичастотными несущими в диапазоне частот от 5 до 25 МГц. Так как ЦАП AD9772 обладает уровнем собственных шумов не хуже -155 дБн/Гц, то на его выходе следует использовать усилитель типа AD8138, уровень шума которого не более 5 нВ/√Гц. Кроме того, усилитель AD8138 обеспечивает мощность 6 дБм в нагрузке сопротивлением 50 Ом.



*Параметры усилителей, АЦП и ЦАП для цифровых приемников и передатчиков*

Приемник	Особенности	Передатчик	Особенности
AD8132	недорогой дифф. усилитель		
AD8138	дифф. усилитель с высокими параметрами	AD8138	диф. усилитель с высокими параметрами
AD9226	АЦП, 12 бит, 65 МГц	AD9754	ЦАП (Tx DAC), 14 бит, 125 МГц
AD6644	АЦП, 14 бит, 40/65 МГц	AD9772A	интерполирующий ЦАП, 14 бит, 160 МГц

## Передающий ЦАП AD9772A с интерполяцией

Преобразователь AD9772A представляет собой модификацию хорошо известного ЦАП AD9772 с коэффициентом интерполяции 2x. Новый преобразователь отличается более совершенной схемой. Уровень собственных шумов AD9772 ниже, чем у аналога и составляет -155 дБн/Гц. Кроме того, новый АЦП имеет более низкий уровень интермодуляционных искажений для двух или более несущих, а также содержит новый узел ФАПЧ, который уменьшает уровень фазовых шумов. Наличие в одном устройстве перечисленных параметров позволяет существенно улучшить характеристики передающего ЦАП. Преобразователь AD9772A является лучшим ЦАП для систем связи второго поколения и для широкополосных спутниковых систем третьего поколения с мультисигнальными несущими. Отношение сигнал/шум в полосе частот до 30 МГц в синтезаторах на основе модифицированного ЦАП AD9772A на 6 дБ выше. Таким образом, использование этого ЦАП в широкополосной аппаратуре связи способствует повышению качества этой аппаратуры.

Отличительные особенности ЦАП AD9772A:

- 14 разрядный ЦАП с частотой выборки 160 МГц и коэффициентом интерполяции 2x
- уровень собственных шумов -155 дБн/Гц, степень улучшения этого параметра 6 дБн/Гц
- наличие ФАПЧ снижает уровень фазовых искажений
- уровень интермодуляционных искажений -75 дБн для четырех несущих GMSK систем связи
- уровень интермодуляционных искажений -70 дБн для 24 несущих TDMA систем связи
- мощность потребления 215 мВт, тип корпуса 48-LQFP



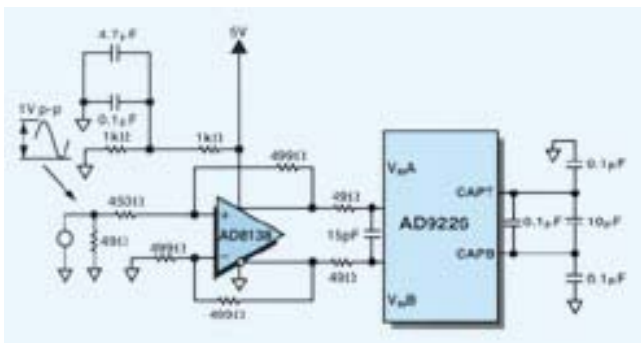
### ПРИМЕНЕНИЕ

- базовые станции с мультисигнальными несущими для систем связи типа Micro&Pico GSM900, DCS/PCS1800, PCS800
- базовые станции для систем третьего поколения типа UMTS и cdma2000
- базовые станции с одной несущей для систем связи типа GSM, Edge, IS-95, IS-136
- беспроводные широкополосные системы телекоммуникаций
- кабельные и оптоволоконные сети

## АЦП для прямого преобразования ПЧ сигналов AD9226

АЦП для прямого преобразования ПЧ сигналов должны сочетать высокое быстродействие, низкий уровень шумов и искажений, т. к. ПЧ сигналы должны быть преобразованы с высокой степенью точности. По сравнению с супергетеродинами приемники прямого преобразования отличаются меньшей стоимостью, большей гибкостью и высоким уровнем параметров. Самой новой микросхемой фирмы Analog Devices в семействе АЦП для преобразования ПЧ сигналов является 12-разрядный АЦП с напряжением питания 5 В. Этот преобразователь обладает всеми необходимыми параметрами для сигнальных процессоров цифрового приемника типа RSP.

Поддерживая высокую скорость выборки (до 125 МГц) и обладая широким частотным диапазоном, эти процессоры отвечают жестким требованиям стандарта на преобразование ПЧ сигналов в диапазоне частот от 70 до 170 МГц. Имея непревзойденные на сегодняшний день параметры, эти АЦП наиболее предпочтительны при использовании в широкополосных системах связи.



Отличительные особенности AD9226:

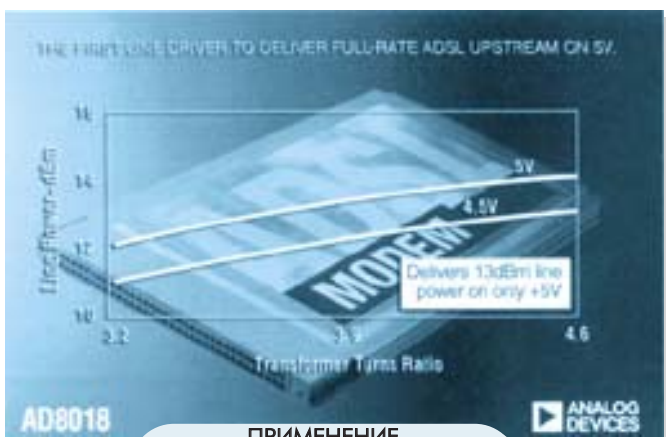
- частотный диапазон сигнала полной мощности свыше 350 МГц
- однополярное напряжение питания 5 В
- конструктивно совместим с другими преобразователями своего семейства
- динамический диапазон неискаженного сигнала -80 дБн

## Драйверы линий DSL и кабельных модемов фирмы Analog Devices обеспечивают минимальный уровень искажений

Свершились революционные изменения в области высокочастотной передачи данных. Новые средства и методы модуляции сигналов позволили преодолеть проблемы "последней мили" при высокоскоростной передаче данных. При использовании этих средств и методов модуляции для передачи данных по витой паре и по кабельным модемам предъявляются высокие требования к высокочастотным трактам и, в первую очередь, к драйверам линий. В связи с затуханиями сигналов в линиях связи драйверы линии должны поддерживать необходимую мощность сигналов для передачи самым удаленным пользователям. Кроме необходимой мощности, драйверы линии должны иметь такой уровень искажений, чтобы шумы в линии не исказили полезный сигнал. Фирма Analog Devices разработала широкий спектр драйверов линий для высокочастотных систем передачи данных и по праву занимает лидирующее положение на рынке ВЧ средств телекоммуникаций.

### Первый драйвер линии, который обеспечивает необходимую скорость в ADSL системах связи при напряжении питания 5 В

До настоящего времени xDSL модемы включали DC/DC преобразователи, т. к. для обеспечения необходимой мощности сигналов в линии для питания драйверов использовалось напряжение 12 В. В новом драйвере линии фирмы Analog Devices AD8018 для xDSL модемов используется напряжение питания 5 В. ИМС AD8018 представляет собой недорогой двоярный быстродействующий усилитель, обеспечивающий низкий уровень искажений сигналов, диапазон которых отличается от уровня напряжения питания не более, чем на 0.5 В. Драйвер линии AD8018 используется в xDSL модемах с однополярным напряжением питания. В этих модемах, кроме невысокой стоимости и минимальных искажений, необходимо обеспечить низкий уровень напряжения питания. Каждый усилитель драйвера линии обеспечивает ток в линии не менее 350 мА, при этом динамический диапазон неискаженного сигнала составляет -85 дБн на частоте 100 кГц, что отвечает самым высоким требованиям xDSL систем передачи данных. В драйвере AD8018 предусмотрены режимы покоя и пониженного потребления. Имеется два разряда для управления этими режимами: если на входе DGND напряжение выше 1.5 В, AD8018 переходит в рабочий режим (выходы с низким импедансом), если на входе DGND напряжение ниже 1.5 В, AD8018 находится в режиме пониженного энергопотребления (выходы с высоким импедансом). Выполненный по технологии XFCB, широкополосный (полоса частот 130 МГц), с высокой скоростью нарастания выходного сигнала (370 В/мкс) драйвер AD8018 обладает минимальными искажениями и низкой рассеиваемой мощностью. Максимальный ток потребления 10 мА на один усилитель. Низкие искажения, высокий уровень выходного напряжения, большой ток в линии связи, корпус минимальных размеров (8-SOIC или 14-TSSOP) — все это делает этот драйвер наиболее предпочтительным при использовании в недорогом оборудовании с USB, PCMCIA или PCI интерфейсом для обеспечения связи в ADSL, SDSL, VDSL и xDSL системах телекоммуникаций.



#### ПРИМЕНЕНИЕ

- xDSL, USB, PCI, PCMCIA карты
- DSL модемы
- драйверы линии на основе витой пары

Отличительные особенности драйвера линии AD8018:

- минимальный ток в линии 350 мА
- минимальные искажения при динамическом диапазоне неискаженного сигнала -85 дБн на частоте 100 кГц, нагрузке 10 Ом и размахе дифференциального сигнала 6 В
- напряжение питания от 3.3 до 8 В

## Новые широкополосные драйверы линий для современных DSL и кабельных модемов

Более половины мирового производства драйверов линий для широкополосных модемов принадлежит фирме Analog Devices. Мировые лидеры в области производства чипсетов для кабельных и ADSL систем телекоммуникаций предполагают использовать драйверы линий фирмы Analog Devices благодаря их невысокой стоимости и отличным характеристикам. Первые два сертифицированных DOCSIS модема для кабельных линий содержат драйверы линий фирмы Analog Devices. Минимальная мощность рассеивания драйвера AD8016 позволила существенно увеличить плотность компоновки порта модема, тем самым повысить эффективность всей линии xDSL связи. Фирма Analog Devices продолжает совершенствовать экономичные драйверы для ADSL линий связи, не снижая производительность этих драйверов. Находящиеся на стадии разработки драйверы ориентированы на быстро растущие требования рынка телекоммуникаций. Фирма Analog Devices — признанный лидер в области аналоговых ИМС, сможет обеспечить все многочисленные требования этого рынка.



### ПРИМЕНЕНИЕ

- драйверы линий для центральных АТС
- драйверы линий для оборудования терминалов

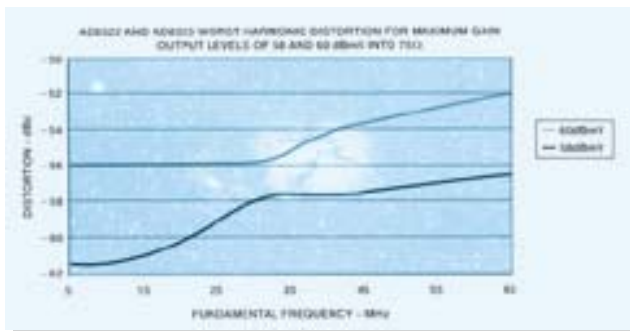
## Фирма Analog Devices освоила выпуск драйверов линий для xDSL модемов, отличающихся минимальными искажениями. Разработчики могут создавать на их основе модемы минимальных размеров

Драйвер AD8016 обеспечивает скорость передачи данных в соответствии с требованиями ADSL стандарта, имея при этом мощность рассеивания 1.5 Вт. Обладая гибкими возможностями по оптимизации мощности потребления, этот драйвер предназначен для обеспечения требований любого из xDSL стандартов.

Кроме того, драйвер AD8016 имеет минимальный уровень искажений, поэтому его использование в проектируемых изделиях обеспечивает минимальную потребляемую мощность и невысокую стоимость по сравнению с системами связи на основе других драйверов. Драйвер AD8016 выпускается в корпусах 20-PSOP, 24-SOIC и 28-TSSOP.

## Новые широкополосные драйверы линий

AD8322 и AD8323 — новые широкополосные драйверы кабельных линий, предназначенные для кабельных модемов, отличающиеся невысокой стоимостью и высокими характеристиками. Драйверы могут быть использованы в интерактивных системах передачи данных, в адаптерах для кабельного и беспроводного телевидения. AD8232 и AD8323 были



спроектированы для современных чипсетов, обеспечивающих требования стандартов MCNS/DOCSIS. Драйвер AD8322 имеет ступенчатую регулировку выходного диапазона с шагом 6 дБ и может быть использован в модемах, в которых предусмотрено расширение диапазона усиления. Драйвер AD8323 превосходит по своим характеристикам требования DOCSIS стандарта и обеспечивает шаг регулировки 0.75 дБ в диапазоне 53 дБ. Оба драйвера имеют режим пониженного энергопотребления, напряжение питания этих драйверов составляет 5 В.

## Новые достижения в области быстродействующих матричных коммутаторов

Уменьшение потребляемой мощности — одна из общих проблем, возникающих при проектировании многофункционального оборудования на основе ИМС в корпусах минимальных размеров, особенно если разработчики ограничены в применении радиаторов, вентиляторов и мощных источников питания.

Управление объединительной платой часто вызывает трудности из-за возникновения паразитных наводок вследствие передачи высокочастотных сигналов на достаточно большие расстояния. С целью предотвращения проникновения паразитных сигналов в цепи объединительной платы используются специальные оконечные схемы.

### Новые микросхемы кросс-коммутаторов фирмы Analog Devices семейства $\Sigma$ stream™

Фирма Analog Devices разработала цифровой кросс-коммутатор AD8151 производительностью 3.2 Гбит/с. Коммутатор предназначен для различных сетей передачи данных, включая оптоволоконные (в том числе гигабитовые Ethernet сети типа OC-48). Данный коммутатор имеет меньшую мощность потребления по сравнению с ближайшими аналогами и может непосредственно управлять объединительной платой. Выходной ток AD8151 программируется в диапазоне от 5 до 30 мА. Кроме того, коммутатор может формировать различные уровни напряжений в зависимости от требований оконечных схем.

### Почему мы рекомендуем применять кросс-коммутаторы фирмы Analog Devices?

При проектировании трактов передачи данных следует обращаться к специалистам, способным решать эти проблемы. Цифровые сигналы современных устройств отличаются высокими временными характеристиками — время спада и время нарастания этих сигналов составляет единицы пикосекунд, скорость передачи превосходит 3.2 Гбит/с. Высокая степень интеграции кросс-коммутаторов может привести к возникновению перекрестной помехи, что, в свою очередь, вызывает дрожание фронтов цифровых сигналов. Фирма Analog Devices имеет многолетний опыт в области создания высокочастотных коммутаторов, в том числе и кросс-коммутаторов для сверхскоростных сигналов. Поэтому Analog Devices может предложить наилучшие решения для построения высокочастотных трактов систем передачи данных.

### Преимущества кросс-коммутатора AD8151

Микросхема AD8151 позволяет проектировать коммутаторы и другое оборудование высокочастотных трактов как для скорости передачи данных 622 Мбит/с, так и для скорости 3.2 Гбит/с. Это позволяет исключить замену блоков при изменении требований к скорости передачи данных. Ни один производитель, кроме фирмы Analog Devices, не может предложить кросс-коммутаторы с производительностью от 1 до 3.2 Гбит/с.

Минимальная для одного порта коммутатора AD8151 скорость передачи данных составляет 3.2 Гбит/с, что превосходит требования стандарта OC-48 (2.5 Гбит/с) и позволяет осуществить такую операцию, как прямое исправление ошибок (forward error correction — FEC). Использование в AD8151 новых схемотехнических решений (запатентованных фирмой Analog Devices) обеспечивает значительно меньшее потребление мощности по сравнению с аналогичными коммутаторами других производителей (как следует из приведенной ниже таблицы, мощность потребления ядра коммутатора AD8151 в 25 раз меньше мощности потребления ближайших аналогов). Это позволяет использовать для коммутатора AD8151 корпус типа 184-LQFP. Кроме того, при построении систем на основе AD8151 не требуется радиатор. Таким образом, используя кросс-коммутатор AD8151 вместо аналогичных изделий других производителей, разработчики могут либо увеличить число каналов при той же мощности рассеивания, либо уменьшить габариты проектируемого устройства за счет отказа от радиаторов и вентиляторов.



Сравнительные параметры AD8151 и ближайших аналогов других производителей

Тип параметра	AD8151	Аналог А	Аналог В
Число каналов	33×17	34×34	64×64
Ток потребления, А	0.03	2.25	5.4
Мощность потребления ядра, Вт	0.1	7.4	17.8
Мощность потребления в пересчете на ключ, мВт/ключ	0.18	6.4	4.4

Кросс-коммутатор AD8151 выполнен на основе BiCMOS технологии. Дальнейшее снижение мощности потребления возможно за счет выполнения логических элементов коммутатора по CMOS технологии. Другие производители используют схемы на основе арсенида галлия, отличающиеся высокой мощностью потребления.

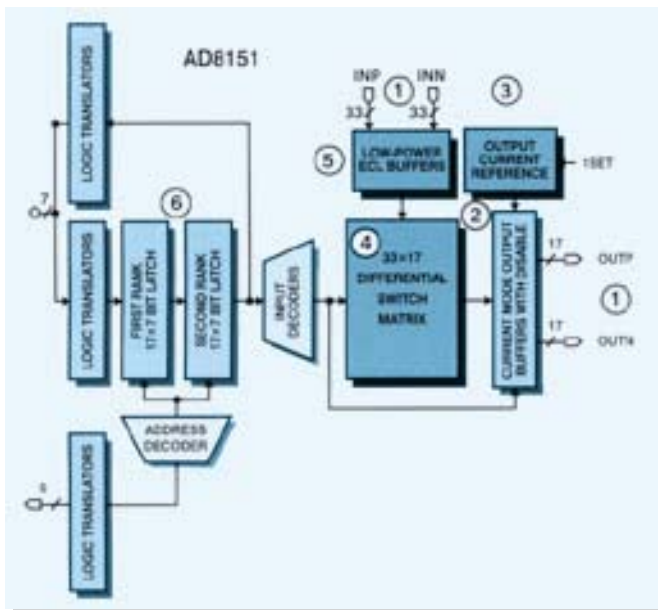


## Особенности и преимущества AD8151

Особенности	Преимущества	Способы обеспечения преимуществ
Низкая мощность потребления	Стандартный корпус, низкая стоимость, не требуется радиатор, увеличено число каналов в одной ИМС	Новые схемотехнические решения, BiCMOS технология
Тип корпуса LQFP	Стандартный, недорогой, облегчает проектирование ВЧ тракта	Низкая мощность потребления, корпус с теплоотводом
Нарастаемая архитектура	Увеличено число каналов, повышена скорость переключения	Новые схемотехнические решения
Низкая стоимость	Может быть использован для скорости передачи данных меньше 2.5 Гбит/с	BiCMOS технология, стандартный корпус

## Структурные особенности кросс-коммутатора AD8151

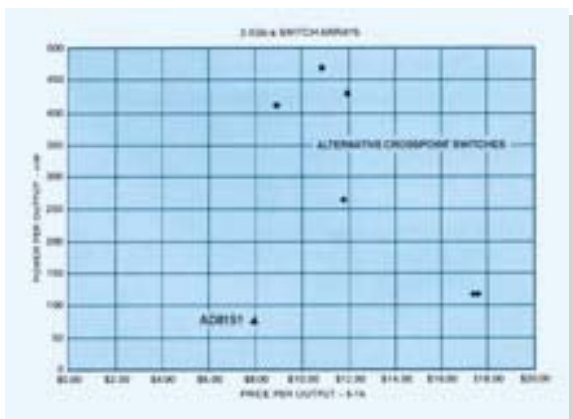
1. Дифференциальные входы/выходы с целью уменьшения перекрестной помехи.
2. Выходной каскад с выходом по току. Это позволяет обеспечить высокое быстродействие и легко осуществить операцию отключения выхода, если необходимо перейти на режим с пониженным энергопотреблением. Кроме того, достоинством такого выходного каскада является симметричность выходного сигнала и возможность управления от внешнего источника.
3. Программируемый выходной ток. Это позволяет изменять размах выходного сигнала в зависимости от величины импеданса линии связи и схемы оконечного каскада.



4. Ядро коммутатора выполнено по BiCMOS технологии, что обеспечивает высокую плотность компоновки, низкое потребление, малую задержку распространения и минимальное дрожание фронта цифрового сигнала.

5. Входные буферы отличаются низкой входной емкостью, величина которой зависит от состояния матрицы.

6. Двухранговая фиксация кода позволяет предварительно установить конфигурацию матрицы по состоянию фиксатора первого ранга и полностью загрузить матрицу коммутатора, когда код из фиксатора первого ранга переписывается в фиксатор второго ранга. Состояние фиксатора второго ранга может быть считано с целью контроля конфигурации матрицы. Дальнейшее уменьшение мощности потребления коммутатора может быть обеспечено при переводе на CMOS технологию всех узлов микросхемы.



## Тип корпуса и стоимость AD8151

Кросс-коммутатор AD8151 выпускается в корпусе 184-LQFP и предназначен для работы в расширенном диапазоне температур от -25 до 85 °C. FOB цена в партии 1000 шт. \$ 135.

**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:  
[vdmais@carrier.kiev.ua](mailto:vdmais@carrier.kiev.ua)  
Интернет:  
<http://www.vdmais.kiev.ua>



Вся информация о микросхемах  
для средств телекоммуникаций  
фирмы Analog Devices

находится

на Web-сайте:

**[www.analog.com/comms](http://www.analog.com/comms)**

**Информационные бюллетени фирмы Analog Devices**

• АЦП • ЦАП • Усилители • ИМС для телекоммуникаций • ИМС для  
управления электропитанием • Быстродействующие аналоговые ИМС •

В течение двух дней (15 и 16 марта 2001 г.) в Киеве проходил организованный НПФ VD MAIS семинар по продукции всемирно известной фирмы Analog Devices. Имея большой опыт организации подобных семинаров, на этот раз VD MAIS значительно расширила его рамки.

Во время работы семинара 149 его участников из 16 городов Украины прослушали доклады об особенностях проектирования современной аппаратуры с использованием новейшей элементной базы производства Analog Devices: сигнальных процессоров с фиксированной точкой ADSP-218x (докладчик проф. Е.Т. Володарский, доцент И.Е. Мозговой, НТУУ "КПИ"), сигма-дельта АЦП (докладчик проф. В.И. Губарь, НТУУ "КПИ"), прецизионных быстродействующих ОУ (докладчик доцент В.В. Литвих, НТУУ "КПИ").

Особенностям проектирования аналого-цифровых систем обработки сигналов на базе изделий Analog Devices был посвящен доклад James Bryant, представителя фирмы на европейском континенте. Прибывший на семинар представитель фирмы Analog Devices в России Евгений Вышинский остановился на преимуществах архитектуры сигнальных процессоров производства Analog Devices и на особенностях их использования в системах обработки сигналов реального времени.

Существенным дополнением к хорошо иллюстрированным докладам стали полученные всеми участниками информационные материалы — каталоги Analog Devices, CD-ROM и др. Необходимо подчеркнуть, что семинар, как и все семинары, проводимые VD MAIS, был бесплатным, что позволило всем специалистам, занимающимся разработкой электронной техники, принять в нем участие. Расходы на проведение семинара, по мнению его организатора, директора VD MAIS В. Давиденко, должны окупиться ускорением подъема электронной промышленности Украины.

## ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ ВТОРОГО И ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Системы сотовой связи третьего поколения развиваются на базе существующих технологий. Особенности эволюции GSM, TDMA и CDMA технологий в сетях третьего поколения рассматриваются в настоящей публикации.

А. Шевченко, В. Романов

Мобильная сотовая телефонная связь относится к наиболее динамично развивающемуся направлению информационных технологий. Мобильная цифровая связь второго поколения обеспечивает передачу речевых сообщений, высококачественных аудиосигналов и компьютерной информации в цифровом формате. Особенностью мобильной связи третьего поколения является интеграция сети Интернет в единую сеть сотовой связи. С помощью мобильного телефонного терминала третьего поколения абонент сможет принимать и передавать высококачественную аудио- и видеоинформацию. Это потребу-

ет существенного расширения пропускной способности радиointерфейса, связывающего абонента с базовой станцией. Разрабатываемые системы радиотелефонии будут обеспечивать возможность гибкого управления пропускной способностью радиоканала вплоть до 2 Мбит/с.

Эффективная с точки зрения использования выделенного частотного диапазона реализация расширенного набора услуг может быть осуществлена на основе технологии мультимедиа с кодовым (CDMA) и временным (TDMA) разделением каналов.

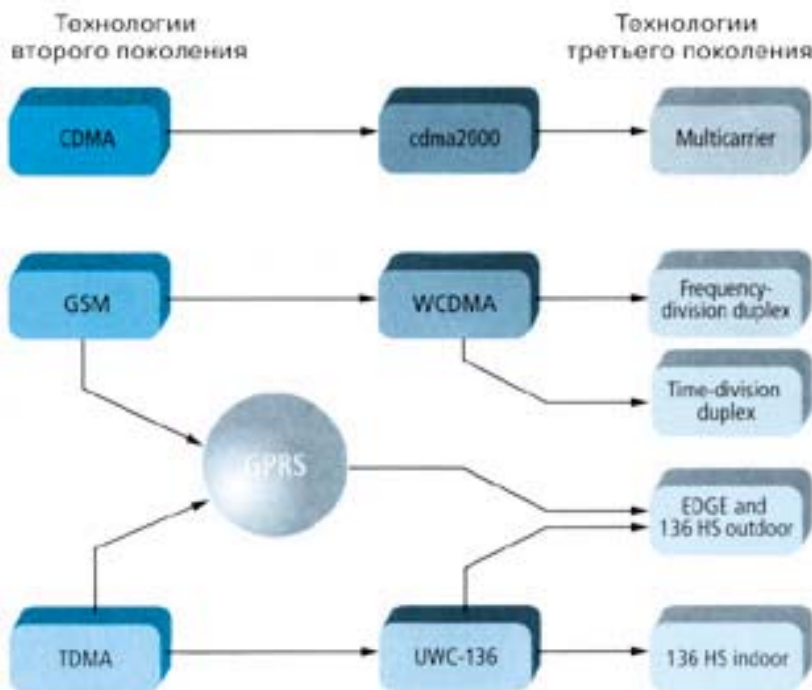
В системах второго поколения применяются три несовместимые между собой технологии связи с ис-

пользованием различных способов организации радиointерфейсов. Это привело к созданию несовместимых между собой и тиражируемых миллионами мобильных телефонных аппаратов.

Для достижения необходимой в телефонии третьего поколения скорости передачи данных (2 Мбит/с) две из трех разрабатываемых систем мобильной связи (как показано на рисунке) будут ориентированы на использование технологии широкополосной CDMA (WCDMA), в то время как в третьей системе предполагается использование TDMA технологии.

В соответствии с технологией TDMA низкоскоростные потоки данных различных абонентов передаются последовательно по высокоскоростному радиоканалу.

Принцип CDMA [2] заключается в расширении спектра исходного информационного сигнала и может быть реализован двумя различными методами. Первый метод использует так называемые "скачки по частоте" (Frequency Hopping), т. е. несущая частота в передатчике постоянно меняет свое значение по псевдослучайному закону, индивидуально для каждого канала. Приемник системы ведет себя аналогично, изменяя частоту гетеродина по такому же закону и обеспечивая выделение нужного канала. Второй метод "прямой последовательности" (Direct Sequence) основан на использовании шумоподобных сигналов. Этот метод предусматривает модуляцию информационного сигнала каждого абонента псевдослучайным шумоподобным сигналом, который дает возможность расширить спектр исходного информационного сигнала. В приемнике сигнал восстанавливается с помощью идентичного кода. Сигналы остальных пользователей воспринимаются данным приемником



Три основные системы (GSM, CDMA и TDMA) сотовой связи второго поколения и их преобразование в системы связи третьего поколения

как "белый шум". В стандарте CDMA расширение спектра потока абонентских данных осуществляется путем умножения каждого бита на высокоскоростной поток псевдослучайных данных. Биты потока псевдослучайных данных называют чипами, а число чипов, приходящихся на каждый бит исходных данных, — фактором расширения. Прием обработанного таким образом сигнала осуществляется при помощи корреляционного фильтра, выполняющего свертку выходного сигнала с выделенной конкретному абонентскому каналу псевдослучайной последовательностью. После интегрирования коррелированный сигнал выбранного абонента усиливается, а связанные с распространением сигнала некоррелированные помехи и сигналы от аппаратов других абонентов ослабляются. Помехи в тракте распространения сигнала и сигналы других абонентов оказывают одинаковое влияние на работу корреляционных фильтров всех абонентов, одновременно осуществляющих прием и передачу данных в выделенной для этого общей для всех полосе частот радиотракта и использующих индивидуальные псевдослучайные кодовые последовательности. Количество абонентов, одновременно использующих одну и ту же выделенную для радиointерфейса полосу частот, в 1.5 - 2 раза выше, чем абонентов, использующих альтернативные технологии связи.

Полный набор псевдослучайных кодов может храниться в памяти абонентского терминала. Такие важные для сотовой телефонии проблемы как смена абонентского канала при переходе в зону устойчивости приема другой базовой станции или изменение пропускной способности канала, выделенного конкретному абоненту, решаются в рамках CDMA технологии естественным путем — переключением на новую кодовую последователь-

ность из имеющегося набора. Очевидно, что расширение пропускной способности абонентского тракта путем параллельного использования нескольких стандартных кодовых последовательностей для расширения спектра исходного сигнала эквивалентно занятию абонентом сразу нескольких частотных каналов в аналоговой телефонии. В рамках CDMA технологии такая процедура не требует подключения и настройки электрических цепей передающего и принимающего терминалов.

WCDMA радиointерфейс может быть реализован в двух вариантах, в которых используются различные методы для разделения потоков данных, передаваемых на абонентский терминал и обратно. Метод дуплексной передачи в различных частотных диапазонах (FDD) основан на использовании частотных поддиапазонов для передачи данных от базовой станции к абоненту и от абонента к базовой станции. В методе дуплексной связи с разделением во времени (TDD) используется один частотный диапазон, но передача данных к абоненту и от абонента разнесена во времени. Хотя в TDD варианте WCDMA интерфейса более эффективно используется частотный диапазон и он обладает преимуществами при использовании внутри помещений, наиболее часто применяемым в современных системах связи является все же FDD WCDMA интерфейс, который, судя по всему, будет служить основой телефонии третьего поколения.

Технология мультислотной CDMA (или cdma2000) относится к системам связи третьего поколения. В настоящее время cdma2000 ориентирована, кроме того, на обслуживание телекоммуникаций второго поколения типа IS-95 и IS-136. Предполагается, что в дальнейшем cdma2000 будет расширена таким образом, чтобы обеспечить подключение к сети базовых

станций GSM стандарта (см. рисунок). Отметим, что cdma2000 в значительной мере похожа на FDD WCDMA технологию. Некоторые отличия в длительности временного пакета и факторе расширения спектра не носят принципиального характера.

С другой стороны, Всемирный Консорциум беспроводной связи намерен обеспечить комплекс услуг связи третьего поколения без использования CDMA технологии. В этой сети будет использована TDMA технология, называемая UWC-136.

Поскольку UWC-136 уже использует часть зарезервированного для систем третьего поколения частотного диапазона, некоторые поддиапазоны которого имеют ширину до 5 МГц, возможность реализации услуг сотовой телефонии третьего поколения без перехода на CDMA представляется весьма заманчивой. Один из режимов работы, разработанный для использования вне помещений — 136HS Outdoor (EGPRS-136) очень похож на применяемую в системе GSM схему радиопередачи пакетов данных (EDGE). Используя эту схему в сочетании с адаптивной модуляцией — фазовой манипуляцией с минимальным гауссовым сдвигом фаз (GMSK) на восьмиквадрантном фазовом интервале — можно обеспечить предоставление всех ассоциируемых с сотовой телефонией третьего поколения услуг за исключением обеспечения пропускной способности абонентских каналов до 2 Мбит/с в закрытых помещениях. Таким образом, система EDGE может быть реализована в рамках сети GSM при использовании частотного диапазона шириной всего лишь в 2.4 МГц.

Внутриофисные применения с использованием скорости передачи данных до 2 Мбит/с могут быть реализованы в этом случае с частотой 1.6 МГц либо на основе радиointерфейса, сочетающего TDD с

WCDMA технологией, либо на базе режима 136HS Indoor с TDMA технологией.

Современные системы сотовой мобильной связи строятся на основе проводных систем, соответствующих одному из стандартов: ANSI-41 или GSM-MAP. Оба являются расширениями Сигнальной Системы № 7 (SS7) — спецификации протокола обмена сигналами сети передачи пакетов данных, действующей на базе коммутируемой проводной сети традиционной телефонии. Предоставление услуг мобильной телефонии третьего поколения потребует введения проводной сети межсоединений с более высокой пропускной способностью. Такая сеть, обеспечивающая передачу высококачественной аудио- и видеоинформации для пользователей Интернет будет создаваться на первом этапе перехода к системе телефонии третьего поколения в рамках эволюции GSM-MAP в GPRS (General Packet Radio System или GSM технологию для радиопередачи пакетов данных). Естественно, для подключения к кабелям сети GPRS потребуются установка новых сетевых терминалов. На этом

этапе получение услуг Интернет по проводной сети мобильной сотовой связи будет возможно через рутеры.

Существующие системы мобильной сотовой телефонии предлагают услуги в соответствии с принципом наилучшего качества, которое может быть обеспечено провайдером. Переход к системам третьего поколения предполагает предоставление более широкого спектра услуг, соответствующих общепринятым стандартам качества. Требования к качеству услуг при передаче, например, речи, аудио-/видеоинформации и компьютерных данных существенно различаются. При передаче речи требуется минимизировать паузы в разговоре, которые могут быть связаны с коммутацией пакетов в сети, для аудио-/видеоинформации такие паузы вообще недопустимы, а компьютерные данные и текстовые документы к ним обычно не критичны. С учетом вышесказанного провайдерам систем третьего поколения придется проявить немалую изобретательность, чтобы обеспечить сочетание высокого качества услуг с эффективным использованием

пропускной способности сети.

Таким образом, переход к мобильной связи третьего поколения потребует увеличения пропускной способности каналов приема/передачи информации и, как следствие, создания более современной элементной базы.

Элементная база для телекоммуникаций третьего поколения уже создается ведущими мировыми производителями. В этом номере журнала ЭКиС в разделе "ИМС для телекоммуникаций" анонсированы микросхемы и чипсеты приемников и передатчиков с мультимедийными несущими, синтезаторы и модуляторы, сигнальные процессоры, драйверы для проводных, кабельных и беспроводных систем связи третьего поколения, разработанные фирмой Analog Devices.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. M. W. Oliphant, "Radio interfaces make difference in 3G cellular systems", IEEE Spectrum, October 2000.
2. Голышко А. Торжество цифровой сотовой связи. — Радио, 2001, № 2.

## МИКРОСХЕМА ПРОЦЕССОРА ДЛЯ IP-ТЕЛЕФОНА

*В статье приведено краткое описание микросхемы специализированного процессора для офисного IP-телефона (Интернет-телефона). Микросхема разработана и выпускается канадской фирмой Mitel Semiconductor, одним из мировых лидеров производства микросхем для телефонии.*

А. Ермолович

Быстрое развитие информационных Интернет-технологий ускорило переход от эксплуатации телекоммуникационных сетей в режиме коммутации информационных каналов к режиму коммутации информационных пакетов. Разработаны основы и продолжается совершенствование таких информационных технологий, как VoIP (Voice over Internet Protocol) — передача голосовых сигналов по сети Интернет, FoIP (Fax over Internet Protocol) — передача факсимильных сообщений по сети Интернет, Videoconferencing over the Internet —

организация видеотелефонной связи и видеоконференций с использованием сети Интернет. Для оптимизации передачи телевизионных программ по сети Интернет разработан стандарт

MPEG-4 [1]. По оценке ведущих мировых специалистов в 2005 г. доля IP-телефонии в международных и междугородных телефонных звонках составит 33 %, а в 2010 г. достигнет 50 % [2]. Настоящий этап развития IP-телефонии характеризуется ускорением темпов развития корпоративных решений и становлением офисных решений (SOHO — Small Office/Home Office).

#### ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ IP-ТЕЛЕФОНИИ

Основное преимущество IP-телефонии по сравнению с традиционной телефонией — снижение стои-

мости услуг связи, что достигается уменьшением избыточности передаваемой информации путем прекращения передачи сигнала во время пауз в разговоре (VAD — Voice Activity Detection) и использования сложных алгоритмов кодирования голосовых сообщений. Второе преимущество — обеспечение конфиденциальности путем криптографического кодирования передаваемых сообщений. И третье преимущество — обеспечение комплексного информационного обслуживания, поскольку абонент получает весь объем услуг, предоставляемых пользователям сети Интернет.

Основной недостаток IP-телефонии — повышенная стоимость оконечного оборудования, устанавливаемого у пользователя, что существенно тормозит внедрение офисных решений. Этот недостаток является следствием использования усложненных алгоритмов обработки и кодирования речевых сигналов, а также относительно высокой стоимостью Интернет-шлюзов. Кроме того, из-за повышенных задержек в линии пакетной передачи сигналов в IP-телефонии предъявляются повышенные требования к алгоритмам подавления эхо-сигналов, что еще больше усложняет алгоритмы обработки акустических сигналов перед кодированием.

### ОСОБЕННОСТИ IP-ТЕЛЕФОНОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Рассмотренные преимущества и недостатки определяют круг потенциальных пользователей IP-телефонов. Это сотрудники промышленных предприятий и малых офисов, которым необходимо проводить многочисленные междугородные телефонные переговоры. Пока широко внедрению офисных IP-телефонов препятствует высокая стоимость аппаратов первого поколения, построенных на микросхемах общего назначения. Однако выпуск специализированных микросхем должен стимулировать разработку IP-телефонов второго поколения с сокращенным сроком окупаемости. Для этого специалисты фирмы Mitel Semiconductor разработали специализированную микросхему MT92101/MT92102 процессора IP-телефона ("телефона в микросхеме"). Первая версия микросхемы — MT92101 — производится по 0.35 мкм проектным нормам. Планируемая к выпуску в ближайшее время вторая версия микросхемы — MT92102 — отличается повышенной тактовой частотой, увеличенным объемом встроенного ПЗУ для хранения резидентных программ и наличием средств сопряжения с синхронным динамическим ОЗУ. Эта микросхема содержит:

- RISC-процессор, выполняющий функции центрального

процессора и реализующий протоколы Интернет

- цифровой сигнальный процессор, выполняющий все функции преобразования и сжатия данных, и ПЗУ для хранения соответствующих резидентных программ

- процессор передачи данных, соответствующий спецификации Ethernet IEEE 801.1р и обеспечивающий скорость передачи данных 10 или 100 Мбит/с по двум портам
- аппаратный криптографический ускоритель.

Для обеспечения работы микросхемы процессора к ней необходимо подключить:

- микросхему флэш-памяти, в которую загружена операционная система реального времени и набор протоколов TCP/IP
- микросхему ОЗУ
- микросхемы аналогового абонентского интерфейса MT91610, сдвоенного ИКМ-кодека MT92303 и приемопередатчика MT933 (NWK933) сети Ethernet (все микросхемы выпускаются фирмой Mitel Semiconductor).

Этот набор микросхем позволяет разработать недорогой функционально полный IP-телефон, позволяющий подключить (с использованием соответствующего модема) до четырех обычных телефонных аппаратов и ПК к информационной IP-сети (рис. 1, 2).

### КАЧЕСТВО УСЛУГ СВЯЗИ

В IP-телефонии чрезвычайно важно обеспечить высокое качество услуг связи (QoS — Quality of Service), по крайней мере, не уступающее качеству, предоставляемому обычной телефонией. И в первую очередь необходимо обеспечить практически стопроцентную надежность связи. В микросхеме MT92101/MT92102 предусмотрено обеспечение повышения надежности аппаратными и программными средствами на трех уровнях интерфейса IP-сети:

- уровень 1: процессор передачи данных устанавливает более высокий приоритет для голосового трафика, чем для трафика ПК



Рис. 1. Структурная схема офисного IP-телефона

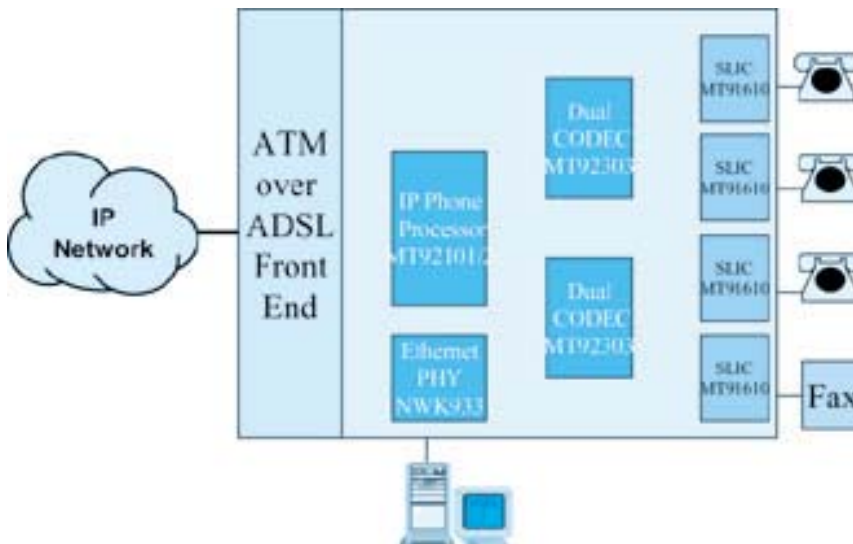


Рис. 2. Структурная схема офисного телефонного узла на базе IP-телефона, подключенного к сети Интернет через линию ADSL

- уровень 2: процессор передачи данных снабжает блок голосовой информации идентификатором для того, чтобы обеспечить распознавание информации даже в том случае, когда адресат не может распознать заголовок
- уровень 3: протокол резервирования ресурсов или протокол управления устанавливает биты приоритета в указателе вида обслуживания, входящем в состав заголовка пакета (Differential service).

Второй аспект обеспечения качества обслуживания — эффективное подавление акустических и электрических эхо-сигналов. При наличии акустической связи между микрофоном и громкоговорителем телефона два телефонных аппарата и связывающая их линия передачи образуют ревербератор. Эффект реверберации особенно сильно проявляется в IP-телефонии, поскольку в сети, работающей в режиме коммутации информационных пакетов, задержки больше, чем в сети, работающей в режиме коммутации информационных каналов. Поэтому в микросхему MT92101/MT92102 встроена система TRUPLEX программного полнодуплексного эхоподавителя громкоговорящего телефона, показавшая высокие параметры в составе микросхемы MT93L16.

Основные преимущества TRUPLEX:

- надежный алгоритм адаптации, быстро сходящийся даже при двустороннем разговоре
- в дуплексном режиме компенсируется изменение уровня шума в каждом громкоговорителе, обусловленное работой системы подавления эхосигнала
- высокие параметры обеспечивают надежную связь даже при высоком уровне внешних акустических шумов.

Третий немаловажный аспект качества обслуживания — конфиденциальность телефонных разговоров.

Предыдущие версии IP-телефонов не имели средств обеспечения конфиденциальности. Микросхема MT92101/MT92102 оптимизирована для реализации стандартных алгоритмов DES и IP Sec криптографического кодирования, используемых в локальных сетях. Чисто программная реализация этих методов кодирования приводит к нерациональному использованию производительности цифрового сигнального процессора (для выполнения кодирования используется практически вся его производительность). Аппаратный ускоритель микросхемы MT92101/MT92102 обеспечивает стократное повышение скорости кодирования согласно алгоритмам DES или IP Sec по сравнению с чисто программными способами.

#### ОПИСАНИЕ МИКРОСХЕМЫ MT92101/MT92102

Структурная схема микросхемы приведена на рис. 3. Основные характеристики микросхемы:

- 32-разрядное ЦПУ ARM7TDMI (ARM-thumb) с RISC-архитектурой и тактовой частотой 25/40 МГц (MT92101/102)

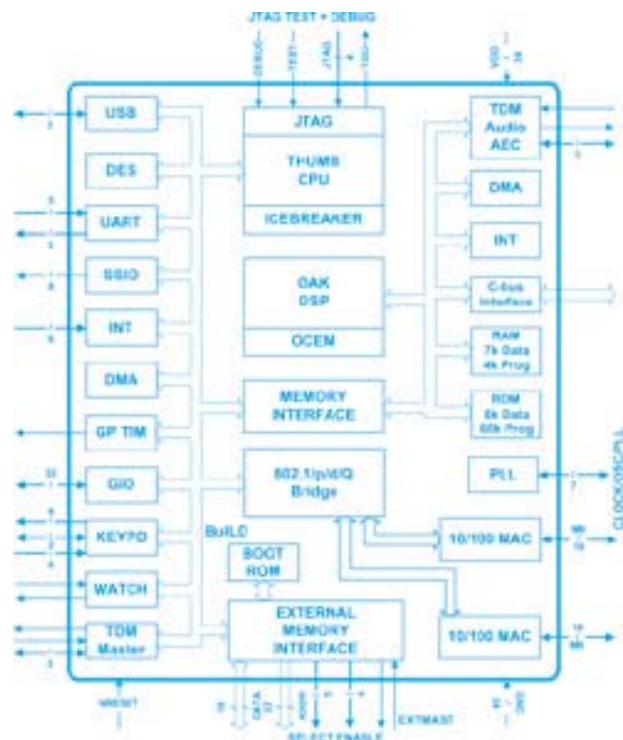


Рис. 3. Структурная схема микросхемы процессора офисного IP-телефона

- 16-разрядный цифровой сигнальный процессор с фиксированной точкой OAKDSPCore™ производительностью 60/90 MIPS (MT92101/102)
- процессор передачи данных, соответствующий требованиям стандарта Ethernet IEEE 802.1p и содержащий два контроллера доступа к среде передачи данных (MAC), поддерживающих протоколы 10Base-T, 100Base-TX и имеющих стандартный интерфейс MII для подключения приемопередатчиков
- аппаратный ускоритель для реализации алгоритмов DES, Triple DES и IPSec криптографической защиты данных
- системы подавления акустического эха (AES) в телефонной трубке и подавления электрического эхосигнала (MT92102)
- многоканальный вокодер, соответствующий рекомендациям ITU G.723.1 и G.729AB и реализующий функции VAD и CNG (формирование в громкоговорителе абонента постоянного уровня шума, не зависящего от функционирования системы VAD)
- программное обеспечение T.38 (FoIP) во встроенном ОЗУ (MT92102)
- подавление эхосигнала в линии передачи в соответствии с рекомендацией ITU G.168 (MT92102)
- компенсация утерянных информационных пакетов, адаптивное воспроизведение аудиосигнала
- двухтональный многочастотный и импульсный набор номера
- большой набор интерфейсов (USB, UART, TDM, GPIO, SSI, C-BUS, ИКМ-кодека, клавиатуры, сторожевого таймера) для подключения внешних устройств
- JTAG-порт для отладки программ ЦПУ, выполнения внутрисхемной эмуляции и периферийного сканирования
- напряжение питания ядер процессоров 1.8 В, интерфейсных узлов — 3.3 В,
- корпус 288-PBGA или 208-QFP

### Фирма Mitel Semiconductor отмечена ежегодным призом компании Motorola, присуждаемым лучшему предприятию полупроводниковой промышленности

Сектор полупроводниковых компонентов компании Motorola в соответствии с ее программой бесконфликтного взаимодействия с поставщиками ежегодно отмечает призом лучшего из них. По итогам 2000 г. этот приз присужден фирме Mitel Semiconductor. Присуждению приза предшествовал всесторонний анализ более 40 показателей в пяти категориях: качество, цена, дисциплина поставок, качество обслуживания и технологические возможности. Фирма Mitel Semiconductor в 2000 г. продемонстрировала исключительно высокие показатели по выполнению сроков поставок, модернизации производства и внедрению систем повышения эффективности труда.

*Пресс-релиз компании Motorola, 5 марта 2001 г.*

### Резидентное программное обеспечение MT92101/MT92102:

- программа вокодера, реализующая алгоритм сжатия голосового сигнала, соответствующий рекомендациям ITU G.723.1 и снижающий скорость передачи до 5.3 или 6.3 кбит/с
- программа вокодера, реализующая алгоритм сжатия голосового сигнала, соответствующий рекомендациям ITU G.729AB и снижающий скорость передачи до 8 кбит/с
- программа, реализующая алгоритм факсимильной связи, соответствующий рекомендациям ITU T.38
- программа TRUPLEX, реализующая подавление акустической связи громкоговорителя и микрофона в громкоговорящем телефонном аппарате и подавление электрического эхо-сигнала.

**Загружаемое программное обеспечение.** Во внешнюю микросхему памяти загружается программное обеспечение, необходимое для работы IP-телефона:

- программы, реализующие наборы протоколов H.323, SIP, MGCP
- операционная система реального времени MQX™ фирмы Precise.

### Функционирование процессоров микросхемы MT92101/MT92102

ARM7TDMI: высокопроизводительный экономичный 32-разрядный RISC-процессор, выполняет функции устройства управления и реализует Интернет-протокол.

OAKDSPCore™: цифровой сигнальный процессор,

разработанный фирмой DSP Group Inc. Выполняет функции:

- интерфейса с кодеком и мультиплексора аудиосигналов
- удаления пауз в голосовом сигнале и формирования постоянного уровня шума
- сжатия голосовых сигналов (четыре канала — в соответствии с алгоритмом G.729 и три — в соответствии с G.723.1)
- полнодуплексного подавителя акустического и электрического эхо-сигналов
- генератора сигнала тонального и импульсного набора номера
- факс-модема.



## ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦЕНОЧНОГО НАБОРА MEB92101/2

Набор предназначен для оценки параметров телефонного аппарата, построенного на микросхемах фирмы Mitel Semiconductor, и содержит две оценочные платы MEB92101/2 и интерфейс прикладных базовых систем, программы драйверов и протоколов передачи данных. Предлагаемый набор содержит все аппаратные и программные средства, необходимые для функционирования демонстрационной модели офисного IP-телефона, и позволяет пользователю отлаживать собственные программы для IP-телефонии.

### Основные характеристики оценочных плат: аппаратного обеспечения:

- полный набор аппаратных средств для реализации Интернет-телефона
- сенсорный ЖК-экран и 16-кнопочная клавиатура
- два Ethernet-порта
- статическое ОЗУ объемом 8 Мбайт и флэш-память объемом 4 Мбайта
- поддержка средства отладки ARM7TDMI через JTAG-интерфейс
- поддержка отладки OAKDSPCore посредством платы CDI
- ОЗУ программ объемом 60 килослов, ОЗУ данных объемом 16 килослов и флэш-память объемом 16 килослов (эти средства необходимы для отладки программ OAKDSPCore)
- разъем для подключения телефонной трубки
- разъем для подключения логического анализатора

### программного обеспечения:

- компакт-диск с оценочным программным обеспечением, презентациями и документацией
- оценочный комплект для разработки программ RISC-процессора ARM7TDMI
- примеры прикладных программ Интернет-телефонии

- программный интерфейс контроля вызова абонента
- программный интерфейс управления средой передачи данных и информационными потоками
- программный интерфейс низкого уровня для доступа к программируемым полям и данным в оценочных платах
- операционная система реального времени MQX фирмы Precise.

Перечисленные аппаратные и программные средства позволяют выполнить оценку качества работы IP-телефона в режимах:

- компенсации и отсутствия компенсации утерянных информационных пакетов
- включенной и отключенной системы подавления эхосигналов
- включенной и отключенной системы криптографического кодирования
- различного вида обслуживания в сети Ethernet.

Фирма Mitel Semiconductor предлагает полный набор аппаратных и программных средств. Покупатели могут выбрать, что им нужно: только микросхемы или полный набор аппаратного и программного обеспечения. Предлагаемые Mitel Semiconductor аппаратные средства отвечают требованиям максимальной гибкости для любого уровня воплощения IP-телефонии. Дополнительно нужно будет закупить только микросхемы внешнего ОЗУ и флэш-памяти.

Дополнительную информацию о микросхемах фирмы Mitel Semiconductor можно получить в сети Интернет по адресу: [www.mitelsemi.com](http://www.mitelsemi.com)

### ЛИТЕРАТУРА:

1. MPEG-4 — новый стандарт сжатия мультимедийных данных // ЭКиС № 1/2000.
2. Сравнительная характеристика решений IP-телефонии // Технологии и средства связи, № 6, 2000. — Москва, ООО "Гротек".

## УВАЖАЕМЫЕ ГОСПОДА!

В НПФ **VD MAIS** работают курсы обучения технологии поверхностного монтажа. В программу обучения входит теоретическая и практическая подготовка. Занятия проводятся на оборудовании корпорации PACE (США), предназначенном для мелкосерийного производства и ремонта печатных плат. В учебном процессе используются платы PACE, материалы корпорации AIM (США) и фирмы Electrolube (Великобритания), современные SMD-компоненты. Преподаватели курсов — специалисты фирмы VD MAIS.

Продолжительность обучения — три рабочих дня. Каждому специалисту, прошедшему курс обучения, выдается квалификационное удостоверение.

Адрес курсов: г. Киев, ул. Желянская, 29, НПФ VD MAIS, комн. 410 (проезд до станции метро "Республиканский стадион"). Стоимость обучения 660 грн. (включая НДС), форма оплаты — по безналичному расчету.

Для обучения на курсах необходимо подать заявку по факсу: (044) 227-3668  
или e-mail: [vdmais@carrier.kiev.ua](mailto:vdmais@carrier.kiev.ua)

Дополнительную информацию о курсах можно получить по телефону (044) 227-13-56.

# СВЧ GaAs МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ И АВТОМОБИЛЬНЫХ РАДАРОВ

Фирма *Infineon Technologies*, преемница *Siemens Semiconductor*, является мировым лидером в области полупроводниковых технологий для приборов сверхвысоких частот. Фирма предлагает новые микросхемы, являющиеся последним достижением *GaAs* технологии и предназначенные для аппаратуры радиосвязи и автомобильных радаров, работающих в СВЧ диапазоне (24-32 и 76-77 ГГц соответственно).

В. Голуб

В числе материалов, применяемых в полупроводниковых приборах СВЧ, — SiGe (кремний с добавлением германия), арсенид галлия GaAs, твердые растворы арсенидов алюминия и галлия AlGaAs, индия и галлия InGaAs и др. [1-4]. Указанные материалы применяются фирмой *Infineon Technologies* на

базе ее новейших технологий. Применение SiGe рассмотрено в ЭКиС № 10/2000, а арсенидов — в настоящей статье. Развитие арсенид-галлиевых технологий осуществляется фирмой *Infineon Technologies* в трех направлениях. Это — GaAs DIOM MESFET, GaAs HBT и GaAs HEMT. Динамика их развития на протяжении 1997—2002 годов показана на рис. 1 [1].



Рис. 1. Развитие направлений технологии GaAs фирмы *Infineon Technologies*

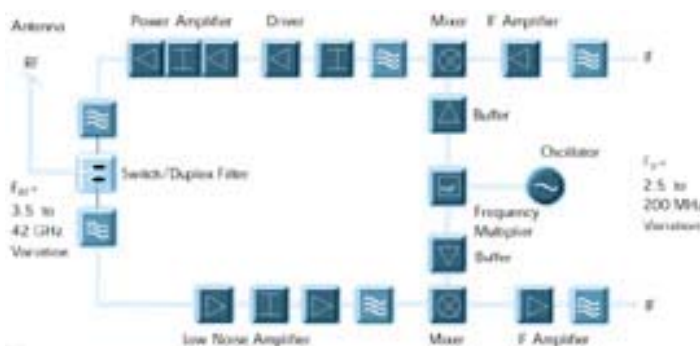


Рис. 2. Структурная схема приемопередатчика системы LMDS

**GaAs MESFET** (Metalized Semiconductor Field-Effect Transistor) — это полевые транзисторы с барьером Шоттки (ПТШ). Фирма *Infineon Technologies* использует вариант структуры GaAs DIOM MESFET, обладающий улучшенными характеристиками. В рассматриваемой структуре длина затвора (gate length) составляет 1.0/0.8/0.5 мкм, что соответствует значениям граничной частоты 15/18/20 ГГц. Мощные транзисторы используются в выходных усилителях базовых станций сотовой связи, передатчиках кабельного телевидения и др. В маломощных низковольтных GaAs MESFET транзисторах используется вариант структуры DIOM-LVM. Маломощные транзисторы входят в состав СВЧ микросхем, предназначенных для мобильной сотовой и локальной беспроводной связи. При напряжении питания до 2.4 В в них обеспечивается диапазон частот до 3.5 ГГц.

**GaAs HBT** (Hetero Bipolar Transistor) — это биполярные транзисторы с гетеропереходами [5] \*. В гетероструктурах фирмы *Infineon Technologies* используются переходы, образованные осаждением слоев AlGaAs/InGaP на GaAs при помощи технологии MOCVD. В транзисторах GaAs HBT, наряду с высоким быстродействием, превышающим быстродействие GaAs DIOM MESFET, обеспечивается также получение высоких коэффициентов усиления. В варианте GaAs HBT 30 (30 ГГц) транзисторы используются в усилителях мощности систем связи CDMA и др.

**GaAs HEMT** (High Electron Mobility Transistor) — это полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов. Транзисторы GaAs HEMT обладают повышенным быстродействием.

\* За создание гетероструктур и полупроводниковых приборов на их основе лауреатами Нобелевской премии 2000 года в области физики стали Жорес Алферов (директор Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе, вице-президент Российской Академии наук), Герберт Кремер и Джек С. Килби.

Таблица 1. Микросхемы СВЧ усилителей

Диапазон частот и тип микросхемы	Вид усилителя	Кoeff. усиления/шума, дБ	Вых. мощность/точка компрессии P <sub>1дБ</sub> , дБм	Питание: напряжение/ток, В/мА	Размеры чипа, мм
24-32 GHz GaAs LNA MMIC	малозумящий	18 / 3	-/12	5/85	2.15×1.45×0.095
24-27 GHz GaAs HPA MMIC	усилитель мощности	12 / -	29/27	5/930	2.71×3.0×0.075
27-31 GHz GaAs HPA MMIC		11 / -	28/26	5/1020	

Таблица 2. Микросхемы СВЧ смесителей (преобразователей частоты)

Диапазон частот и тип микросхемы	Вид преобразования частоты	Мощность опорного источника P <sub>LO</sub> (макс.), дБм	Типовой режим						Размеры чипа, мм	
			f <sub>LO</sub> , ГГц	f <sub>RF</sub> , ГГц	f <sub>IF</sub> , ГГц	P <sub>LO</sub> , дБм	P <sub>RF</sub> , дБм	P <sub>IF</sub> , дБм		G, дБ
24-27 GHz GaAs Mixer MMIC	повышающее	15	25.7	25.9	0.2	10/0	-	0	-8.5/-12.5	3.25×2.0×0.095
27-32 GHz GaAs Mixer MMIC	понижающее		25.5	29.7		10/-5	-5	-	-7.5/-12.5	
			29.5	29.7	15/-3	-6.8	-	-		

Таблица 3. Микросхемы СВЧ умножителей частоты

Диапазон выходных частот и тип микросхемы	Кoeff. умножения	Входная мощность, дБм	Кoeffициент передачи, дБ	Напряжение питания, В	Ток потребления, мА	Размеры чипа, мм
24-28 GHz GaAs Doubler MMIC	2	8...15	-8	3	40	2.5×1.0×0.095
27-33 GHz GaAs Tripler MMIC	3	10...15	-12			2.25×2.0×0.095

родействием по сравнению с рассмотренными выше типами транзисторов. Высокая подвижность электронов обеспечивается применением псевдоморфных слоев AlGaAs/InGaAs, образуемых методом эпитаксиальной технологии MBE, а также уменьшенной до 0.13 мкм длиной затвора. Фирмой разработаны четыре разновидности GaAs HEMT: HEMT M30 (0.5 мкм, 30 ГГц), HEMT LN60 и HEMT P60 (0.18 мкм, 60 ГГц), HEMT 110 (0.13 мкм, 110 ГГц). Разновидности HEMT P60 и HEMT 110 используются в микросхемах для приемопередающих радиосистем широкополосного доступа LMDS (рис. 2) и MVDS [1, 6], а также для автомобильных радаров [1], работающих в диапазоне частот 76-77 ГГц.

**Микросхемы для приемопередающих радиотехнических систем.** В табл. 1-3 приведены параметры микросхем СВЧ диапазона (от 24 до 32 ГГц), выпускаемых фирмой Infineon Technologies [7].

На рис. 3, а, б приведены схемы повышающего (а) и понижающего (б) преобразователей частоты, в которых применена монолитная СВЧ GaAs микросхема смесителя для диапазона частот 24-27 ГГц

(табл. 2). Особенностью смесителя является то, что он может использоваться в обоих преобразователях. Смеситель — балансного типа, содержит два умножителя, квадратурные расщепители и сумматоры "90°" в цепях LO и RF. LO — опорный генератор, RF — входная и выходная радиочастота для понижающего и повышающего преобразователей частоты соответственно. Противофазный расщепитель "180°" и синфазный сумматор "0°" в цепи промежуточной частоты (IF) являются внешними элементами, не входящими в состав микросхемы смесителя. Подобные сумматоры и расщепители рассмотрены в ЭКиС № 1/1997. Монолитная СВЧ GaAs микросхема смесителя для диапазона частот 27-32 ГГц (табл. 2) используется только в режиме понижающего преобразователя по схеме, приведенной на рис. 3, б.

**Микросхемы для автомобильных радаров.** На рис. 4 приведена структурная электрическая схема радара (mm-W distance radar), работающего на частоте 76.5 ГГц (длина волны около 4 мм) и обнаруживающего пешеходов на расстоянии до 150 м. Радар работает в

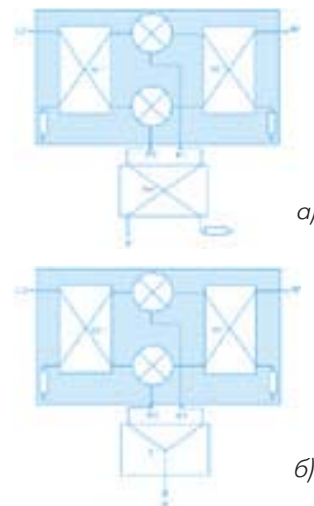


Рис. 3. Схемы включения смесителя в режимах понижения (а) и повышения (б) частоты

любых погодных условиях и, в частности, при плохой видимости (темное время суток, туман, снегопад и т. д.). В радаре используется частотный (доплеровский) метод с линейной перестройкой (качанием) частоты до 450 МГц и скоростью перестройки до 500 ГГц за секунду. В радаре применены рассмотренные ниже микросхемы.

**T625\_VCO2\_W [7]** — управляемый генератор в передающем канале радара. Структурная схема генератора приведена на рис. 5.

## Готовится серийное производство высокочастотных SiGe микросхем

В мае 1999 г. компания Motorola и ИНР (Институт физики полупроводников, Германия) объединили усилия в разработке SiGe:C технологии изготовления высокочастотных биполярных транзисторов. В апреле 2000 г. специалисты компании Motorola интегрировали в линию по производству микросхем с биполярными и полевыми КМОП транзисторами технологический модуль для формирования транзисторов и пассивных компонентов по SiGe:C технологии с проектными нормами 0.35 мкм. В феврале 2001 г. завершены квалификационные испытания модуля и в настоящее время он готовится к эксплуатации. Этот модуль позволяет формировать биполярные транзисторы с гетеропереходами, имеющие  $f_T=45$  ГГц при сниженном вдвое по сравнению с традиционными SiGe транзисторами токе коллектора. Добавление углерода позволило увеличить технологические допуски и снизить коэффициент шума транзисторов.

В настоящее время специалисты компании Motorola заканчивают разработку ряда высокочастотных микросхем на основе таких транзисторов. Серийный выпуск первой микросхемы — унифицированного маломощного усилителя СВЧ диапазона — компания Motorola планирует начать в мае 2001 г., а в конце года — ряда унифицированных и специализированных радиочастотных микросхем высокой степени интеграции.

От редакции: по материалам пресс-релиза компании Motorola, февраль 2001 г.

Генератор содержит управляемый фазовращатель (Phase Shifter) и четвертьволновой трансформатор ( $\lambda/4$ -Transformer), определяющие частоту генерируемого СВЧ колебания. Снимаемый с выхода усилителя сигнал расщепляется на две составляющие, одна из которых подается в цепь обратной связи, а другая — на выход микросхемы. Диапазон частот генератора — от 76 до 77 ГГц, выходная мощность  $P_{\text{вых}} > 5$  дБм, модулирующее напряжение — в пределах от -1 до 1 В, коэффициент преобразования  $S = -(1...3)$  ГГц/В, сопротивление нагрузки 50 Ом, входное сопротивление более 500 Ом,  $E_{\text{пит}} = 3.5$  В,  $I_{\text{пит}} = 32$  мА. Диапазон рабочих температур от -40 до 105 °С. Размеры чипа 1.67x0.87 мм при толщине 100 мкм.

**T626\_MPA2\_W [7]** — двухкаскадный усилитель мощности в передающем канале. Диапазон частот

от 76 до 77 ГГц, выходная мощность  $P_{\text{вых}} = 13.5$  дБм, коэффициент усиления  $G = 8$  дБ, точки компрессии выходной амплитудной характеристики  $P_{-1\text{дБ}} = 11$  дБ и  $P_{-3\text{дБ}} = 13$  дБ, сопротивление нагрузки 50 Ом,  $E_{\text{пит}} = 3.4$  В,  $I_{\text{пит}} = 40$  мА (первый каскад),  $E_{\text{пит}} = 3.6$  В,  $I_{\text{пит}} = 60$  мА (второй

каскад). Диапазон рабочих температур от -40 до 105 °С. Размеры чипа 1.68x0.89 мм при толщине 100 мкм.

**T626\_HMIX\_W** — смеситель, используемый в качестве преобразователя частоты в цепи фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) в передающем канале. Частота на выходе смесителя равна разности  $f_{\text{RF}} - 5f_{\text{LO}}$ , где  $f_{\text{RF}}$  — частота передатчика, а  $f_{\text{LO}} = 15.1$  ГГц — частота опорного генератора ( $5f_{\text{LO}}$  — частота пятой гармоники). Среднее значение частоты на выходе смесителя — 1 ГГц.

**ACC\_DRO15.1\_1** — опорный генератор с низким уровнем шума и высокой стабильностью частоты.

**ACC\_PLL\_1** — модуль ФАПЧ с обратной связью через смеситель T626\_HMIX\_W. Управление режимом качания частоты генератора T625\_VCO\_2\_W осуществляется по цепи "Sweep Control".

**BAT14-077D [3]** — двухдиодный (на диодах с барьером Шоттки) смеситель в приемной цепи радиолокатора. Частота выходного сигнала смесителя, определяемая разностью частот передаваемого и принимаемого сигналов, находится в пределах 1...100 кГц. Диапазон рабочих температур от -40 до 150 °С, хранения — от -55 до 150 °С. Размеры чипа 0.55x0.25 мм при толщине 10 мкм.

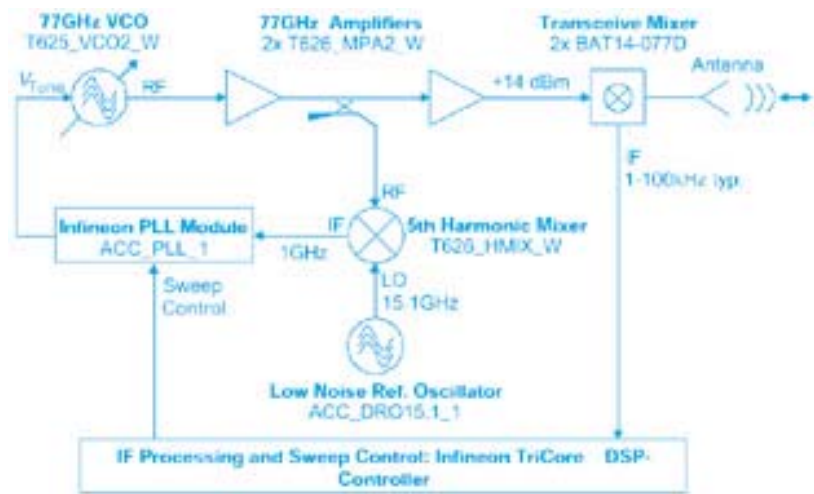


Рис. 4. Структурная схема автомобильного радиолокатора

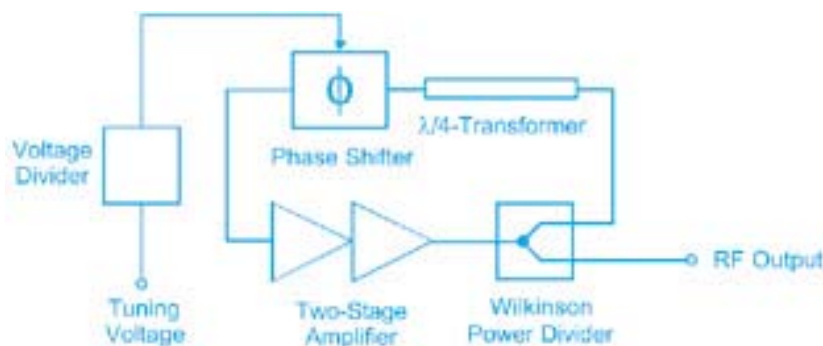


Рис. 5. Структурная схема управляемого генератора для диапазона частот 76-77 ГГц

**Infineon TriCore™ TC10GP** — DSP-контроллер, предназначенный для управления генератором передатчика, обработки принимаемого сигнала и выдачи сигналов индикации и команд управления, обусловленных локационной обстановкой [8, 9].

Среднее значение перестраиваемой частоты сигнала передатчика равно 76.5 ГГц, функция перестройки — периодическая, треугольная. Усиленный сигнал мощностью до 14 дБм через смеситель BAT14-077D поступает в антенну и излучается. Отраженный от объекта (встречной или впереди идущей машины, пешехода или какого-либо препятствия) сигнал через ту же антенну поступает на смеситель BAT14-077D. В смесителе осуществляется преобразование частот передаваемого и принимаемого сигналов, в результате которого образуется сигнал разностной частоты (в пределах 1...100 кГц). Разность частот пропорциональна измеряемому расстоянию, а скорости изменения — скорости сближения автомобиля и объекта. Сигнал разностной частоты с выхода смесителя поступает на вход DSP-контроллера, в котором он обрабатывается. По результатам обработки и анализа сигнала контроллер вырабатывает и выдает информацию водителю, а также, при необходимости, команды для

независимых от водителя действий (например, для экстренного торможения).

Дополнительно отметим, что в радаре используется DSP-контроллер TC10GP, разработанный фирмой Infineon Technologies на базе новой перспективной архитектуры Infineon TriCore™ Unified Processor [8, 9], сочетающей в одной микросхеме сигнальный процессор (DSP) и контроллер (MCU). DSP-контроллер TC10GP является универсальным для многих применений, в которых требуется цифровая обработка сигналов и выработка решений в виде команд для управления различными процессами. В TC10GP используется 32-разрядное ядро, обеспечивающее производительность 100 MIPS. Для DSP-контроллера TC10GP фирмой Infineon Technologies выпущено руководство пользователя [10].

Рассмотренные СВЧ микросхемы поставляются в виде чипов, а TC10GP — в корпусе P-FQFP с 208 выводами. Микросхемы могут применяться не только в системах радиосвязи и автомобильном радиолокаторе, но и в других устройствах.

Более подробно с рассмотренными и другими компонентами фирмы Infineon Technologies можно ознакомиться в сети Интернет по адресу: [www.infineon.com](http://www.infineon.com)

#### ЛИТЕРАТУРА:

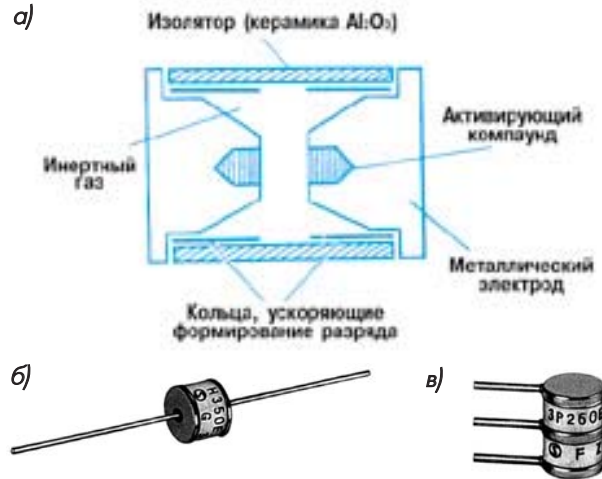
1. GaAs Products: For Today's and Tomorrow's Communication Challenges. — Infineon Technologies, 2000.
2. Гусева Л. Монолитные арсенид-галлиевые ИС // Электроника: НТБ, № 5, 2000.
3. Della Corte F., Wilkins B., RF Applications Drive Semiconductor Process Technology Choices // Applied Microwave & Wireless, Vol. 12, No. 7, July 2000.
4. Bindra A., IEDM Charts the Course for Future-Generation Semiconductor Devices // Electronic Design, December 18, 2000.
5. Алферов Ж.И. и др. Гетеропереход / Гетероструктура. — В кн.: Физическая энциклопедия. Т. 1. — М.: Сов. энциклопедия, 1988.
6. Зубарев Ю. Б. Концепция развития сетей кабельного телевидения и систем широкополосного беспроводного доступа типа MMDS, LMDS и MWS (MVDS) // Технологии и средства связи, № 6, 2000.
7. Preliminary Data Sheets: 24–32 GHz GaAs LNA MMIC; 24–27 GHz GaAs HPA MMIC; 27–31 GHz GaAs HPA MMIC; 24–27 GHz GaAs Mixer MMIC; 27–32 GHz GaAs Mixer MMIC; 24–28 GHz GaAs Doubler MMIC; 27–33 GHz GaAs Tripler MMIC; T625\_VCO2\_W; T626\_MPA2\_W; BAT 14-077D. — Infineon Technologies AG, 2000.
8. Infineon Technologies' Advance Information: TriCore — TC10GP General-Purpose Unified 32-Bit Microcontroller-DSP.
9. TriCore — the 32-bit real-time engine: Processor, controller and DSP in one CPU // Components, 1998, No. 4.
10. User's Manual: TC10GP. — Infineon Technologies, 2000 (Version 1.01).

# РАЗРЯДНИКИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

В системах проводной связи, распределенных системах мониторинга и управления, испытательном оборудовании на линии передачи данных могут воздействовать кратковременные импульсы перенапряжения, причиной возникновения которых являются грозовые разряды, наведенное электричество, случайно возникающие контакты с силовыми проводами и т. п. Для защиты оборудования и обслуживающего персонала от воздействия таких импульсов применяют различные устройства защиты и, в первую очередь, газовые разрядники, поскольку в нормальном режиме работы они не влияют на работу оборудования, а при срабатывании могут выдержать большие токи.

Фирма SUNTECH (Япония) выпускает широкий спектр устройств защиты для различной аппаратуры, отличающихся высокой надежностью и низкими ценами. Основным элементом этих устройств — газовый разрядник. Двухэлектродный разрядник (рис. а) представляет собой керамическую трубку, наполненную инертным газом. Электроды выполнены из специального сплава, выдерживающего большое число разрядов (до 400 при токе разряда 500 А). Активирующий компаунд не содержит радиоактивных веществ. Трехэлектродный разрядник — это два включенных последовательно двухэлектродных разрядника с выводом от средней точки.

Разрядники выпускаются в корпусах с гибкими выводами или без выводов, что позволяет производить быструю замену отказавшего разрядника. Фирма выпускает двухэлектродные разрядники (рис. б), предназначенные для защиты несимметричных линий, и трехэлектродные (рис. в) — для симметричных линий. Типовые размеры разрядников: диаметр 6.5-9 мм, длина 4.3-11.2 мм. Пробивное напряжение разрядников варьируется в диапазоне от 60 до 3600 В в зависимости



Конструкция разрядника (а), внешний вид двухэлектродного (б) и трехэлектродного (в) разрядников

от типа, для разрядника конкретного типа отношение максимального значения пробивного напряжения к минимальному составляет 1.5. Разрядники соответствуют рекомендациям ИТУ, по электромагнитной совместимости — требованиям стандарта UL1414. Максимальное значение емкости разрядников не превышает 2 пФ, минимальное значение сопротивления 10 ГОм, максимальный импульсный ток через разрядник при однократном воздействии разряда не менее 10 кА.

В таблице приведены параметры разрядников, поставляемых со склада НПФ VD MAIS.

Более детальную информацию о разрядниках фирмы SUNTECH можно получить в НПФ VD MAIS по тел.: (044) 227-1356.

Параметры разрядников фирмы SUNTECH

Название	Число электродов	Постоянное (100 В/с) пробивное напряжение, В	Макс. импульсное (1 В/нс) пробивное напряжение, В	Ном. импульсный (8/20 мкс) ток разряда, кА/кол-во разрядов	Ном. переменный ток разряда, А/кол-во периодов (50Гц)/разрядов (1 с)	Максимальное напряжение при протекании тока разряда, В	Макс. емкость, пФ
SRYN-145L *	2	116-174	500	10/1	69/9/-	70	1.5
SRYN-230-E *		184-276	650	10/10	20/-/10	150	1.5
SRYS-260-E *		210-310	800	10/10	20/-/10	150	1.5
SR3YN-230A-E	3	184-276	850	6/10	10/-/10	135	2.0
SR3YP-250A		200-300	550	10/1	65/9/-	150	2.0
SR3YP-400A		300-500	650	10/1	65/9/-	150	2.0

\* Безвыводное (SMD) исполнение.

## КАЛИБРОВКА И ПОВЕРКА КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ \*

Периодическая калибровка и поверка измерительных приборов позволяет поддерживать точность измерений на заданном уровне. Необходимость этих процедур обусловлена тем, что параметры измерительных приборов изменяются во времени или под воздействием влияющих факторов. Большинство прецизионных приборов сопровождается специальной таблицей нестабильности основных параметров, позволяющей регламентировать режимы и интервалы калибровки и поверки. Пример такой таблицы приведен ниже.



*Автономные и встраиваемые компьютеризированные измерительные приборы*

Практически все выпускаемые в настоящее время измерительные приборы компьютеризированы. Это могут быть (как показано на рисунке) автономные устройства, содержащие микропроцессор с памятью и стандартный интерфейс для сопряжения с компьютером, или встраиваемые в контроллер или компьютер измерительные модули. Как правило, автономные и встраиваемые измерительные приборы имеют режим автоматической самокалибровки. Калибровка осуществляется без участия оператора. Ее основное назначение — учесть влияние параметров окружающей сре-

ды: температуры, влажности, давления, электромагнитных полей и т. п. Отметим, что встраиваемые измерительные приборы применяются как в лабораторных условиях так и в условиях промышленного производства. Такие приборы должны сохранять свои параметры при перемещении из компьютера в контроллер или другой компьютер. С целью уменьшения влияния внешних факторов на характеристики встраиваемых приборов данные приборы должны иметь собственный экран, отдельное питание цифровых и аналоговых узлов, внутренний DC/DC преобразователь, температурный сенсор. Таким образом, внутренняя самокалибровка позволяет обеспечить максимальную точность измерения в условиях изменения параметров окружающей среды. Самокалибровка может выполняться перед каждым измерительным циклом или реже, в зависимости от условий эксплуатации.

Поверка высокоточных приборов выполняется не реже одного раза в год в сертифицированных метрологических лабораториях в соответствии с требованиями международных стандартов. Поверке подлежат прежде всего внутренние эталоны и передаточные характеристики измерительных приборов. Поверочное оборудование должно быть в 3-5 раз точнее поверяемых приборов. Длительность поверки, как правило, составляет несколько часов. Однако, разработанное в последнее время фирмами National Instruments и Fluke Corp. поверочное оборудование позволяет сократить процедуру поверки прецизионных приборов до 30 минут. Поверка измерительных приборов осуществляется в сертифицированных в соответствии с ISO 9000 лабораториях с помощью стандартной методики, изложенной в руководстве ISO Guide 25.

*Дополнительную информацию о калибровке и поверке измерительных приборов можно получить в сети Интернет по адресам: [www.ni.com/calibration](http://www.ni.com/calibration) и [www.ncslinternational.org](http://www.ncslinternational.org)*

### *Изменение погрешности вольтметра во времени и под воздействием влияющих факторов*

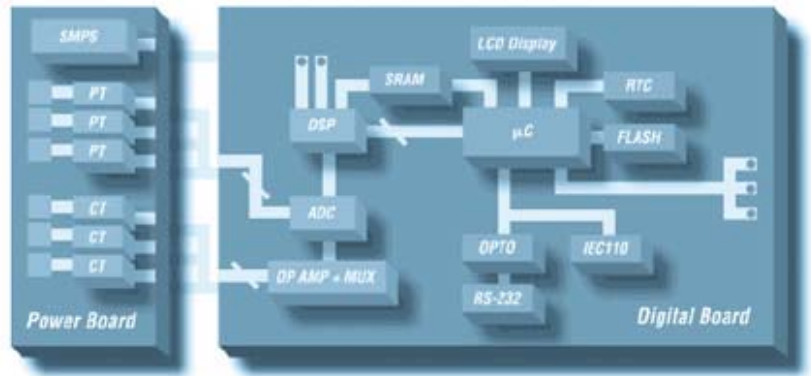
Диапазон измерения, В	Изменение погрешности во времени, %			Изменение погрешности на переменном токе, мкВ			Температурный коэффициент	
	24 часа	90 дней	1 год	10 Гц	50 Гц	60 Гц	%/°C	мкВ/°C
1.5	0.0146	0.0175	0.0205	28	117	141	0.0009	5
7.5	0.0152	0.0181	0.0211	21	71	106	0.0005	5
3.75	0.0164	0.0193	0.0223	14	30	42	0.0010	5
2.5	0.0066	0.0095	0.0125	5	17	24	0.0004	1
1.25	0.0072	0.0101	0.0131	3	12	18	0.0004	1
0.625	0.0084	0.0113	0.0143	2	6	11	0.0005	1

\* Ed Kruff, Paul Packebush, Calibration ensures accuracy. — IEEE SPECTRUM, November, 2000.

## ИМС СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Измерение расхода электро-энергии с высокой точностью — задача актуальная как для промышленных так и для бытовых счетчиков электроэнергии. При этом они должны работать в широком диапазоне температур, обладать высокой надежностью и иметь низкую цену. Всем этим требованиям отвечает продукция фирмы Analog Devices. ИМС семейства AD775x позволяют строить трехфазные и однофазные счетчики электроэнергии с широкими функциональными возможностями, такими как измерение активной мощности, определение направления передачи энергии, управление электромеханическими счетчиками или ЖК индикаторами, поддержка функции тарификации.

Фирма Analog Devices выпустила новый комплект ИМС ADSST-EM-3030 для построения трехфазных счетчиков класса 0.5, состоящий из цифрового сигнального процессора и микроконтроллера и получивший название SALEM™-3T. В этот комплект входит и программное обеспечение. Счетчик, построенный на базе этого комплекта, позволяет работать в трех- и четырехпроводных сетях переменного тока.



Структурная схема трехфазного счетчика SALEM™-3T

На рисунке показана структурная схема счетчика SALEM™-3T и его сопряжение с объектом измерения. Напряжения всех фаз через согласующие трансформаторы (PT) поступают на входы многоканального аналого-цифрового преобразователя (ADC). На другие входы АЦП через усилитель поступают сигналы с выходов трансформаторов тока (СТ). На выходе АЦП формируются коды, пропорциональные величине измеряемых напряжений и токов. Вся дальнейшая обработка осуществляется в цифровом виде. Определение всех характеристик измеряемых сигналов осуществляется в цифровом процессоре (DSP). Микро-

контроллер осуществляет связь DSP и периферийных устройств — ЖК индикатора и двух интерфейсов типа RS-232 и IEC110.

Программное обеспечение, совместимое с Windows, позволяет легко откалибровать счетчик, предоставляя пользователю удобный оконный интерфейс. Кроме того, программным путем осуществляется компенсация фазовых сдвигов, вносимых трансформаторами тока, и спектральный анализ состава измеряемого сигнала.

Основные параметры ИМС Analog Devices для построения счетчиков электроэнергии приведены в таблице.

Основные функциональные возможности счетчиков электроэнергии фирмы Analog Devices

Характеристики		AD7750	AD7751	AD7754	AD7755	AD7756	SALEM-3T
Количество фаз		1	1	3	1	1	3
Измеряемые параметры	Активная мощность	.	.	.	.	.	.
	Активная энергия	.	.	.	.	.	.
	Среднеквадратическое значение напряжения						.
	Среднеквадратическое значение тока						.
Тип датчика	Шунт	.	.		.	.	
	Трансформатор тока	.	.	.	.	.	.
Код мгновенной мощности						.	.
Формирование импульсов для поверки		.	.	.	.	.	.
Переход входного сигнала через "0"						.	
Определение направления передачи энергии		.	.		.		.
Интерфейс с электромеханическим счетчиком		.	.		.		
Последовательный интерфейс				.		.	.
Возможность тарификации				.		.	.