

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СИСТЕМЫ

2004 апрель
№ 4 (80)

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



Учредитель и издатель:
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА VD MAIS

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

Директор фирмы VD MAIS:
В.А. Давиденко

Главный редактор:
В.А. Романов

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

Технический редактор:
Г.Д. Местечкина

Набор:
С.А. Чернявская

Верстка:
М.А. Беспалый

Дизайн:
А.А. Чабан
С.А. Молокович

Адрес редакции:
Украина, Киев,
ул. Жилянская, 29
Тел.: (044) 227-2262, 227-1356
Факс: (044) 227-3668
E-mail: ekis@vdmals.kiev.ua
Интернет: www.vdmals.kiev.ua
Адрес для переписки:
Украина, 01033 Киев, а/я 942

Цветоделение и печать
ДП "Такі справи"
т./ф.: 456-9020
Подписано к печати 29.04.2004
Формат 60x84/8
Тираж 1000 экз.
Зак. № 404-154-0701

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

СЕНСОРЫ И ДАТЧИКИ

В. Голуб
Миниатюрные iMEMS акселерометры фирмы Analog Devices3
В. Романов, Т. Бедненко
Микроэлектронные биосенсоры семейства Spreeta4

МИКРОСХЕМЫ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКИ

Э. Комухаев
Современные тенденции развития ПЛИС и заказных БИС9

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

В. Охрименко
16-разрядные микроконтроллеры MSP430F15

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Микросхемы супервизоров21

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И СВЯЗЬ

В. Романов
Высокочастотные трансформаторы29

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Г. Местечкина
Интеллектуальные источники питания31

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

А. Мельниченко
Устройства защиты электронных систем автомобиля35

ПОВЕРХНОСТНЫЙ МОНТАЖ

А. Мельниченко
Перспективы развития методов сборки микросхем38
А. Мельниченко
Эволюция корпусов микросхем41

КОНКУРС "ЛУЧШАЯ РАЗРАБОТКА ГОДА"

В. Петренко, А. Цубин, Н. Гренишен, Л. Ковальчук
Измеритель относительной влажности и температуры воздуха ВВТ-143

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Оптимальное расположение выводов микроэлектронных ОУ позволяет минимизировать нелинейные искажения45
Быстродействующий ОУ с низким уровнем шумов и искажений46
Многоканальный цифровой изолятор для высоковольтного промышленного оборудования47
Радиационнотойкая статическая RAM-память47

ВЫСТАВКИ И СЕМИНАРЫ

ExpoElectronica-200448

SENSOR AND GAUGES**Analog Devices' Smallest iMEMS Accelerometers**3**Microelectronic Streeta Biosensors**4**FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY****FPGA and ASIC: Trends of Development**.....9**DSPs and MICROCONTROLLERS****MSP430F 16-bit Microcontrollers**15**THE ANALOG DEVICES SOLUTIONS BULLETIN****Supervisory Products**21**TELECOMMUNICATIONS****RF Transformers**.....29**POWER SUPPLIES****Smart Power Supplies**31**AUTOMOTIVE ELECTRONICS****Protect Automotive Electronics from Damage**35**SURFACE MOUNT TECHNOLOGY****Packaging Trends – Portable Applications**38**Forty-year Trend in IC Packaging**41**BEST DESIGN ANNUAL CONTEST****Relative Humidity and
Temperature Measuring Device BBT-1**43**NEWS BRIEFS****Improving Packaging & Layout
to Minimize Op Amp Distortion**45**New High Speed Amp**46**Multichannel Digital Isolators
for High Voltage Applications**47**A Static RAM Says Goodbye to Data Errors**.....47**EXHIBITIONS AND SEMINARS****ExpoElectronica-2004**48**ELECTRONIC
COMPONENTS
AND SYSTEMS**

April 2004

No 4 (80)

Monthly
Scientific and Technical
Journal**Founder and Publisher:**

Scientific-Production Firm

VD MAIS**Director**

V.A. Davidenko

Head Editor

V.A. Romanov

Editorial Board

V.A. Davidenko

V.V. Makarenko

V.R. Ohrimenko

Typographer

G.D. Mestechkina

Type and setting

S.A. Chernyavskaya

Layout

M.A. Bespaly

Design

A.A. Chaban

S.A. Molokovich

Address:

Zhilyanska St. 29, P.O. Box 942,

01033, Kyiv, Ukraine

Tel.:

(380-44) 227-2262

(380-44) 227-1356

Fax:

(380-44) 227-3668

E-mail:

ekis@vdmairs.kiev.ua

Web address:

www.vdmairs.kiev.ua

Printed in Ukraine

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

МИНИАТЮРНЫЕ *i*MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРЫ ФИРМЫ ANALOG DEVICES

Описываются новые ИМС ADXL320 и ADXL321 – миниатюрные акселерометры фирмы Analog Devices.

В. Голуб

В № 12/2003 журнала ЭКиС опубликована обзорная статья [1] об акселерометрах фирмы Analog Devices, разработанных и выпускаемых на базе *i*MEMS[®] технологии, в которой сочетаются современные достижения микроэлектромеханики и микроэлектроники [2]. Фирма непрерывно совершенствует свою продукцию, разрабатывая новые ИМС, отличающиеся более высокими техническими характеристиками. Одно из направлений – уменьшение габаритов ИМС. В конце января 2004 года фирма Analog Devices презентовала новую серию акселерометров ADXL32x и ее первые две ИМС – ADXL320 и ADXL321 [2-4], отличающиеся чрезвычайно малыми размерами – 4×4×1.45 мм. Но это не является пределом. Фирма продолжает работать над дальнейшим снижением размеров до 2×2×0.9 мм.

Акселерометры ADXL320 и ADXL321 – двухосевые, диапазоны измеряемых ускорений составляют ±5 и ±10 g соответственно. Они выполнены в корпусе LFCSP (рис. 1) с выводами заподлицо, что дополнительно уменьшает размеры устройств, в которых монтируются ИМС. Новые акселерометры отличаются также низким потреблением и повышенным разрешением. Аналогом ИМС ADXL321 является ADXL210E – двухосевой акселерометр с диапазоном измеряемых ускорений ±10 g. Аналога ИМС ADXL320 с двумя осями и диапазоном ±5 g не существует [4]. В таблице приведены параметры рассматриваемых акселерометров, а также, для сравнения, других двухосевых акселерометров, рассчитанных на те же (или близкие по величине) измеряемые ускорения.

На рис. 2 показан фрагмент микроэлектромеханической части акселерометра [2]. На переднем плане – одна из четырех пружинных подвесок плоского сердечника, на который воздействуют силы инерции и тяготения. Подвеска имеет две секции, одна из которых "работает" вдоль продольной оси акселерометра, другая – вдоль поперечной. Справа и сле-

ва видны многосекционные дифференциальные конденсаторы, одни пластины которых закреплены на сердечнике и вместе с ним являются подвижными, а другие неподвижны относительно корпуса ИМС. Один из конденсаторов разбалансируется при смещении сердечника вдоль продольной оси, другой – при смещении вдоль поперечной. Подробное описание работы акселерометра и его микроэлектромеханической части дано в [1].

Акселерометры ADXL320 и ADXL321 отличаются малыми габаритами, низким потреблением, низкой ценой и высокой надежностью [4]. Они предназначены для мобильных телефонов, "карманных" компьютеров (PDA) и других портативных приборов, которые должны быть устойчивыми к внешним механическим воздействиям. Акселерометры предназначены также для дисководов CD и DVD, используемых, например, в автомобильной аудио- и видеоаппаратуре, дисководов для ноутбуков и др., которые должны иметь защиту от ударов, сотря-

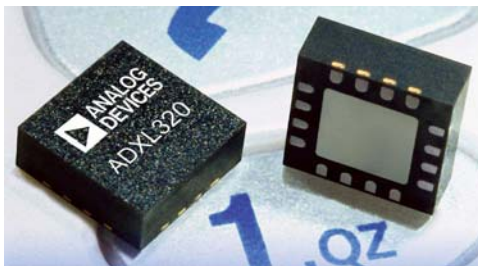


Рис. 1. Внешний вид акселерометра ADXL320 (ADXL321) в корпусе LFCSP

сений и вибраций. Примером применения акселерометров являются ThinkPad[®] ноутбуки фирмы IBM. Фирма выпускает ноутбуки четырех серий – R, T, X и G, в двух из которых, R и T, используется новая система защиты – IBM Active Protection System [4-7]. Система срабатывает при резких перемещениях или свободном падении ноутбука и быстро производит предохранительную "упаковку" магнитной головки дисковода. В первом случае вырабатывается сигнал, обусловленный ускоренным движением, а в другом, наоборот, – состоянием невесомости при падении, когда исчезает воздействие ускорения тяготения на акселерометр.

Вместе с тем, ИМС ADXL320 и ADXL321 могут применяться для тех же целей, что и другие акселерометры, – измерения линейных и угловых ускорений в навигационных системах, ускорений при ударах и вибрациях испытываемого оборудования, углов наклона пе-

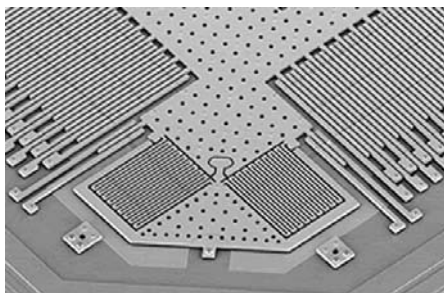


Рис. 2. Фрагмент микроэлектромеханической части акселерометра

Новые акселерометры и их ближайшие аналоги

Параметры	ИМС				
	ADXL202E	ADXL311	ADXL320	ADXL210E	ADXL321
Количество осей	2				
Диапазон измеряемых ускорений, g	±2		±5	±10	
Разрешение, мг	5		2	10	2
Полоса частот, кГц	6		2.5	6	2.5
Напряжение питания, В	2.7 ... 5			3 ... 5	2.7 ... 5
Ток потребления, мА	0.5	0.4	0.45	0.6	0.45
Тип корпуса	8-LCC		LFCSF	8-LCC	LFCSF

ремещающихся объектов и строительных конструкций и др.

Дополнительную информацию об акселерометрах фирмы Analog Devices и других ИМС можно получить в офисе фирмы VD MAIS, являющейся авторизованным дистрибьютором Analog Devices в Украине, а также на Web-сайте по адресу: www.analog.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. Голуб В. Акселерометры фирмы Analog Devices // ЭКИС. – Киев: VD MAIS, № 12, 2003.
2. Analog Devices' MEMS Technology: iMEMS Ac-

celerometers, 2004; ADXL320, 2004; ADXL321, 2004.

3. Analog Devices' Technical Support: Accelerometer Product Family, 2004.

4. Analog Devices' News Releases: Analog Devices' MEMS Accelerometers Help Prevent Information Loss in

New Hard Drive Protection Technology, December 17, 2003; Analog Devices' Enables New Features in Consumer Applications with Industry's Smallest MEMS Accelerometers, January 27, 2004 (www.analog.com).

5. ThinkPad notebooks from IBM – United States (www-132.ibm.com).

6. ThinkPad notebooks: IBM Active Protection System.

7. Портативные компьютеры фирмы IBM сохраняют данные, даже если их роняют на пол // ЭКИС. – Киев: VD MAIS, № 2, 2004.

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ БИОСЕНСОРЫ СЕМЕЙСТВА SPREETA

Биосенсоры семейства Spreeta построены на основе эффекта поверхностного плазменного резонанса и предназначены для создания портативных диагностических приборов, позволяющих проводить экспресс-анализ качества пищевых продуктов и сырья для их производства, качества воды и других напитков, выявлять патогенные вирусы в очагах эпидемий, в условиях биологической войны или экологических катастроф. Особенности биосенсоров этого семейства рассмотрены в настоящей публикации.

В. Романов, Т. Бедненко

В микроэлектронных биосенсорах семейства Spreeta производства фирмы Texas Instruments использован эффект поверхностного плазменного резонанса (ППР) [1]. Суть явления ППР заключается в следующем [2]. Если свет проходит через прозрачную среду 1 (как показано на рис. 1) с относительно большим коэффициентом преломления (например, через стеклянную призму) и падает под определенным углом (большим, чем угол полного внутреннего отражения) на тонкую золотую или серебряную пленку 2 (толщина пленки должна составлять не более 200 нм), которая нанесена на поверхность призмы, то часть света проникает в металл и распространяется в нем в виде быстро затухающих электромагнитных волн 4. Последние возбуждают свободные электроны в металлической пленке (электронную плазму). В этой плазме возникают поверхностные плазмоны, если выполняются следующие условия:

- свет должен быть поляризован
- в результате поляризации электрический вектор

света должен находиться в плоскости его падения, а магнитный – быть параллельным поверхности металлической пленки

- проекция k_x волнового вектора k фотонов света

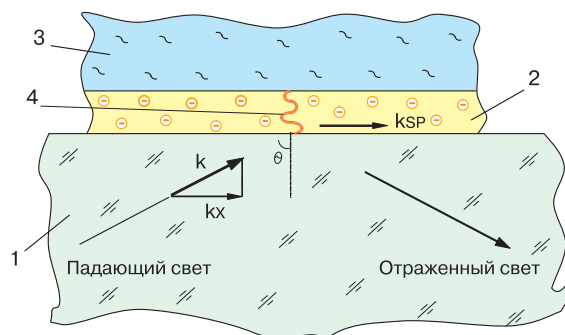


Рис. 1. Оптическая схема, демонстрирующая эффект ППР (1 – прозрачная среда с высоким коэффициентом преломления, 2 – тонкая металлическая пленка, 3 – исследуемое вещество)

на плоскость пленки должна быть приблизительно равной волновому вектору k_{SP} поверхностного плазмона.

Если перечисленные условия выполняются, то значительная часть энергии света преобразуется в энергию плазмонов, и интенсивность отраженного от металлической пленки света резко падает. Это явление и получило название "поверхностный плазменный резонанс". Типовая кривая ППР, т. е. кривая интенсивности (I) отраженного металлической пленкой света приведена на рис. 2.

В начале 70-х годов прошлого столетия эффект ППР начали использовать для построения высокочувствительных биосенсоров. В таких биосенсорах на поверхность металлической пленки (золотой или серебряной) наносится специальное вещество, называ-

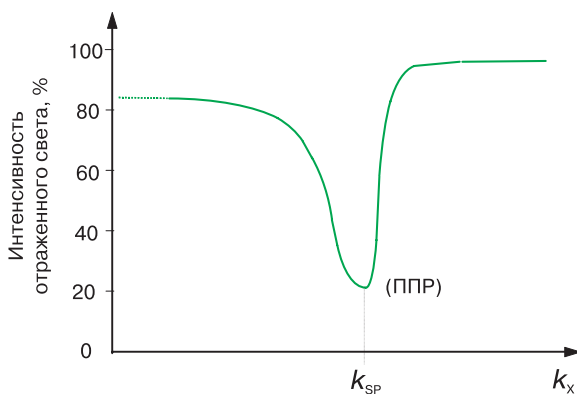


Рис. 2. Типовая кривая эффекта ППР

следуемого вещества связываются с молекулами лиганда, минимум на кривой ППР смещается. Величина этого смещения пропорциональна концентрации (или массе) исследуемого вещества.

Биосенсоры на основе ППР обладают высокой чувствительностью и большим быстродействием, что позволяет в реальном масштабе времени определять наличие патогенных вирусов, контролировать концентра-

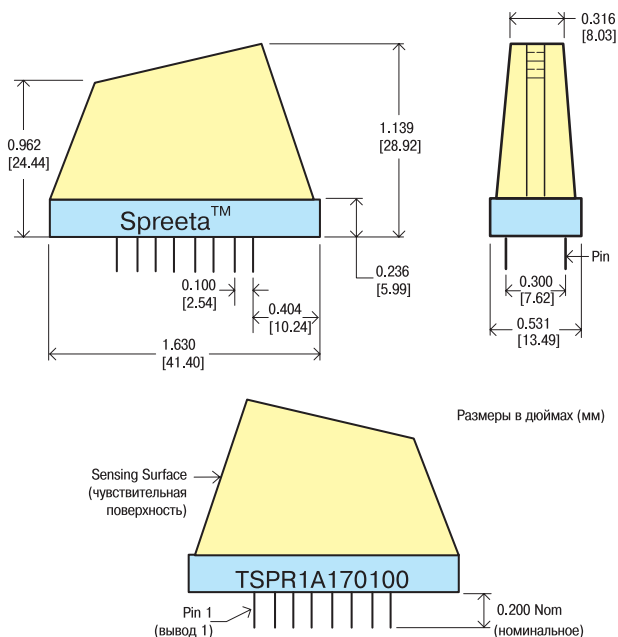


Рис. 4. Внешний вид биосенсора семейства Spreeta

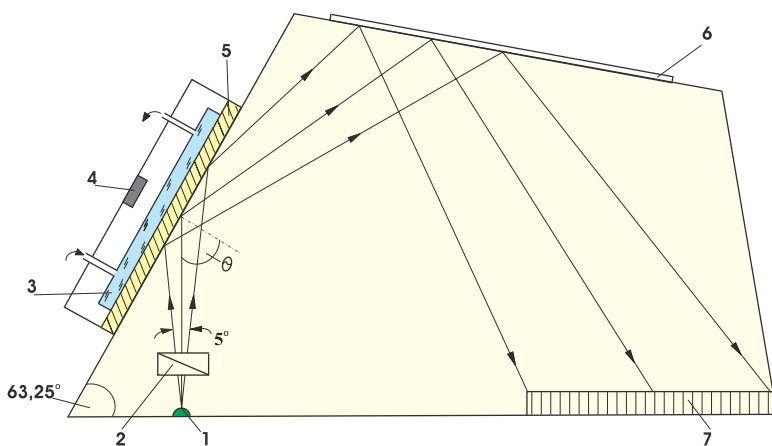


Рис. 3. Оптическая схема биосенсора семейства Spreeta (1 – инфракрасный светодиод, 2 – поляризатор, 3 – пробоотборник, 4 – термистор, 5 – металлическая пленка с лигандом на поверхности, 6 – зеркало, 7 – линейка из 128 фотодетекторов)

емое лигандом, которое обладает свойством присоединять к себе молекулы исследуемого вещества (находящегося в воздухе или жидкости), концентрацию которого необходимо измерить. Когда молекулы ис-

цию различных ингредиентов в воде, молоке, пиве, вине и других напитках, определять концентрацию вредных выбросов в атмосфере жилых и промышленных зон.

Использование микроэлектронных технологий позволило упростить и удешевить конструкцию биосенсоров на основе ППР. Одним из примеров реализации микроэлектронных биосенсоров на основе ППР является семейство Spreeta фирмы Texas Instruments. Оптическая схема биосенсора Spreeta приведена на рис. 3, а его конструктивное исполнение – на рис. 4, причем расположение выводов биосенсора соответствует стандартному DIP-корпусу. Структурная электрическая схема биосенсора представлена на рис. 5, а временная диаграмма работы – на рис. 6. Биосенсор включает в себя светодиод (LED), поляризатор, линейку из

128 фотодетекторов (Pixel Detector), 128-разрядный сдвигающий регистр (Shift Register) и перепрограммируемую EEPROM-память объемом 4К с последовательным I²C-интерфейсом. На поверхности призмы

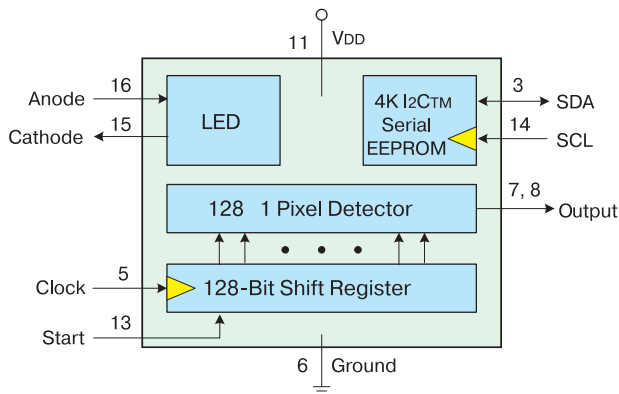


Рис. 5. Структурная схема биосенсора семейства Spreeta

биосенсора имеется золотая пленка, на которую наносится исследуемое вещество 3, как показано на рис. 1 [3]. Как следует из диаграммы (рис. 6), тактовые импульсы (Master Clock) инициализируют стартовый (Start) импульс. Этот импульс запускает цикл начальной установки (Reset Cycle), который продолжается в течение следования первых 18 тактовых импульсов, после чего начинается цикл измерения (Measuring). С каждым тактовым импульсом с выхода 7, 8 биосенсора снимается напряжение одного из 128 фотодетекторов, которое может находиться в диапазоне от 100 мВ (при выключенном светодиоде) до 3 В. Матрица фотодетекторов (выполненных на основе ПЗС-структур) фиксирует интенсивность отраженного от золотой пленки света в заданном диапазоне углов ППР (θ).

Таким образом, биосенсор семейства Spreeta выполняет в реальном масштабе времени мониторинг изменения коэффициента преломления (refractive index) тонкой пленки, которая контактирует с чувствительным слоем, нанесенным на ее поверхность. Электромагнитное поле, которое создается на поверхности пленки, убывает экспоненциально в направлении, перпендикулярном к ее поверхности, и на расстоянии 200 нм составляет всего одну треть максимальной интенсивности. Из этого следует, что сенсор на основе ППР имеет высокую чувствительность на расстоянии от поверхности пленки не более чем 200 нм и практически полностью теряет чувствительность, если молекулы исследуемого вещества находятся от поверхности сенсора на расстоянии более чем 300 нм. Это означает, что частицы, размеры которых в диаметре превосходят

1 мкм, находятся вне пределов чувствительности биосенсора на основе ППР. Следует отметить, что под чувствительностью такого сенсора понимается минимальное изменение коэффициента преломления (которое еще может быть зарегистрировано) на единицу измерения ППР-угла. На рис. 7 показаны положения минимумов коэффициента преломления для воды (правая кривая) и для максимального сдвига (левая кривая). Фактически, по величине этого сдвига можно судить о концентрации или массе исследуемого вещества. Алгоритм вычисления концентрации (или массы) вещества заложен в отладочный комплект, поставляемый фирмой Texas Instruments. С выхода биосенсора снимается грубое значение коэффициента преломления, определяемое с точностью до одного пиксела. Количество пикселов равно количеству встроенных в биосенсор фотодетекторов и составляет в нашем случае 128. В составе отладочного комплекта имеется 12-разрядный АЦП, который повышает

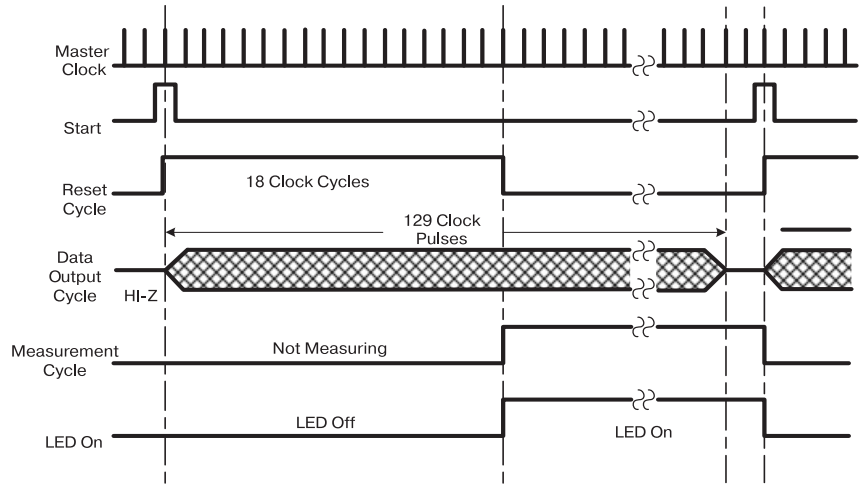


Рис. 6. Временная диаграмма работы биосенсора семейства Spreeta

ет чувствительность измерения в 2^{12} раз. Номер пиксела соответствует конкретному коэффициенту преломления и характеризуется зависимостью, приведенной на рис. 8. Однако для сравнения различных биосенсоров

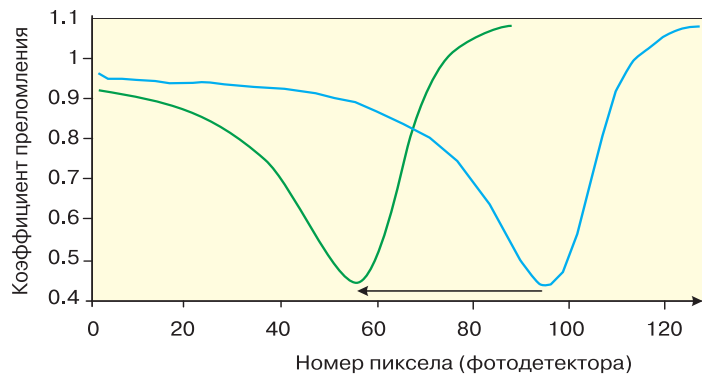


Рис. 7. Положения минимумов коэффициента преломления

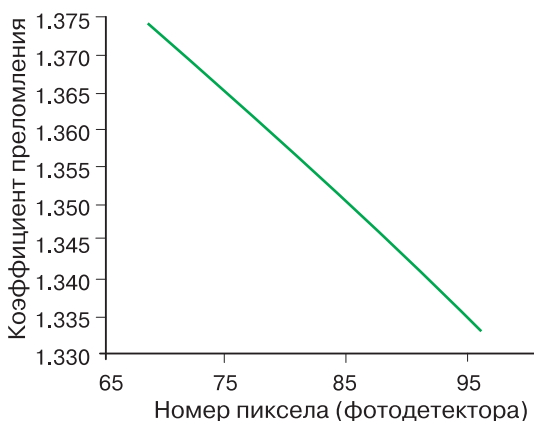


Рис. 8. Зависимость коэффициента преломления от номера пиксела (фотодетектора)

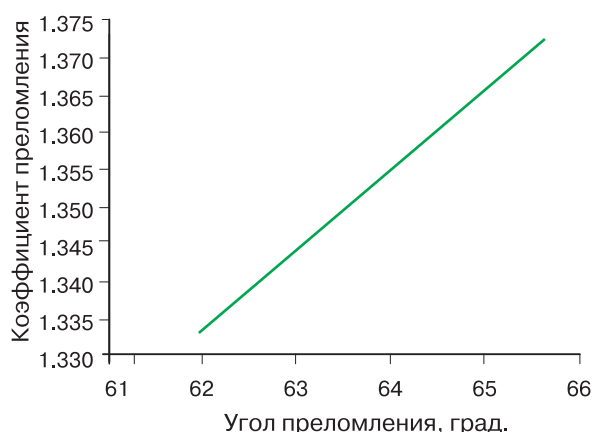


Рис. 9. Зависимость коэффициента преломления от угла преломления

Эксплуатационные параметры биосенсоров семейства Spreeta

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра		
		мин.	номинальное	макс.
Напряжение питания, V_{DD}	В	4.5	5.0	5.5
Входное напряжение высокого уровня, V_{IH}	В	$V_{DD} \times 0.7$	—	—
Входное напряжение низкого уровня, V_{IL}	В	0	—	$V_{DD} \times 0.3$
Цикл измерения				
Ток через светодиод, I_{PK}	мА	20	—	270
Напряжение на светодиоде при токе через него 20 мА	В	—	—	1.7
Средняя мощность рассеяния, P_D	мВт	—	—	50
Время установки Start-импульса, t_{SS}	нс	0	—	длительность Start-импульса
Длительность Start-импульса	нс	20	—	—
Тактовая частота, f_{clock}	кГц	5	25	2000
Размеры чувствительной поверхности	мм	—	14×1	—
Диапазон рабочих температур	°С	0	—	70
Диапазон температур хранения	°С	-25	—	85
Диапазон измерения коэффициента преломления	RIU	1320	—	1368
Чувствительность (по показателю преломления, зависит от разрядности АЦП)	RIU	—	5×10^{-6}	—

осенсоров на основе ППР целесообразно определять чувствительность не в пикселах, а в углах преломления. Такая зависимость для биосенсора семейства Spreeta приведена на рис. 9. Крутизна этой зависимости характеризует чувствительность данного биосен-

сора, которая в нашем случае равна 11×10^{-3} RIU/градус, где RIU – Refractive Index Unit или коэффициент преломления. Таким образом, как уже отмечалось выше, биосенсоры на основе ППР измеряют не массу вещества, а изменение коэффициента преломления (которое в свою очередь связано известной зависимостью с массой исследуемого вещества). Номинальная чувствительность (по коэффициенту преломления) биосенсоров семейства Spreeta составляет 5×10^{-6} RIU, что в пересчете на массу исследуемого вещества составляет единицы пикограмм на мм².

ЛИТЕРАТУРА:

1. www.ti.com/speeta
2. Платцман Ф., Вольф П. Волны и взаимодействия в плазме твердого тела. – М.: Мир, 1975.
3. Романов В. Микроэлектронные биосенсорные системы//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 3.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ
ПОСТОЯННЫЕ РУБРИКИ



СПРАВОЧНИК
ТЕМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



ЖУРНАЛ ЭК



КОМПЛЕКТ ЖУРНАЛОВ ЭК – ЭТО:

- Современная энциклопедия по выбору и применению компонентов
- Выбор поставщиков электронных компонентов
- Актуальная информация о российском и мировом рынке электроники

ЭК12' 2004	ЭК11' 2004	ЭК10' 2004	ЭК9' 2004	ЭК8' 2004	ЭК7' 2004	ЭК6' 2004	ЭК5' 2004	ЭК4' 2004	ЭК3' 2004	ЭК2' 2004	ЭК1' 2004	ЭК9' 2003	ЭК8' 2003	ЭК7' 2003	ЭК6' 2003	ЭК5' 2003	ЭК4' 2003	ЭК3' 2003	ЭК2' 2003	ЭК1' 2003
				Датчики	Микроконтроллеры, микропроцессоры, DSP	Силовая электроника, источники питания	Компоненты беспроводных систем	Компоненты систем идентификации и систем безопасности	Память	ЦАП/АЦП	ЖЭР	Контрактное производство	Печатные платы	Реле	Источники питания	Компоненты беспроводных систем	DSP	Дисплеи	Датчики	Соединители

ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ВЫПУЩЕННЫМИ НОМЕРАМИ на сайте издательства www.elcp.ru

ПОДПИШИТЕСЬ НА ЖУРНАЛ:

- по каталогу «Роспечать»: 47298 – для РФ, 47546 – для других стран
- по Объединенному каталогу «Пресса России»: 39459
- на сайте издательства
- в редакции

Адрес издательства:
109044, Москва, а/я 14
Тел.: (095) 741-7701
факс: (095) 741-7702

E-mail: elecom@ecomp.ru
www.elcp.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПЛИС И ЗАКАЗНЫХ БИС *

Современные ПЛИС типа FPGA не только находят широкое применение в средствах информатики и вычислительной техники, но и являются прототипами при проектировании новых заказных БИС. Обе тенденции рассматриваются в настоящей публикации.

Э. Комухаев

Современные высокоинтегрированные кристаллы ПЛИС типа FPGA (Field Programmable Gate Array) содержат кроме матриц вентилях мощную встроенную память, трансиверы и микропроцессоры. Благодаря такому расширению ресурсов ПЛИС FPGA последние все чаще становятся прототипами новых ИМС типа ASIC (Application Specific Integrated Circuit). Обычно ИМС типа ASIC (заказные БИС) отличаются высокой стоимостью проектирования, длительным циклом разработки, малым выходом числа годных микросхем. Фирма Xilinx, предлагая свои семейства ИМС ASIC на базе прототипов ПЛИС FPGA, обеспечивает снижение стоимости проектов и сроков разработки на 25-80 %, т. е. вместо 30-40 недель, затрачиваемых на создание типовых заказных БИС, проектирование на основе прототипов ПЛИС может быть выполнено за 8-10 недель [1].

Разработка новых технологий изготовления ИМС типа ASIC и FPGA вызвала существенное перераспределение областей их внедрения. В [2] приведены зоны альтернативного и безальтернативного внедрения ИМС ASIC и FPGA. Это распределение представлено на рис. 1, в нем количество внедрений ставится в зависимость от сложности проекта, в основном, эквивалентной числу логических элементов в ИМС. Первая зона (1, рис. 1) отражает приоритетность использования ПЛИС FPGA при небольшой сложности проектов, вторая зона (2) отражает область альтернативного использования ПЛИС FPGA или ИМС ASIC при средней сложности проектов, третья зона (3) – область приоритетного использования ИМС ASIC для реализации проектов высокой сложности. Из ИМС типа ASIC в настоящее время выделяют ИМС ASSP

(Application Specific Standard Product), которые имеют общее стандартное ядро. По оценкам компании Dataquest в 1999 году около 17 % всех проданных микросхем относились к ИМС типа ASSP. В [1] приведены данные сравнения типовых ИМС ASSP с программируемыми ИМС ASSP на основе ПЛИС FPGA, подтверждающие преимущества программируемых ИМС ASSP. Для реализации программируемых ИМС ASSP используются ядра стандартных функций ПЛИС FPGA [1, 2], в том числе функций быстрого преобразования Фурье, функций декодера Витерби и др. В табл. 1, 4, 7 даны параметры микросхем ASIC, ASSP, разработанных на основе ПЛИС FPGA фирм Altera и Xilinx. В табл. 2, 3, 5,

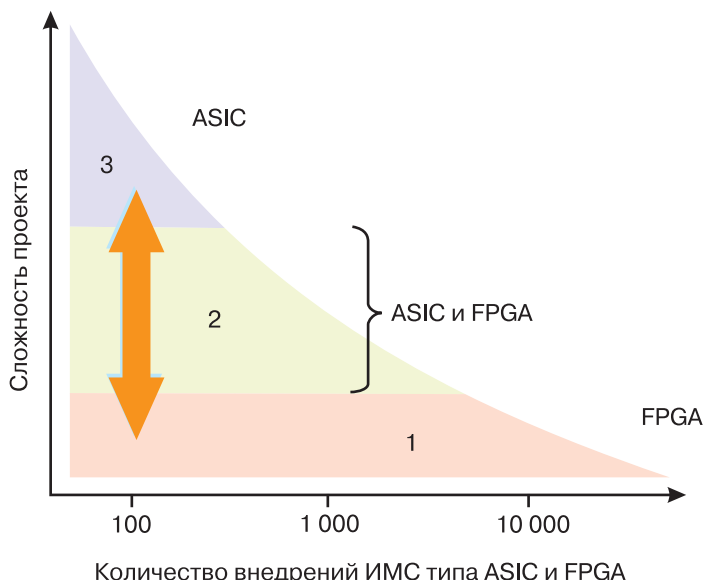


Рис. 1. Зависимость использования заказных БИС и ПЛИС от сложности проекта

Таблица 1. Параметры ИМС типа ASIC семейства Hard Copy Stratix

Тип ИМС	Тип корпуса	Число контактов ввода/вывода	Напряжение питания, В	Число логических элементов	Объем RAM-памяти, бит	Число блоков DSP
HC1S25	672-BGA	473	1.5	25 660	1 944 576	10
HC1S30	780-BGA	597	1.5	32 470	2 137 536	12
HC1S40	780-BGA	615	1.5	41 250	2 244 096	14
HC1S60	1020-BGA	773	1.5	57 120	5 215 104	18
HC1S80	1020-BGA	773	1.5	79 040	5 658 048	22

* Прим. редакции: статья публикуется в сокращенном виде.

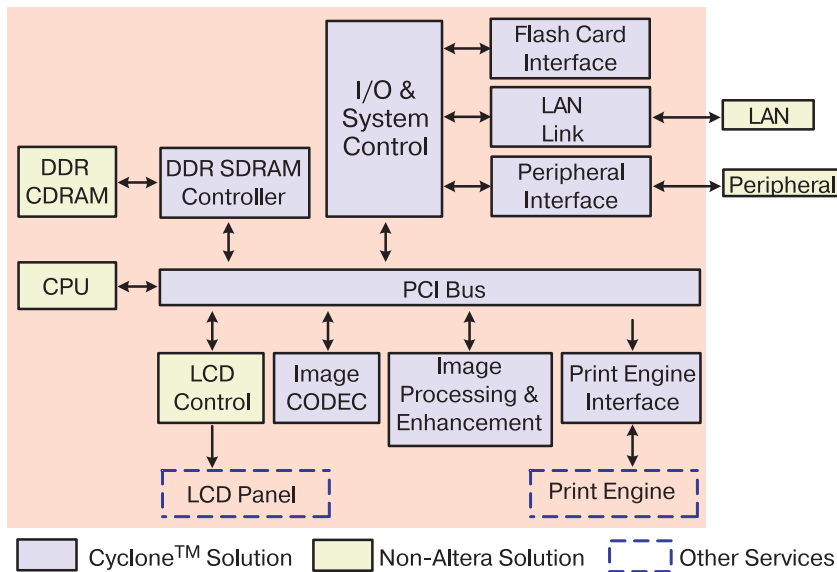


Рис. 2. Функциональная схема управления принтера, реализованная на основе ПЛИС

6, 9 приведены параметры FPGA, которые успешно конкурируют с соответствующими семействами типовых ИМС ASIC и ASSP.

Представляет интерес остановиться на особенностях новых ИМС типа FPGA и ASIC фирм Altera и Xilinx.

В составе ИМС фирмы Altera имеются:

- семейства ПЛИС FPGA (Stratix, Cyclone, Stratix GX, APEXII, APEX 20K, Mercury, FLEX 10K, ACEX 1K, FLEX 6000)
- 2 семейства ИМС ASIC на базе прототипов FPGA (Hard Copy Stratix, Hard Copy APEX 20K)
- 2 семейства ИМС CPLD (MAX 3000A, MAX 7000).

Среди новых разработок ИМС типа ASIC – семейства Hard Copy Stratix (табл. 1). Достоинствами этих

ИМС являются сравнительно небольшой срок проектирования (18-20 недель), уменьшение размеров по сравнению с прототипом FPGA (табл. 2) на 60-70 %, повышение быстродействия примерно на 50 %, уменьшение потребляемой мощности на 40 %.

Отметим, что микросхемы данного семейства и семейства FPGA типа Stratix выполнены по технологии 0.13 мкм с использованием медных соединений вместо алюминиевых.

До конца 2004 года намечен выпуск шести микросхем нового семейства FPGA типа Stratix II, выполненного по технологии 0.09 мкм с повышенным быстродействием по сравнению с FPGA типа Stratix.

В качестве альтернативы или замены ИМС ASIC и ASSP фирма Altera предлагает семейства ПЛИС FPGA типа Cyclone и Mercury. Их параметры представлены в табл. 3 и 4.

В [2] приведены данные о ценовых преимуществах ПЛИС FPGA типа Cyclone перед ПЛИС FPGA с меньшей степенью интеграции. 1000 логических элементов (LE) в составе ПЛИС FPGA FLEX6000, содержащей 1960 LE, стоят – \$ 6, соответственно для ПЛИС FPGA ACEX, содержащей 4992 LE, – \$ 4, зато для ПЛИС FPGA Cyclone, содержащей 20 060 LE, – \$ 1.5. Пример внедрения ПЛИС FPGA типа Cyclone в устройства лазерных принтеров с цветовой печатью приведен на рис. 2, где выделены наименования девяти узлов схемы управления принтера, реализованных на базе этих ПЛИС.

Таблица 2. Параметры семейства FPGA типа Stratix

Тип ИМС	Тип корпуса	Число контактов ввода/вывода	Напряж. питания, В	Число логических элементов	Объем RAM-памяти, бит	Число блоков DSP
EP1S10	484-BGA, 672-BGA, 780-BGA	335, 345, 345, 426	1.5	10 570	920 448	6
EP1S20	484-BGA, 672-BGA, 780-BGA	361, 426, 426, 586	1.5	18 460	1 669 248	10
EP1S25	672-BGA, 672-BGA, 780-BGA, 1020-BGA	473, 473, 597, 706	1.5	25 660	1 944 576	10
EP1S30	780-BGA, 956-BGA, 1020-BGA	589, 683, 726	1.5	32 470	3 317 184	12
EP1S40	780-BGA, 956-BGA, 1020-BGA, 1508-BGA	615, 683, 773, 822	1.5	41 250	3 423 744	14
EP1S60	956-BGA, 1020-BGA, 1508-BGA	683, 773, 1022	1.5	57 120	5 215 104	18
EP1S80	956-BGA, 1020-BGA, 1508-BGA	683, 773, 1022	1.5	79 040	7 427 520	20

Таблица 3. Параметры семейства FPGA типа Cyclone

Тип ИМС	Тип корпуса	Число контактов ввода/вывода	Напряжение питания, В	Число логических элементов	Объем RAM-памяти, бит
EP1C3	100-TQFP, 144-TQFP	65, 104	1.5	2910	59 904
EP1C4	324-BGA, 400-BGA	249, 301	1.5	4000	78 336
EP1C6	144-TQFP, 240-PQFP, 256-BGA	98, 185, 185	1.5	5980	92 160
EP1C12	240-PQFP, 256-BGA, 324-BGA	173, 185, 249	1.5	12 060	239 616
EP1C20	324-BGA, 400-BGA	233, 301	1.5	20 060	294 962

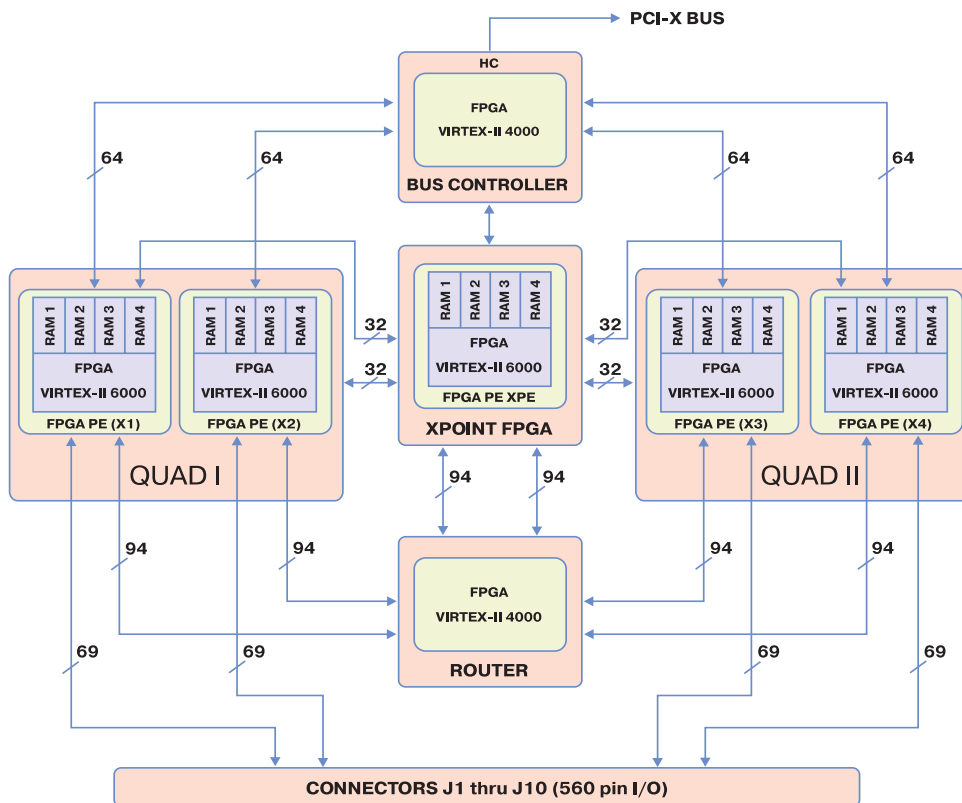


Рис. 3. Структурная схема модуля сопроцессора математической обработки типа HC-36

Микросхемы семейства Mercury состоят из трансивера (ИМС ASSP) и ядра (ПЛИС FPGA). Трансивер обеспечивают скорость передачи данных 1.25 Гбит/с, поддерживая протоколы SONET, Gigabit Ethernet, Rapid I/O, IEEE1394 и Fibre Channel, а также интерфейсы LVDS, LVPECL, PCML.

Фирма Xilinx, лидирующий производитель, обеспечивший в 2002-2003 гг. 47-49 % мировых продаж ПЛИС, разработала ряд новых семейств FPGA, ASSP, ASIC и анонсировала [1] выпуск в 2004 г. построенных на базе Virtex-II и Virtex-II Pro комплексных продуктов:

- Virtex-II Series EasyPath и Virtex-II Pro Series EasyPath, имеющих цикл проектирования 9-10 недель вместо 30-40 недель для проектирования традиционных ПЛИС ASIC, и обеспечивающих снижение стоимости на 25-80 % в сравнении с соответствующими ПЛИС типа FPGA
- ASMBL (Application Specific Modular Block) с новой архитектурой ASSP

- XBlue – вариант ИМС ASIC со встроенными блоками ПЛИС FPGA, созданных совместно с фирмой IBM.

На рис. 3 представлена структурная схема модуля сопроцессора математической обработки типа HC-36, построенного на базе ПЛИС типа Virtex-II, который подключается к ПК или рабочей станции через стандартный слот PCI-X.

Параметры нового семейства ПЛИС FPGA Spartan-3, выполненного по технологии 0.09 мкм, приведены в табл. 5.

Микросхемы семейства Spartan-3 включают программируемые функциональные узлы пяти типов:

- конфигурируемые логические блоки (в количестве 192 для микросхемы минимальной интеграции XC3S50 и, соответственно, 8320 для микросхемы максимальной интеграции XC3S5000)
- средства ввода/вывода, обеспечивающие работу согласно стандартам PCI 32/33, PCI 64/33

Таблица 4. Параметры ИМС ASIC, ASSP, разработанных на основе ПЛИС FPGA

Тип ИМС	Тип корпуса	Число контактов ввода/вывода	Напряжение питания, В	Число логических элементов	Объем RAM-памяти, бит	Число каналов трансиверов
EP1LM120	484-BGA	303	1.8	4800	49 152	8
EP1LM350	780-BGA	486	1.8	14400	114 688	18

Таблица 5. Параметры семейства FPGA типа Spartan-3 фирмы Xilinx

Тип микросхемы	Число системных вентиляей, логических ячеек	Распределенная память, кбит	Блочная память, кбит	Число умножителей	Число модулей управления синхрон. (DCM)	Число выводов для пользователя, дифф. выводов	Начало выпуска
XC3C50	50 К, 1728	12	72	4	2	124, 56	2003 г.
XC3C200	200 К, 4320	30	216	12	4	173, 76	2003 г.
XC3C400	400 К, 8064	56	288	16	4	264, 116	2003 г.
XC3C1000	1 М, 17 280	120	432	24	4	391, 175	2003 г.
XC3C1500	1.5 М, 29 952	208	576	32	4	487, 221	2004 г.
XC3C2000	2 М, 46 080	320	720	40	4	565, 270	2004 г.
XC3C4000	4 М, 62 208	432	1728	96	4	712, 312	2004 г.
XC3C5000	5 М, 74 880	520	7872	104	4	784, 344	2004 г.

Таблица 6. Параметры семейств FPGA типа Virtex-II Pro, Virtex-II Pro X фирмы Xilinx

Тип микросхемы	Число логических ячеек	Число блоков Power PC	Число блоков трансиверов		Число умножителей 18×18 бит	Объем блочной памяти, кбит	Распр. память, кбит	Число модулей управления синхронизацией (DCM)	Макс. число выводов для пользователя
			Rocket/O	Rocket/OX					
XC2VP2	9168	0	4	0	12	216	44	4	204
XC2VP4	6768	1	4	0	28	504	94	4	348
XC2VP7	11 088	1	8	0	44	792	154	4	396
XC2VP20	20 880	2	8	0	88	1584	290	8	564
XC2VP30	30 816	2	8	0	136	2448	428	8	644
XC2VP40	43 632	2	0/12	0	192	3456	606	8	804
XC2VP50	53 136	2	0/16	0	232	4176	738	8	852
XC2VP70	74 448	2	16/20	0	328	5904	1034	8	996
XC2VP100	99 216	2	0/20	0	444	7992	1376	12	1164
XC2VP125	125 136	4	0/20/24	0	556	10 008	1738	12	1200
XC2VPX20	22 032	1	0	8	88	1584	306	8	536
XC2VPX70	74 448	2	0	20	308	5544	1034	8	996

- блочную память (из блоков по 18 кбит)
- умножители двух 18-разрядных чисел
- блоки управления и синхронизации для обеспечения задержек, сдвигов, деления и умножения тактовых сигналов.

Каждый из перечисленных узлов имеет свою матрицу межсоединений. Управление указанными узлами осуществляется после соответствующей загрузки конфигурации в статические ячейки памяти.

Фирма Xilinx разработала для загрузки данных в ИМС семейства Spartan-3 специальную лицензионную программу soft-core. Эта программа позволяет реализовать 32-разрядный MicroBlaze или 8-разрядный PicoBlaze процессоры. Стоимость лицензии при тираже 250 К для одного 32-разрядного процессора составляет \$ 0.73, а для 8-разрядного процессора – \$ 0.13 [6].

В табл. 6 приведены параметры семейств FPGA типа Virtex-II Pro и Virtex-II Pro X, а в табл. 7 – параметры семейства Virtex-II Pro Series EasyPath [7].

В табл. 8 приведены данные о пяти перспективных

разработках компьютерных устройств высокой производительности HPC (High Performance Computing) [9-11].

Указанные в табл. 8 компьютеры HPC разработаны по заказам Агентства NASA для решения актуальных задач обработки изображений, включая задачи поиска полезных ископаемых. Корпорация Boeing для реализации обработки изображений в своих аэрокосмических устройствах HPC также предпочла FPGA, в частности, микросхемы Virtex-II Pro.

В 2002 году создан Консорциум SEE (Single-Event Effects) для координации применения радиационно-устойчивых ПЛИС FPGA с участием следующих правительственных, промышленных и академических организаций США: The Aerospace Corporation; Brigham Young University; Boeing; NASA Jet Propulsion Laboratory; Lockheed Martin; Los Alamos National Lab.; SEAKR Engineering, Inc; Sandia National Lab.; UB Computer; USC Information Sciences Institute (ISI); Xilinx, Inc.

Параметры радиационноустойчивых ПЛИС FPGA фирмы Xilinx приведены в табл. 9.

Радиационноустойчивые микросхемы серий Virtex

Таблица 7. Параметры ИМС ASIC семейства Virtex-II Pro Series EasyPath

Тип микросхемы	XCE2VP30	XCE2VP40	XCE2VP50	XCE2VP70	XCE2VP100	XCE2VP125
Число логических ячеек	30 816	43 632	53 136	74 448	99 216	125 136
Блочная память, кбит	2448	3456	4176	5904	7992	10 008
Число умножений 18×18 бит	136	192	232	328	444	556
Число модулей управления синхронизацией	8	8	8	8	12	12
Объем конфигурируемой памяти, Мбит	11.36	15.56	19.02	25.6	33.65	42.78
Число процессоров Power PC 405	2	2	2	2	2	4
Число трансиверов	8	12	16	20	20	24
Макс. число выводов для пользователя	644	804	852	996	1164	1200

Таблица 8. Применение ПЛИС в устройствах НРС

Тип устройства	Фирма-разработчик	Тип ПЛИС	Особенности
Octiga-Bay 12K	OctigaBay Systems Corp., Канада	XC2VP30, XC2VP50 семейства Virtex-II Pro	Минимальная конфигурация содержит 6 ПЛИС, используемых в качестве ускорителей функций и средств связи совместно с 12 процессорами AMD Opteron 64-bit, и обеспечивает производительность 58 гигафлопс. Максимальная конфигурация из 1000 устройств Octiga Bay 12K обеспечивает производительность 60 терафлопс, соответственно используются 6000 ПЛИС.
Hypercomputer HC-36	Star Bridge Systems, США	Virtex-II	Используется 7 кристаллов ПЛИС, обеспечивается производительность устройства 100 гигафлопс.
HC-62			Используется 11 микросхем ПЛИС, обеспечивается производительность устройства 200 гигафлопс.
HC-98			Используется 18 микросхем ПЛИС, обеспечивается производительность устройства 300 гигафлопс.
HC-124			Используются 22 микросхемы ПЛИС, обеспечивается производительность устройства 400 гигафлопс.

Таблица 9. Параметры радиационноустойчивых FPGA

Тип микросхемы	Число системных вентиляей, логических ячеек	Блочная память, кбит	Число модулей автоподстройки (DLL)	Макс. число выводов пользователя	Тип корпуса	Напряжение питания, В	Допустимая ионизирующая доза, крад
XQR4013XL	10-30 К, 1368	18	–	192	CB228	3.3	60
XQR4036XL	22-65 К, 3078	42	–	288	CB228	3.3	60
XQR4062XL	40-130 К, 5472	74	–	384	CB228	3.3	60
XQVR300	322970, 6912	64	4	316	CB228	2.5	100
XQVR600	661111, 15 552	96	4	512	CB228	2.5	100
XQVR1000	1124022, 27 648	128	4	512	CG560	2.5	100
XQR2V1000	1000 К, 11 520	720	8	432	BG575	1.5	200
XQR2V3000	3000 К, 32 256	1728	12	720	CG717	1.5	200
XQR2V6000	6000 К, 76 032	2592	12	1104	CF1144	1.5	200

(XQVR) и XQR40xx, в частности, (см. табл. 9) нашли применение в управляющих системах обоих действующих марсоходов [1, 12].

Отметим, что разработка Virtex-II Pro и Spartan-3 потребовала создания для их конфигурации емких и дешевых устройств внешней памяти. Фирма Xilinx совместно с фирмой STMicroelectronics уже начала выпуск семейства ППЗУ Platform Flash. Благодаря использованию новых технологий стоимость микросхем Platform Flash ниже аналогичных по емкости однократно программируемых микросхем семейства XC17V00. Новое семейство имеет следующие особенности:

- 20 000 циклов перепрограммирования
- напряжение питания 3.3 В, диапазон рабочих температур от -40 до 85 °С
- семейство содержит три ПЗУ емкостью по 1, 2 и 4 Мбит
- корпус VOIC-20
- программирование производится как в системе, так и автономно, причем внутрисистемное программирование осуществляется через стандартный JTAG-кабель, а автономное – при помощи нового программатора MultiPro Desktop Tool.

В заключение отметим следующее:

1. В настоящее время благодаря росту степени интеграции FPGA последние все чаще либо заменяют заказные БИС в изделиях массового применения, либо становятся прототипами для ускоренного проектирования этих БИС.

2. Наибольшие перспективы для замены заказных БИС имеют семейства Cyclone, Spartan-3, Virtex-II Pro, Virtex-II Pro X.

3. Значительно расширился диапазон внедрения ПЛИС. Среди объектов внедрения FPGA – контроллеры лазерных цветковых принтеров, тестеры для распознавания запахов, приложения к сетевым структурам фирмы Intel, контроллеры памяти, акселераторы, ряд новых НРС и др.

ЛИТЕРАТУРА:

1. www.xilinx.com
2. www.altera.com
3. Комухаев Э. ПЛИС становятся конкурентоспособной альтернативой ASIC//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 6.
4. Комухаев Э. Расширение областей применения ПЛИС//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2003, № 8.
5. www.ebn.com/fpga/2003
6. Yu Helen. MicroBlaze in Spartan – 3 Delivers Soft Processor for Less than 75 Cents//Xcell Journal, Spring 2004.
7. Baxter M. Xilinx FPGA Design Tools for Linux//Linux Journal, Issue 114, September 01, 2003.
8. www.qnx.com
9. www.hpcwire.com
10. www.eetimes.com/story/OEG2003 1031S0034
11. www.starbridgesystems.com
12. Regan P., Hamilton S. NASA's Reliable Software Mission//Computer, January 2004, Volume 37, No 1.

Компоненти для силових електроніки

MITSUBISHI ELECTRIC
IGBT-модулі
Інтелектуальні IGBT-модулі
Діодні модулі

EPCOS
Конденсатори електролітичні
Конденсатори плівкові силові
Двошарові електроліти UltraCap
Варистори S10U

CONCEPT
Драйвери для IGBT та MOSFET

International IOR Rectifier
Силові IGBT та MOSFET транзистори
Драйвери для IGBT та MOSFET
Тиристори
Твердотільні реле

Київ, вул. М. Раскової 13, оф. 903
тел.(044) 239-2065, факс (044) 239-2069

www.symmetron.com.ua

електронні компоненти
Симметрон-Україна

Силові прилади International IOR Rectifier

Весь асортимент продукції

- HEXFET - унікальна технологія польових транзисторів
- випрямні діоди та мости, діоди Шоттки
- HEXFRED - ультрашвидкі діоди та діоди з швидким відновленням
- IGBT транзистори, тиристори
- потужні діодні та діодно-тиристорні модулі
- драйвери для MOSFET та IGBT
- мікроелектронні реле

електронні компоненти
Симметрон-Україна

Київ, вул. М.Раскової, 13, оф.903
тел. (044) 239-2065 (багатоканальний)
факс (044) 239-2069
e-mail: NPO@symmetron.com.ua

Мінімальні строки

Відлагоджена схема доставки в будь-який регіон

Каталог виробів, що пропонуються на замовлення підприємств

www.symmetron.com.ua



Магазин "МІКРОНІКА" (книги, інструмент)
Київ, вул. М.Раскової, 13, тел. (044) 517-7377

16-РАЗРЯДНЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ MSP430F

Фирма Texas Instruments продолжает пополнять семейство MSP430F экономичных 16-разрядных микроконтроллеров со встроенной флэш-памятью. В феврале 2004 года были анонсированы новые микросхемы MSP430F1610/11/12, полномасштабный серийный выпуск которых планируется освоить в текущем году. В статье приведены сведения об архитектуре, параметрах и возможностях микроконтроллеров семейства MSP430F.

В. Охрименко

MSP430F – сверхэкономичные 16-разрядные микроконтроллеры со встроенной флэш-памятью, предназначенные для применения во встраиваемых системах с питанием от батарей: счетчиках расхода электроэнергии и воды, встраиваемых системах безопасности, портативных измерительных приборах, интеллектуальных датчиках, медицинских и других приборах, в которых требуется обеспечить высокую точность вычислений и длительный срок службы элементов питания.

Микроконтроллеры MSP430F обладают всеми достоинствами, присущими выпущенным ранее микроконтроллерам семейства MSP430 [1-7]. С появлением понятия "система на кристалле" (System on a Chip – SoC) фирма Texas Instruments причислила микроконтроллеры семейства MSP430F к SoC-подобным изделиям [1, 5], хотя следует отметить, что по степени интеграции периферийных устройств они и уступают, к примеру, микроконтроллерам 68HC908 компании Motorola, которые имеют более широкий набор встроенных устройств для связи с "внешним миром" (CAN, j1850, USB и другие).

Все микроконтроллеры MSP430F реализованы на базе модульной архитектуры, что дает возможность сравнительно просто модифицировать их путем добавления новых периферийных устройств и улучшения параметров уже существующих. Процессорное ядро, память и периферийные устройства объединены шинами данных MDB и адреса MAD.

Микроконтроллеры семейства MSP430F различаются между собой объемом встроенной флэш-памяти (от 1 кбайт в MSP430F1101 до 60 кбайт в MSP430F149/1491/449) и RAM-памяти (от 128 байт в MSP430F1101/1111 до 10240 или 5120 байт в MSP430F1611/10/12), а также набором периферийных устройств. В таблице приведены основные параметры микроконтроллеров MSP430F [1]. Как и во всех микроконтроллерах с закрытой архитектурой, в MSP430F не реализованы шины для обмена данными с внешней памятью. Все микроконтроллеры MSP430F реализованы на базе 16-разрядного процессорного ядра с RISC-архитектурой, работают при напряжении питания от 1.8 до 3.6 В, имеют 16-разрядный "сторожевой" таймер и предназначены для работы в диапазоне температур от -40 до 85 °С.

В некоторых микроконтроллерах семейства MSP430F имеется встроенный аппаратный умножитель (см. таблицу). Максимальная производительность всех приведенных в таблице микроконтроллеров составляет 8 MIPS (при напряжении питания 3.6 В и тактовой частоте процессорного ядра 8 МГц). На рис. 1 приведен график зависимости тактовой частоты процессорного ядра от напряжения питания [3, 4]. В микроконтроллерах MSP430F11x2/12x2 реализован контроллер DTC (Direct Transfer Controller), выполняющий пересылку данных из АЦП во встроенную память, что позволяет при цифровой обработке сигналов увеличить производительность этих микроконтроллеров по сравнению с аналогичными примерно в 50 раз. В MSP430F1122/1132 имеется 10-разрядный пятиканальный АЦП и встроенный температурный датчик. В MSP430FE412/13 также содержится температурный датчик, а, кроме того, реализовано два 16-разрядных сигма-дельта АЦП [1]. Новые микроконтроллеры MSP430F1610/11/12 отличаются большим объемом памяти и имеют встроенный многоканальный 12-разрядный АЦП с максимальной частотой преобразования 200 кГц, два 12-разрядных ЦАП, аппаратный умножитель, два последовательных порта, встроенный температурный датчик, контроллер прямого доступа к памяти, 10-канальный генератор ШИМ-сигнала, а также поддерживают интерфейс I²C [1, 5].

При рассмотрении микроконтроллеров семейства MSP430F нельзя обойти вниманием и микросхему радиочастотного приемопередатчика TRF6900A фирмы

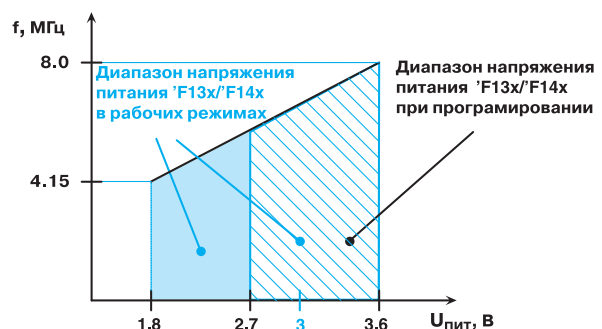


Рис. 1. График зависимости тактовой частоты MSP430F13x/14x от напряжения питания

Основные параметры микроконтроллеров семейства MSP430F

Тип MSP430F	Память, байт		Умножитель	Контроллер DMA	Количество линий ввода/вывода	АЦП	ЦАП	16-разр. таймеры		Драйвер ЖКИ, сегменты	Количество выводов и тип корпуса													
	флэш	RAM						A	B															
1101A	1 К	128	-	-	14	интегрирующий	-	-	-	-	20 DGV, DW, PW, 24 RGE													
1111A	2 К										20 DGV, DW, PW, 24 RGE													
1121A	4К	256				-					-	22	5 каналов, 10-разрядов	-	-	-	20 DGV, DW, PW, 24 RGE							
1122																	20 DW, PW, 32RHB							
1132	8 К												256				-	-	22	5 каналов, 10-разрядов	-	-	-	20 DW, PW, 32RHB
1232																								28 DW, PW, 32RHB
147	32 К		1 К	+	-		48	8 каналов, 12 разрядов	-	-										-				64 PM, RTD, PAG
148	48 К																							2 К
149	60 К	1 К	+			-		48			интегрирующий	-		-	-	64 PM, RTD, PAG								
1471	32 К															2 К								64 PM, RTD, PAG
1481	48 К	2 К									+		-			48	интегрирующий	-	-		-	64 PM, RTD, PAG		
1491	60 К																					64 PM, RTD, PAG		
155	16 К	512		+	-		48		8 каналов, 12 разрядов	-							-			-		64 PM		
157	32 К	1 К																				64 PM		
168	48 К	2 К	+			-		48	8 каналов, 12 разрядов			-		-	-							64 PM		
169	60 К																					64 PM		
1610	32 К	5120							+		-		48			8 каналов, 12 разрядов		-	-		-	64 PM		
1611	48 К	10 240																				64 PM		
1612	50 К	5120		+	-		48			8 каналов, 12 разрядов						-	-			-		64 PM		
423	8 К	256																				64 PM		
425	16 К	512	-			-		14		два 16-разрядных сигма-дельта		-		-	-							64 PM		
447	32 К	1 К																				128		
448	48 К	2 К							+	-	48		8 каналов, 12 разрядов					-	-		-	100 PZ		
449	60 К	2 К																				160	100 PZ	

Texas Instruments, которая, хотя и не входит в состав семейства микроконтроллеров MSP430F, предназначена для непосредственного подключения к ним [6]. Микросхема TRF6900A применяется в распределенных системах сбора данных для организации радиосвязи в диапазоне частот от 850 до 950 МГц в пределах ограниченной территории. Режим работы приемопередатчиков полудуплексный, применяемая модуляция – частотная.

Архитектура микроконтроллеров семейства MSP430F включает: 16-разрядное центральное процессорное устройство (CPU); память хранения программ типа флэш и хранения данных – RAM; JTAG-порт; системные модули; широкий набор периферийных устройств. Микроконтроллеры MSP430F отличаются между собой объемом встроенной памяти, набором периферийных устройств и типом корпуса (см. таблицу).

В состав микроконтроллеров семейства MSP430F входят системные модули, с помощью которых осуществляется управление режимами работы, и периферийные устройства, выполняющие управление обменом данными с внешними устройствами.

Системные модули:

- базовый модуль формирования тактовых сигна-

лов (Base Clock Module – BCM), в составе которого имеются два генератора и формирователь тактовых сигналов

- JTAG-порт
- "сторожевой" таймер (Watchdog Timer)
- модуль перезапуска (Power on Reset – POR).

Периферийные устройства:

- таймер А (Timer A)
- таймер В (Timer B)
- АЦП (ADC)
- ЦАП (DAC)
- компаратор (Comparator A)
- USART-порт
- порты ввода/вывода (I/O Port)
- драйвер ЖКИ (LCD).

Структурная схема микроконтроллеров типа MSP430F14x приведена на рис. 2.

Режимы работы. Микроконтроллеры MSP430F предназначены для использования в портативных устройствах, работающих от встроенных элементов питания. Поэтому при разработке микроконтроллеров MSP430F особое внимание было уделено минимизации энергопотребления, что, в свою очередь, позволяет продлить срок службы элементов питания. Ток

потребления зависит от частоты тактового сигнала и напряжения питания, причем, как известно, ток потребления и тактовая частота связаны прямой пропорциональной зависимостью [3]. Поэтому, зная ток потребления при конкретной величине тактовой частоты, можно определить ток потребления микроконтроллера на любой другой частоте. Например, ток потребления микроконтроллеров MSP430F13x/14x при тактовой частоте $f_{MCLK}=f_{SMCLK}=1$ МГц, $f_{ACLK}=32\ 768$ Гц в диапазоне температур $-40...85$ °C и напряжении питания 2.2 В составляет 280 мкА (типичное значение) [3]. Кроме того, фирма Texas Instruments в документации на микроконтроллеры MSP430F13x/14x приводит следующую расчетную формулу для определения тока потребления в активном режиме (Active Mode – AM) в зависимости от напряжения питания:

$$I_{AM}(E_{пит})=I_{AM}(3\ В)+(E_{пит}-3\ В)\times 175\ \mu\text{кА/В} [3].$$

В микроконтроллерах MSP430F заложены широкие возможности по управлению энергопотреблением, которые реализуются за счет отключения тактового сигнала процессорного ядра (MCLK) и периферийных устройств (SMCLK), а также за счет уменьшения частоты соответствующих тактовых сигналов. Поэтому у разработчиков всегда имеется возможность выбора наиболее оптимального режима работы микроконтроллера. Во-первых, всегда можно установить такую тактовую частоту процессорного ядра, которая обеспечит наиболее оптимальную производительность для решения каждой конкретной задачи. Во-вторых, можно минимизировать ток потребления периферийных устройств за счет уменьшения частоты тактового сигнала или его отключения. В-третьих,

можно ограничить время работы микроконтроллера в активном режиме, то есть после выполнения необходимых вычислений микроконтроллер следует переключать в один из пяти энергосберегающих режимов. Выход из всех энергосберегающих режимов осуществляется по сигналам прерываний. Если подпрограмма обработки прерывания завершается инструкцией RETI, микроконтроллер возвращается в тот режим работы, в котором он находился перед получением запроса на прерывание.

В микроконтроллерах MSP430F заложены шесть режимов работы: активный (AM) и пять энергосберегающих LPM0...LPM4 (Lower Power Mode). Выбор режимов работы микроконтроллера осуществляется программно (разряды CPUOff, OSCOff, SCG0, SCG1 в регистре состояния процессорного ядра). На рис. 3 приведена диаграмма зависимости тока потребления микроконтроллеров MSP430F13x/14x от режима работы и напряжения питания [4].

Генерация и формирование тактовых сигналов, за счет изменения частоты которых осуществляется управление электропотреблением микроконтроллеров MSP430F, выполняются в базовом модуле формирования тактовых сигналов. В микроконтроллерах MSP430F1xx и MSP430F4xx реализованы разные структуры этого модуля. Базовый модуль формирования тактовых сигналов микроконтроллеров MSP430F1xx содержит: два генератора XT1 и XT2; формирователь тактовых сигналов и RC-генератор, управляемый кодом (Digitally-Controlled Oscillator – DCO). Модуль генерирует и формирует тактовые сигналы для работы процессорного ядра (MCLK) и пери-

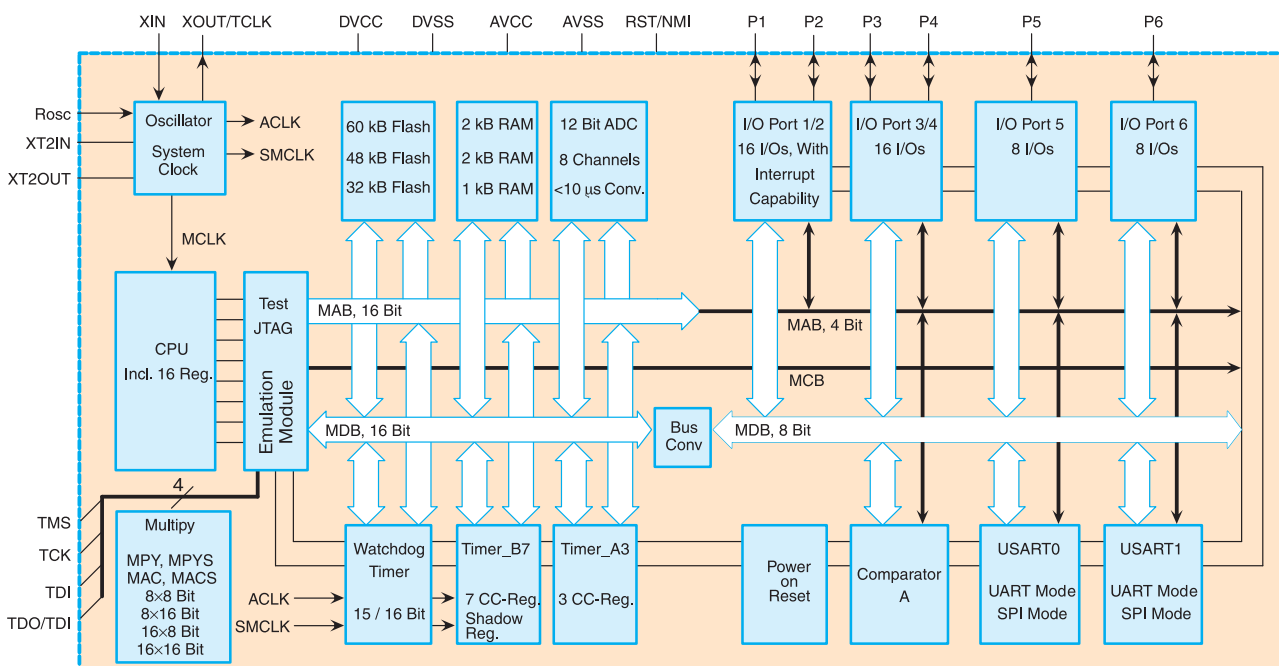


Рис. 2. Структурная схема микроконтроллеров типа MSP430F14x

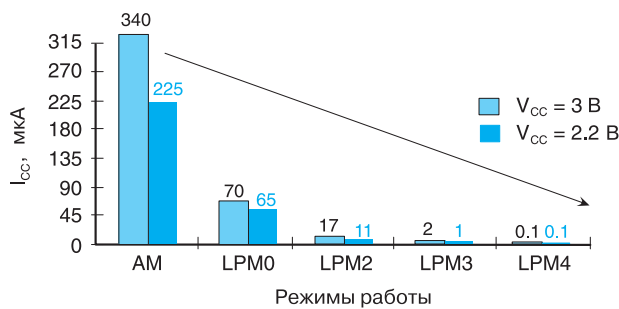


Рис. 3. Диаграмма зависимости тока потребления MSP430F13x/14x от режима работы и напряжения питания

ферийных устройств (SMLK), а также вспомогательный тактовый сигнал ACLK, который также может использоваться для периферийных устройств. Сверхэкономичный генератор XT1 предназначен для подключения "часового" (32 768 Гц) кварцевого резонатора, а также керамического (частота от 450 до 8000 кГц) или кварцевого (частота от 1000 до 8000 кГц) резонатора. При подключении "часового" резонатора обеспечивается минимальный ток потребления. Генератор XT2 предназначен только для работы с высокочастотными керамическими или кварцевыми резонаторами (частота от 450 до 8000 кГц). Для подключения "часового" кварца не требуются дополнительные внешние компоненты. Все тактовые сигналы (ACLK, MCLK, SMCLK) через соответствующие выходы портов ввода/вывода могут использоваться внешними по отношению к микроконтроллеру устройствами. Встроенный DCO генерирует фиксированный набор частот и обеспечивает возможность работы микроконтроллера и без использования внешних резонаторов. Однако DCO присущи все те недостатки, которыми отличаются RC-генераторы – зависимость генерируемой частоты от напряжения питания и температуры. Поэтому для получения стабильной частоты тактирования микроконтроллеров MSP430F1xx необходимо использовать внешние кварцевые резонаторы. Хотя DCO генерирует фиксированный набор частот, среднее значение частоты на выходе DCO на длительном интервале времени может быть выбрано любым, т. е. отличаться от фиксированных частот из набора DCO, что достигается за счет поочередной коммутации на выход DCO сигналов двух соседних частот из набора в любом заданном соотношении длительности подключения. Переключение частот осуществляется специальным устройством – модулятором, а управление его работой – программно. В отличие от генераторов с кварцевыми резонаторами, которые имеют сравнительно большое время выхода на рабочий режим после включения питания (примерно несколько миллисекунд), время выхода на рабочий режим DCO составляет всего 4 мкс. Таким образом, гарантированное время пере-

хода микроконтроллеров MSP430 из энергосберегающих режимов в активный (AM) составляет 6 мкс.

Процессорное ядро. RISC-подобное фон-неймановское процессорное ядро содержит шестнадцать 16-разрядных регистров, из которых четыре составляют: программный счетчик, указатель стека, регистр состояния и регистр формирования констант. Другие двенадцать регистров можно использовать в качестве регистров общего назначения, в том числе и как аккумуляторы, адресные регистры (для косвенной адресации), регистры для хранения операндов. Процессорное ядро выполняет набор инструкций (27 основных RISC-подробных и 24 дополнительных), совместимых с инструкциями, реализованными в других микроконтроллерах семейства MSP430. Во всех типах инструкций могут быть реализованы семь способов адресации. Отдельный аппаратный умножитель позволяет увеличить производительность процессорного ядра при выполнении операций цифровой обработки сигналов. Умножитель выполняет знаковые и беззнаковые операции умножения (16×16, 16×8, 8×16 или 8×8 разрядов), а также умножение с накоплением.

Память. В микроконтроллерах MSP430F имеется память типа флэш и RAM. Сверхэкономичная флэш-память включает основной блок, состоящий из сегментов объемом по 512 байт, и дополнительную (информационную) память, которая состоит из сегментов А и В, по 128 байт каждый. Стирание и запись в основную память могут выполняться одновременно во всех сегментах или отдельно в каждом из них. Для выполнения операций стирания/записи во флэш-память не требуется специальный внешний источник напряжения. В процессе операции стирания/записи не допускается выполнение программы, размещенной во флэш-памяти, при этом все прерывания должны быть запрещены. Если в процессе стирания/записи необходимо выполнять программу, программный код должен быть размещен в памяти типа RAM или Boot-ROM. Если в программный счетчик будет загружен адрес области флэш-памяти, до тех пор, пока не завершатся операции стирания/записи флэш-памяти, иницируется выполнение холостых циклов.

Таймер А содержит 16-разрядный счетчик и три регистра захвата/сравнения. Источником тактового сигнала для счетчика могут служить внутренние тактовые сигналы ACLK, SMCLK или один из двух внешних сигналов. Частота тактового сигнала на входе счетчика может быть равна частоте указанных сигналов, а также в два, четыре или восемь раз меньше. Выбор источника тактирования и коэффициента деления осуществляется программно. Предусмотрено несколько режимов работы счетчика: счет на увеличение или уменьшение, останов, непрерывный счет и другие. Каждый из трех каналов захвата/сравнения может работать в режиме входного захвата или выходного сравнения. Режимы

работы определяются пользователем.

Режим входного захвата чаще всего используется для измерения временного интервала между "внутренними" или "внешними" событиями. Каждый из трех регистров захвата может иметь несколько источников сигнала захвата. Это могут быть внешние сигналы (порты P1.1, P1.2, P1.3, P2.2) или внутренние (тактовый сигнал ACLK или сигнал с выхода аналогового компаратора). Выполнение входного захвата по сигналу аналогового компаратора дает возможность на базе компаратора реализовать интегрирующий АЦП, косвенно измерять величину тока и напряжения [3, 4]. Захват может осуществляться при любом изменении сигнала на входе блока захвата (нарастающим или спадающим фронтом сигнала или комбинацией этих сигналов).

Режим выходного сравнения чаще всего используется для программной генерации временных интервалов или формирования ШИМ-сигнала, используемого в разных приложениях. Сигнал с выхода каждого из компараторов сравнения может поступать на один из трех выводов микроконтроллера (выбирается программно). Выход одного из компараторов может подключаться к блоку управления АЦП.

Для таймера А выделено два вектора прерывания.

Таймер В может содержать семь регистров захвата/сравнения (например, MSP430F14x) или три регистра (MSP430F13x). Работа таймера В во многом аналогична работе таймера А. 16-разрядный счетчик может быть конфигурирован как 8-, 10- 12- или 16-разрядный. В канале выходного сравнения между регистром сравнения и компаратором введен еще один дополнительный буферный регистр, данные в который перезагружаются из регистра сравнения. Запись данных в буферный регистр осуществляется по внутреннему сигналу, который формируется в результате выполнения определенных условий. Кроме того, данные в буферный регистр можно загружать программно. В каналах выходного сравнения таймера В предусмотрено два выхода на АЦП. Как и для таймера А, для таймера В выделено два вектора прерывания.

"Сторожевой" таймер формирует сигнал сброса, если в течение заданного времени счетчик не будет обнулен. Если не требуется использовать "сторожевой" таймер по прямому назначению, его можно применять для формирования сигналов прерывания через заданные временные интервалы. "Сторожевой" таймер реализован на базе 15-/16-разрядного счетчика. Управление таймером осуществляется программно.

АЦП организован как 12-разрядный АЦП последовательного приближения со встроенной схемой выборки/хранения и источниками эталонного напряжения (1.5 или 2.5 В). Кроме того, в составе АЦП имеется температурный датчик на базе диода и RC-генератор (частота от 3.7 до 6.3 МГц). Типовой ток потребле-

ния АЦП при напряжении питания 3 В, внешнем источнике эталонного напряжения и тактовой частоте 5 МГц составляет 0.5 мА. Максимальное время преобразования составляет 3.5 мкс при частоте встроенного тактового генератора (ADC12OSC) 6.3 МГц. В качестве входов АЦП используются входы порта P6. Источниками тактового сигнала для АЦП могут быть сигналы ACLK, MCLK, SMCLK или сигнал генератора ADC12OSC. Начало преобразования можно инициировать программно или по сигналам от таймера А или В. Схема управления АЦП позволяет реализовывать несколько режимов работы: последовательный опрос входных каналов, опрос группы каналов, опрос каналов в любой заданной последовательности и другие. Источник эталонного напряжения выбирается отдельно для каждого из каналов. Данные преобразования автоматически пересылаются в буферные 16-разрядные регистры. В некоторых микроконтроллерах MSP430F реализован восьмиканальный 10-разрядный АЦП, который по структуре и параметрам аналогичен 12-разрядному.

Порты ввода/вывода. Количество линий портов ввода/вывода в модификациях микроконтроллеров определяется количеством выводов корпуса (см. таблицу). В MSP430F14x имеются шесть 8-разрядных портов ввода/вывода. Входы портов P1 и P2 можно использовать для подключения внешних сигналов прерывания. Входы порта P6 используются в качестве входных каналов АЦП. Для управления портами P1 и P2 имеется семь регистров управления/контроля, для управления портами P3...P7 – четыре регистра. Для каждого из портов P1 и P2 выделен один вектор прерывания.

USART-порты. В микроконтроллерах MSP430F имеется один или два USART-порта (USART0 и USART1), через которые выполняется обмен данными в последовательном формате со стандартными внешними устройствами. USART-порты могут поддерживать синхронный (SPI) или асинхронный (UART) режим обмена данными. USART-порты в режиме UART имеют режим со сниженным энергопотреблением. Для каждого из USART-портов выделено два вектора прерывания.

Компаратор. В составе прецизионного компаратора имеются: входной мультиплексор, осуществляющий подключение входов компаратора; два источника эталонного напряжения ($0.25E_{пит}$ и $0.5E_{пит}$), реализованные на резистивных делителях; программно подключаемый RC-фильтр. Выход компаратора может подсоединяться к каналу входного захвата таймера А или на выход микроконтроллера. Если входы компаратора не используются, они должны были подключены к шине питания или к общему проводу. В противном случае могут инициироваться непредсказуемые запросы на прерывание, а, кроме того, может увеличиться ток потребления. Включение и выключение компаратора осуществляется программно и если

он не используется для уменьшения тока потребления, его следует отключать. Компаратор позволяет косвенно измерять сопротивление, ток, напряжение, контролировать напряжение элементов питания, а также измерять время заряда и разряда конденсаторов.

Более детальную информацию о микроконтроллерах MSP430F и примерах их применения можно найти в сети Интернет по адресу: www.ti.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. MSP430 Ultra-Low-Power MCUs (slab034g). – Texas Instruments, 2004.

2. MSP430F Ultra-Low Power Microcontrollers (www.ti.com).


3. MSP430Fx13x, MSP430Fx14x Mixed Signal Microcontroller. – Texas Instruments, 2000.

4. CD-ROM. MSP430. Ultra-Low-Power Microcontroller. – Texas Instruments, July 2001.

5. TI Expands Memory Options In The World's Lowest Power MCU Family (www.ti.com).

6. Голуб В. Микросхемы для радиосвязи в системе ПНМ (ISM) // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2001, № 6.

7. Охрименко В. 16-разрядные микроконтроллеры MSP430F // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 5.



ТОВ «Елеком»
електронні компоненти - поставки

Більше 33 мільйонів найменувань електронних компонентів від більше ніж 2900 постачальників з усього світу.

Звертайтеся - знайдеться все!

Україна, Київ, 01135, вул. Павловська, 29
тел.: +38 (044) 216-70-10, факс: +38 (044) 461-79-90
web: www.elecom.kiev.ua, e-mail: office@elecom.kiev.ua

ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
РАДІОДЕТАЛЕЙ



* Он- & Офф-лайн замовлення

* Знижки

* Акції



<http://www.symmetron.com.ua>



НОВІ

годинникові
кварцеві резонатори
фірми Geyer Electronic
для SMT-монтажу



КК-327XS

- частота 32.768 кГц
- точність настроювання ±30 ppm
- нестабільність у діапазоні робочих температур -0.034±0.006 ppm/°C
- діапазон робочих температур -20...70 або -40...85 °C
- надмініатюрний металокерамічний корпус розміром 4,95×1,82×0,96 мм

VD MAIS – дистриб'ютор фірми Geyer Electronic в Україні

тел.: (044) 277-1356. e-mail: info@vdmals.kiev.ua

МИКРОСХЕМЫ СУПЕРВИЗОРОВ

Сентябрь 2003

Информационный бюллетень фирмы Analog Devices

В этом номере

Трехвыводные ИМС генераторов сигнала установки в исходное состояние22

Четырехвыводные ИМС генераторов сигнала установки в исходное состояние, включая установку вручную23

ИМС супервизоров со встроенным сторожевым таймером24

Семейство супервизоров с батарейной поддержкой25

Супервизоры многоканальных источников питания26

ADM1060 – программируемый супервизор многоканального источника питания27

Новые семейства ИМС супервизоров ADM631x, ADM82x и ADM682x со встроенными сторожевыми таймерами28

Новые промышленные ИМС генераторов сигнала установки в исходное состояние

Трехвыводная ИМС генератора семейства ADM181x с напряжением питания от 2.18 В

Миниатюрный корпус SC70

Время установки от 1 до 1120 мс (ИМС ADM6315)

Расширенный диапазон температур:

- ИМС ADM803/ADM809/ADM810/ADM6315 предназначены для автомобильной электроники, работают в диапазоне температур от -40 до 125°C
- семейство ADM181x предназначено для работы в диапазоне температур от -40 до 105°C
- ИМС ADM809-5 предназначены для работы в диапазоне температур от -40 до 150°C

Тип ИМС	Тип выхода		Наличие установки вручную	Тип корпуса	Аналог	Страница
	Активный уровень – низкий	Активный уровень – высокий				
ADM803	открытый сток	—	—	3-SC70	MAX803	22
ADM6711	двух-тактный	—	+	4-SC70	MAX6711	23
ADM6713	открытый сток	—	+	4-SC70	MAX6713	23
ADM812	—	двух-тактный	+	4-SC70	MAX812	23



Перевод с английского В. Романова.

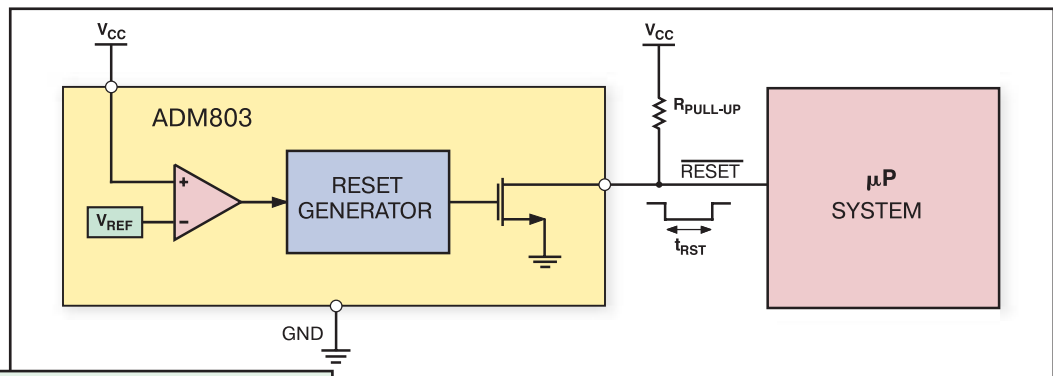
Недорогая трехвыводная ИМС генератора сигнала установки в исходное состояние



Фирма Analog Devices анонсировала широкий набор генераторов сигнала установки в исходное состояние, предназначенных для мониторинга уровней напряжения источника питания в диапазоне от 2.5 до 5 В в микропроцессорных системах. Сигнал установки в исходное состояние (reset output signal) генерируется, если уровень напряжения питания падает ниже установленного. Этот сигнал активизируется на время, в течение которого напряжение источника питания должно вернуться в исходное состояние. Таким образом, повторный запуск процессора будет осуществляться только при заданном значении напряжения питания. Различные модели подобных генераторов отличаются друг от друга активным низким или высоким уровнем выходного сигнала, двухтактным выходом или выходом типа открытый сток.

ADM803 – ИМС генератора сигнала установки в исходное состояние с выходом типа открытый сток

- предназначена для мониторинга уровней напряжения питания 2.5, 3.0, 3.3 и 5.0 В
- минимальная задержка сигнала установки 140 мс
- тип выхода – открытый сток, активное состояние – низкий уровень
- ток потребления 17 мкА
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С
- тип корпуса 3-SC70



ПРИМЕНЕНИЕ

- микропроцессорные системы
- компьютеры, контроллеры
- интеллектуальные измерительные приборы
- автомобильная электроника

Тип ИМС	Порог установки по напряжению, В	Мин. задержка сигнала установки, мс	Тип выхода		Тип корпуса	Аналог
			Активный уровень – низкий	Активный уровень – высокий		
ADM803	2.32, 2.63, 2.93, 3.08, 4.38, 4.63	140	открытый сток	–	3-SC70	MAX803
ADM809	2.32, 2.63, 2.93, 3.08, 4.00, 4.38, 4.63	140	двухтактный	–	3-SOT23/3-SC70	MAX809
ADM810	2.32, 2.63, 2.93, 3.08, 4.00, 4.38, 4.63	140	–	двухтактный	3-SOT23/3-SC70	MAX810
ADM809-5	2.93, 4.63	30	двухтактный	–	3-SOT23/3-SC70	–
ADM1810	4.35, 4.62	100	двухтактный	–	3-SOT23/3-SC70	MXD1810
ADM1811	4.35, 4.62	100	однотактный	–	3-SOT23/3-SC70	MXD1811
ADM1812	4.35, 4.62	100	двухтактный	двухтактный	3-SOT23/3-SC70	MXD1812
ADM1813 *	4.35, 4.62	100	однотактный	–	3-SOT23/3-SC70	MXD1813
ADM1815	2.18, 2.31, 2.55, 2.88, 3.06	100	двухтактный	–	3-SOT23/3-SC70	MXD1815
ADM1816	2.18, 2.31, 2.55, 2.88, 3.06	100	однотактный	–	3-SOT23/3-SC70	MXD1816
ADM1817	2.18, 2.31, 2.55, 2.88, 3.06	100	–	двухтактный	3-SOT23/3-SC70	MXD1817
ADM1818 *	2.18, 2.31, 2.55, 2.88, 3.06	100	однотактный	–	3-SOT23/3-SC70	MXD1818
ADM709	2.63, 2.93, 3.08, 4.40, 4.65	140	двухтактный	–	DIP/SOIC	MAX709

* ADM1813 и ADM1818 имеют установку вручную.

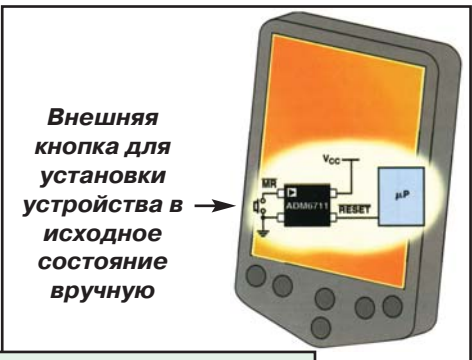
Четырехвыводные ИМС генераторов сигнала установки в исходное состояние с возможностью установки вручную

ИМС генераторов ADM811/ADM812, ADM6315 и ADM6711/ADM6713 имеют вход для установки в исходное состояние вручную, что позволяет использовать кнопку для установки микропроцессорной системы в исходное состояние.

Новый!

ADM6711/ADM6713 – ИМС генераторов сигнала установки в исходное состояние с возможностью установки вручную

- предназначены для мониторинга уровней напряжения питания 2.5, 3.0, 3.3 и 5.0 В
- минимальная задержка сигнала установки 140 мс
- предусмотрен вход для установки вручную
- тип выхода – двухтактный, для ADM6711 активный уровень – низкий
- тип выхода – открытый сток, для ADM6713 активный уровень – низкий
- ток потребления 12 мкА
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С
- тип корпуса 4-SC70



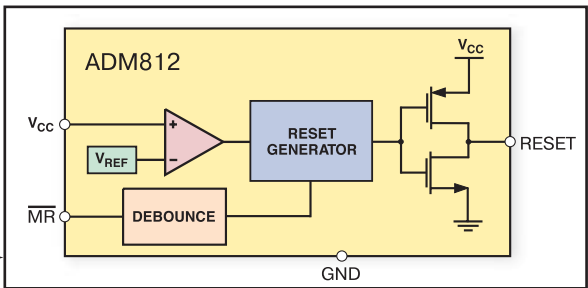
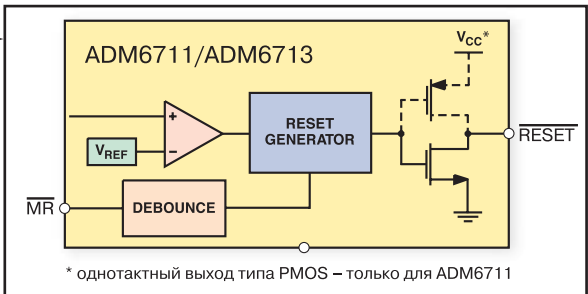
Внешняя кнопка для установки устройства в исходное состояние вручную

- ПРИМЕНЕНИЕ**
- персональные компьютеры
 - бытовая электроника
 - микропроцессорные системы
 - системы с микроконтроллером
 - портативные навигационные системы
 - карманные ПК

Новый!

ADM812 – ИМС генератора сигнала установки в исходное состояние с возможностью установки вручную

- предназначена для мониторинга уровней напряжения питания 2.5, 3.0, 3.3 и 5.0 В
- минимальная задержка сигнала установки 140 мс
- предусмотрен вход для установки в исходное состояние вручную
- тип выхода – двухтактный, активный уровень – высокий
- ток потребления 5 мкА
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С
- тип корпуса 4-SOT143



Тип ИМС	Порог установки по напряжению, В	Мин. задержка сигнала установки, мс	Тип выхода		Тип корпуса	Аналог
			Активный ур. – низкий	Активный ур. – высокий		
ADM6711	2.32, 2.63, 2.93, 3.08, 4.38, 4.63	140	двухтактный	—	4-SC70	MAX6711
ADM6713	2.32, 2.63, 2.93, 3.08, 4.38, 4.63	140	открытый сток	—	4-SC70	MAX6713
ADM812	2.32, 2.63, 2.93, 3.08, 4.38, 4.63	140	—	двухтактный	4-SOT143	MAX812
ADM811	2.32, 2.63, 2.93, 3.08, 4.38, 4.63	140	двухтактный	—	4-SOT143	MAX811
ADM811-3T	3.08	300	двухтактный	—	4-SOT143	—
ADM6315	2.63, 2.93, 3.08, 4.39, 4.50, 4.63	1-1120	открытый сток	—	4-SOT143	MAX6315

ИМС супервизоров со встроенным сторожевым таймером

Микропроцессоры должны быть установлены в исходное состояние не только при уменьшении напряжения питания ниже заданного уровня, но и при ошибках в выполнении команд. Сторожевой таймер может фиксировать такие ошибки путем мониторинга высокочастотных логических переходов из нуля в единицу на специальном выводе ИМС микропроцессора. Если такие переходы не фиксируются в заданном интервале времени, сторожевой таймер инициализирует сигнал установки, который позволяет вывести микропроцессор из нерабочего состояния. Большинство генераторов со встроенными таймерами фирмы Analog Devices имеют в своем составе компаратор для определения отказа устройства питания, который генерирует активный сигнал низкого уровня, если напряжение питания выходит за нижний предел заданного уровня. Этот сигнал, свидетельствующий об отказе устройства питания, может быть использован для генерирования немаскируемого сигнала прерывания, по которому процессор переходит в режим покоя при исчезновении напряжения питания.

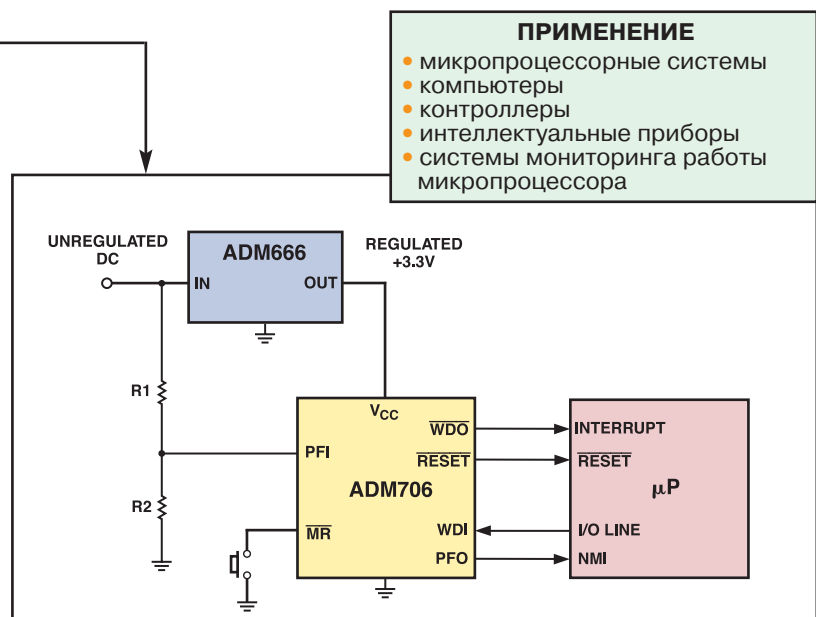
Новый!

ADM70x – семейство супервизоров со встроенными сторожевыми таймерами, компараторами для определения отказов устройства питания и входами для установки в исходное состояние вручную

- прецизионный мониторинг уровней напряжения питания 3.0, 3.3 и 5.0 В
- минимальная задержка сигнала установки 160 мс
- предусмотрен вход для установки запуска вручную
- сторожевой таймер, обеспечивающий задержку 1.6 с
- компаратор для определения отказов в устройстве питания
- тип выхода – двухтактный, активный уровень – высокий
- ток потребления 5 мкА
- диапазон рабочих температур от -40 до 125 °С
- тип корпуса 8-DIP или 8-SOIC

ПРИМЕНЕНИЕ

- микропроцессорные системы
- компьютеры
- контроллеры
- интеллектуальные приборы
- системы мониторинга работы микропроцессора



Тип ИМС	Порог установки, В	Задержка сигн. устан., мс, мин.	Тип выхода		Установка вручную	Задержка сторож. таймера, с	Контроль цепей питания	Тип корпуса	Аналог
			Активный уровень – низкий	Активный уровень – высокий					
ADM698	4.65	140	двух-тактный	двух-тактный	–	–	–	DIP/SOIC	MAX698
ADM699	4.65	140	двух-тактный	двух-тактный	–	1.6	–	DIP/SOIC	MAX699
ADM705	4.65	160	двух-тактный	–	+	1.6	+	DIP/SOIC	MAX705
ADM706	4.40	160	двух-тактный	–	+	1.6	+	DIP/SOIC	MAX706
ADM707	4.65	160	двух-тактный	двух-тактный	+	–	+	DIP/SOIC	MAX707
ADM708	4.40	160	двух-тактный	двух-тактный	+	–	+	DIP/SOIC	MAX708
ADM706P	2.63	160	–	двух-тактный	+	1.6	+	DIP/SOIC	MAX706P
ADM706R/S/T	2.63-3.08	160	двух-тактный	–	+	1.6	+	DIP/SOIC	MAX706R/S/T
ADM708R/S/T	2.63-3.08	160	двух-тактный	двух-тактный	+	–	+	DIP/SOIC	MAX708R/S/T
ADM1232	4.37-4.62	250	открыты и сток	двух-тактный	+	0.15-1.2	–	DIP/SOIC/MSOP	DS1232
ADM8698 *	4.65	140	двух-тактный	двух-тактный	–	–	–	DIP/SOIC	–
ADM8699 *	4.65	140	двух-тактный	двух-тактный	–	1.6	–	DIP/SOIC	–
ADM9690	4.31	50, 60	двух-тактный	–	–	0.75-25 мс	–	SOIC	–

* ADM8698/ADM8699 – аналоги ADM698/ADM699, отличающиеся низким потреблением.

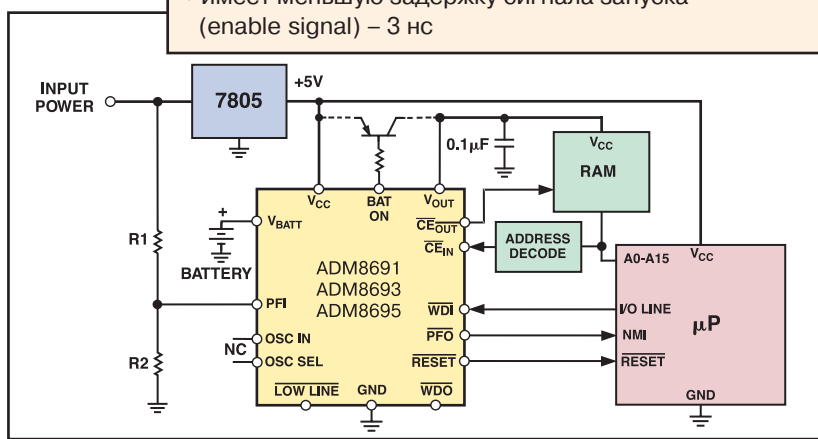
Семейство супервизоров с батарейной поддержкой

В компьютерах зачастую возникает необходимость обеспечения батарейным питанием внешней RAM-памяти. Таким образом, если сетевое питание по каким-либо причинам исчезнет, RAM-память будет обеспечена батарейным питанием и данные, хранимые в этой памяти, будут сохранены. Исходя из этого, в функции супервизоров, кроме мониторинга напряжений питания, определения отказов по цепи питания и ошибок в работе процессора, вводят еще одну, заключающуюся в поддержке внешней RAM-памяти батарейным питанием в случае выхода основного напряжения питания за заданные пределы или при отказе сетевого питания. Это позволяет сохранить данные в памяти и предотвратить запись ошибочных данных во время исчезновения основного напряжения питания.



ADM869x – это модифицированная ИМС супервизора ADM69x, предназначенного для промышленных применений

- имеет более низкий ток потребления – 140 мкА
- имеет меньшую задержку сигнала запуска (enable signal) – 3 нс



Тип ИМС	Порог установки, В	Задержка сигн. устан., мс, мин.	Тип выхода		Обеспечение под-держки бата-рейного пита-ния	Нали-чие сиг-нала за-пуска	Задержка сторож. таймера, с	Тип корпуса	Аналог
			Активный уровень – низкий	Активный уровень – высокий					
ADM690	4.65	35	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	MAX690
ADM690A	4.65	140	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC/MSOP	MAX690A
rin0ADM691	4.65	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	MAX691
ADM691A	4.65	140 (регулируемая)	двух-тактный	открытый сток	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC/TSSOP	MAX691A
ADM692	4.40	35	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	MAX692
ADM692A	4.40	140	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	MAX692A
ADM693	4.40	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	MAX693
ADM693A	4.40	140 (регулируемая)	двух-тактный	открытый сток	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	MAX693A
ADM694	4.65	140	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	MAX694
ADM695	4.65	140 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	MAX695
ADM696	1.3 (регулируемый)	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	–	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	MAX696
ADM697	1.3 (регулируемый)	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	–	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	MAX697
ADM800	4.40, 4.65	140 (регулируемая)	двух-тактный	открытый сток	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	MAX800
ADM802	4.40, 4.65	140	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	MAX802
ADM805	4.40, 4.65	140	–	двух-тактный	+	–	1.6	DIP/SOIC	MAX805
ADM8690	4.65	35	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	–
ADM8691	4.65	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC/TSSOP	–
ADM8692	4.40	35	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	–
ADM8693	4.40	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC/TSSOP	–
ADM8694	4.65	140	двух-тактный	–	+	–	1.6	DIP/SOIC	–
ADM8695	4.65	140 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC	–
ADM8696	1.3 (регулируемый)	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	+	–	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC/TSSOP	–
ADM8697	1.3 (регулируемый)	35 (регулируемая)	двух-тактный	двух-тактный	–	+	0.1 (регулируемая)	DIP/SOIC/TSSOP	–

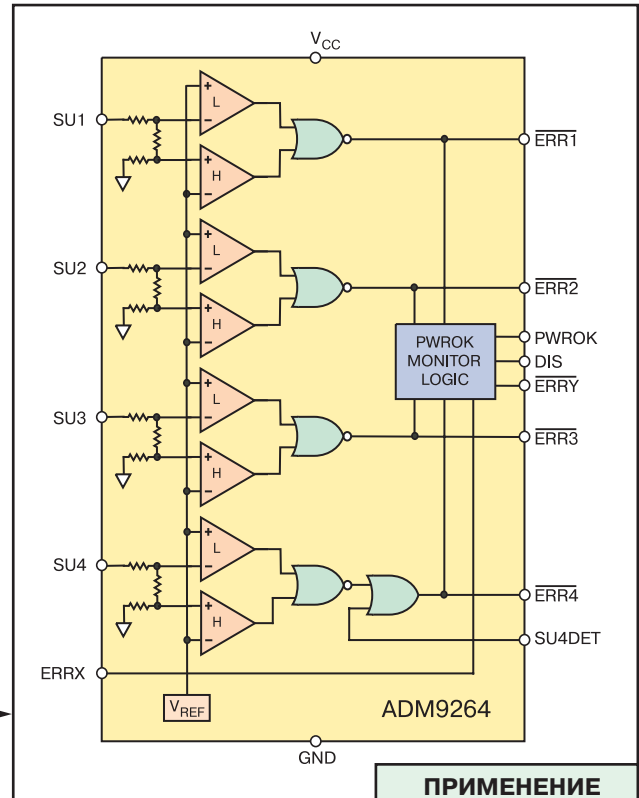
Супервизоры для многоканальных источников питания

Супервизоры применяются совместно с многоканальными источниками питания. Фирма Analog Devices анонсировала два супервизора для таких источников – это ИМС ADM9264 (для четырехканальных источников питания) и ИМС ADM1060 (для семиканальных источников питания). ИМС ADM9264 осуществляет мониторинг четырех независимых источников питания и выдает соответствующий сигнал ошибки, если напряжение даже одного из них выходит за пределы заданного интервала. Кроме того, ИМС ADM9264 имеет выход PWROK, который индицирует состояние всех источников питания. Если напряжения всех источников питания находятся в заданном диапазоне, этот выход имеет высокое состояние. При уходе хотя бы одного из напряжений за заданные пределы выход PWROK изменяет свое состояние на низкое.



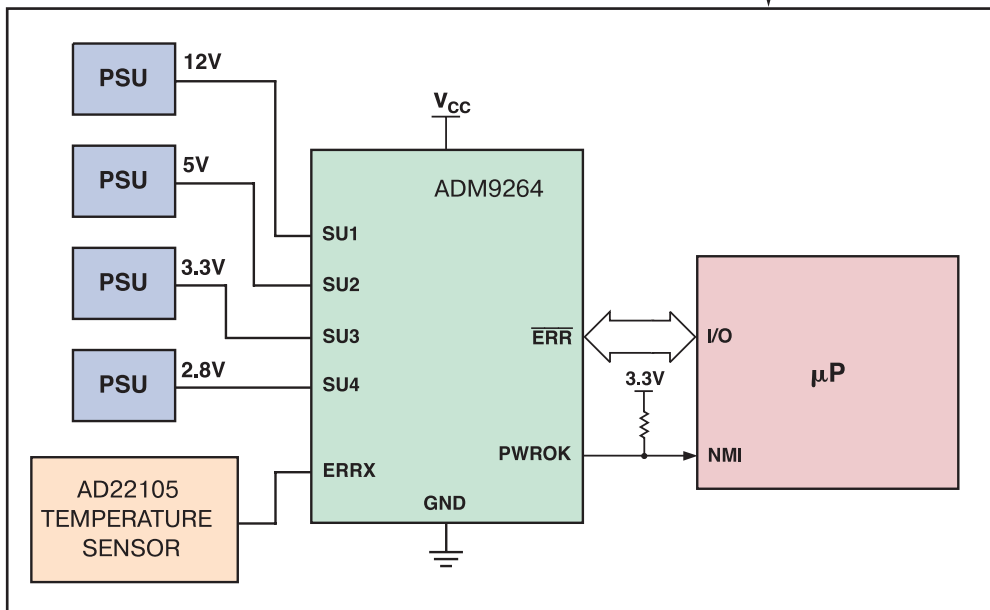
ADM9264 – ИМС мониторинга напряжений четырех источников питания

- уровни напряжений четырех источников питания 2.8, 3.3, 5.0 и 12.0 В
- определяется выход за верхний и нижний допустимые пределы напряжений питания
- состояние работоспособности источников питания индицируется на выходе PWROK
- имеется дополнительный вход для внешнего сенсора
- ток потребления 25 мкА
- устойчива к выбросам по цепям питания
- не требует внешних компонентов
- выпускается в корпусе 16-SOIC



ПРИМЕНЕНИЕ

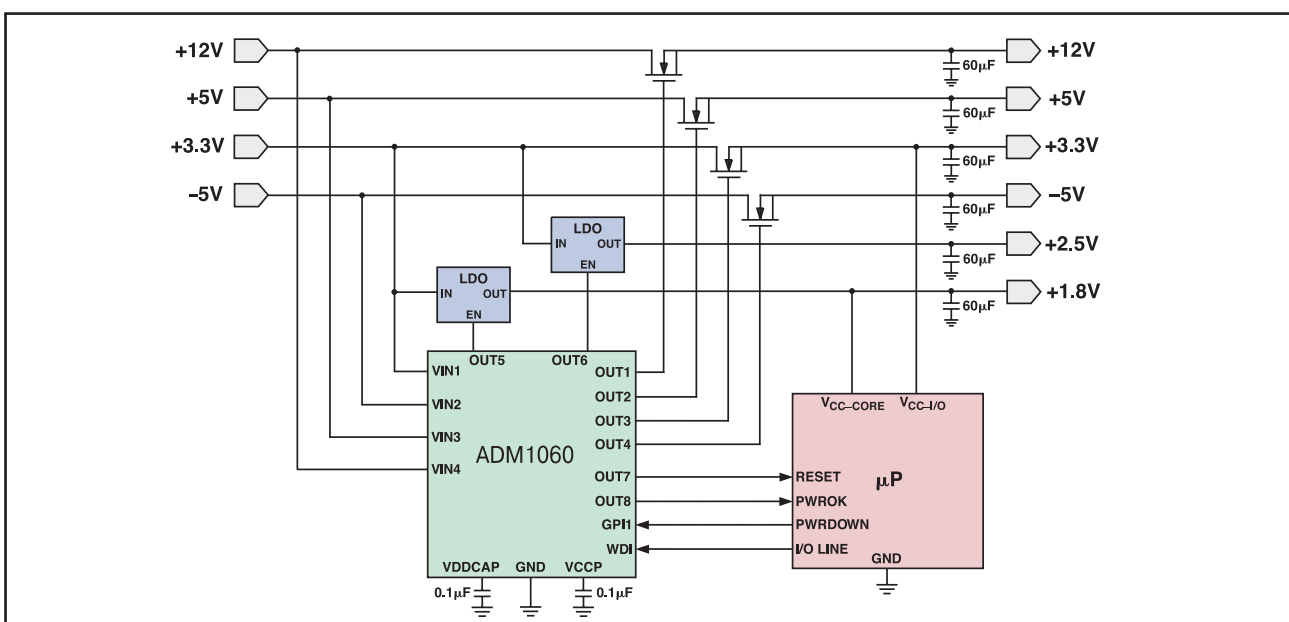
- микропроцессорные системы
- компьютеры
- контроллеры
- интеллектуальные измерительные приборы
- сетевые системы



ADM1060 – программируемый супервизор многоканального источника питания

Программируемый супервизор/формирователь временной диаграммы включения многоканального источника питания ADM1060 выполнен в одной ИМС. ADM1060 производит мониторинг до семи напряжений питания, определяя выход каждого из напряжений как за верхнюю, так и нижнюю границу, мониторинг четырех логических и одного широтно-импульсного сигнала. Использование комбинированной логической и программируемой задержек позволяет упорядочить сигналы управления по девяти выходам при любом сочетании входных сигналов. Девять выходных драйверов могут быть запрограммированы для различных режимов работы. Супервизор можно конфигурировать программно через двухпроводный SMBus-интерфейс, причем выбранная конфигурация может быть сохранена в энергонезависимой встроенной памяти EEPROM.

- производит мониторинг семи независимых напряжений питания:
 - одного высоковольтного напряжения питания свыше 14.4 В
 - четырех положительных напряжений питания свыше 6 В
 - двух биполярных напряжений питания в диапазоне от -6 до 6 В
- содержит сторожевой таймер с программируемой задержкой
- имеет четыре логических входа общего назначения
- имеет девять выходных драйверов:
 - с открытым стоком (необходим внешний резистор)
 - с открытым стоком и внутренней защитой от перенапряжения
 - с внутренней защитой от перенапряжения
 - четыре высоковольтных выхода для управления внешним N-канальным полевым транзистором
- EEPROM объемом 512 байт
- стандартный SMBus интерфейс
- предусмотрена программируемая задержка для согласования во времени выходных сигналов



Новые семейства супервизоров со встроенными сторожевыми таймерами

Супервизоры ADM6316-ADM6322

включают в себя сторожевые таймеры

- 26 порогов запуска сигналов установки от 2.6 до 4.6 В
- задержка сигнала установки: 1, 20, 140 мс и 1.2 с
- задержка сигнала таймера: 6.3, 102 мс и 1.6, 25.6 с
- предусмотрена установка вручную
- тип корпуса 5-SOT23
- совместимы по выводам с MAX6316-MAX6322

Супервизоры ADM823-ADM825 содержат сторожевой таймер и выпускаются в корпусах типа SOT23/SC70

- 7 порогов запуска сигналов установки в диапазоне от 2.19 до 4.63 В
- фиксируемая задержка сигнала установки (140 мс) и сторожевого таймера (1.6 с)
- предусмотрена установка запуска в исходное состояние вручную
- тип корпуса 5-SOT23 и 5-SC70
- совместимы по выводам с MAX823-MAX825

Супервизоры ADM6821-ADM6825 содержат сторожевой таймер и предназначены для мониторинга напряжений низкого уровня

- 9 порогов запуска сигналов установки от 1.58 до 4.63 В
- фиксируемая задержка сигнала установки (140 мс) и сторожевого таймера (1.6 с)
- предусмотрена установка запуска в исходное состояние вручную
- тип корпуса 5-SOT23
- совместимы по выводам с MAX6821-MAX6825

Подробную информацию о супервизорах можно получить по адресу: supervisory@analog.com



www.analog.com

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

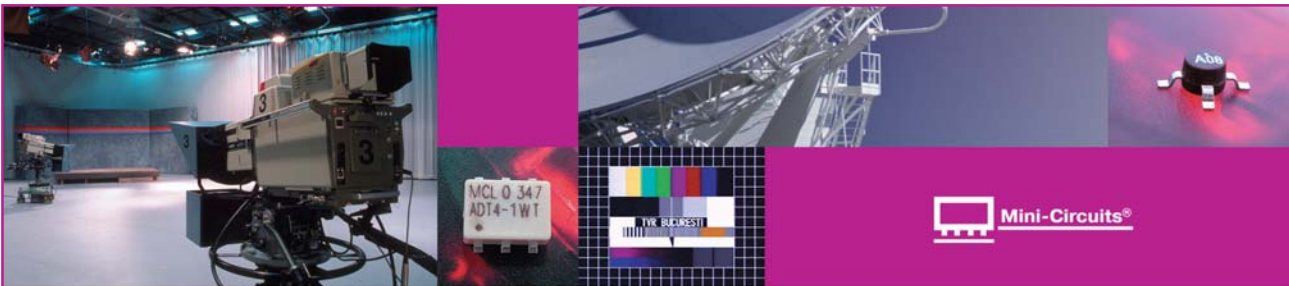
Am Westpark 1 – 3
D-81373 Munchen
Germany
Тел.: +89 76903-0
Факс: +89 76903-157
Интернет:
<http://www.analog.com>

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

ул. Жилианская, 29
а/я 942
01033 Киев, Украина
Тел.: +380 44-227-2262
Факс: +380 44-227-3668
E-mail:
info@vdmals.kiev.ua
Интернет:
<http://www.vdmals.kiev.ua>



Широкополосные ВЧ-трансформаторы и малошумящие СВЧ-усилители для радиосвязи и кабельного телевидения



ВЧ-трансформатор ADT4-1WT

Основные характеристики:
 коэффициент трансформации 1
 полоса частот от 0.4 до 800 МГц
 затухание 3 дБ (0.4-800 МГц),
 2 дБ (0.5-700 МГц), 1 дБ (1-400 МГц)

Цены в грн. с НДС:
 от 1 до 10 шт. — 26.18
 от 10 до 25 шт. — 25.17
 >25 шт. — 24.16



СВЧ-усилитель MAR-8SM

Основные характеристики:
 -полоса частот от 0 до 2000 МГц
 -коэффициент усиления по напряжению
 12.5-10.5 дБ, по мощности — 10 дБм
 -шум-фактор 6 дБ
 -напряжение питания 5 В

Цены в грн. с НДС:
 от 1 до 10 шт. — 11.37
 от 10 до 25 шт. — 10.98
 >25 шт. — 10.56

VD MAIS – официальный партнер компании Mini-Circuits в Украине

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Высокочастотные трансформаторы находят широкое применение в электронном оборудовании для согласования импедансов входов/выходов функциональных узлов, пошагового повышения или понижения напряжения, гальванической изоляции по постоянному току различных устройств, а также ослабления синфазной помехи в симметричных цепях. Лидером в области производства высокочастотных трансформаторов является компания Mini-Circuits. Особенности высокочастотных трансформаторов кратко изложены в настоящей публикации.

В. Романов

В программе компании Mini-Circuits множество различных высокочастотных компонентов и устройств. Среди них миксеры, сплиттеры, высокочастотные аттенюаторы и усилители, удвоители частоты, фазовые детекторы и модуляторы. Все перечисленные высокочастотные блоки, как правило, имеют входное/выход-

ное сопротивление, равное 50 или 75 Ом [1]. Однако внутри этих блоков имеются цепи с сопротивлением, зачастую отличающимся от приведенных выше значе-

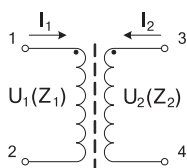


Рис. 1. Изолирующий ВЧ-трансформатор

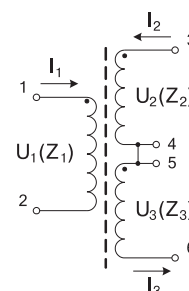


Рис. 2. ВЧ-трансформатор со средней точкой

Таблица параметров ВЧ-трансформаторов компании Mini-Circuits

Тип трансформатора	Отношение импедансов первичной/вторичной обмоток	Ширина полосы пропускания, МГц	Вносимое затухание в полосе частот, МГц			Цена за 1 шт., \$, в партии, шт.
			3 дБ	2 дБ	1 дБ	
ADT1-1WT	1	0.4-800	0.4-800	0.5-700	1-400	2.95
ADT1-6T	1	0.03-125	0.03-125	0.04-75	0.05-50	3.45
ADT1.5-1	1.5	0.5-650	0.5-650	0.8-500	1-300	2.95
ADT2-1T	2	0.4-450	0.4-450	0.6-400	1-200	3.65
ADT2-1T-1P	2	8-600	8-600	10-400	13-300	4.25
ADT3-1T	3	1-500	-	1-500	2-300	3.45
ADT3-6T	3	0.06-400	0.06-400	0.1-290	0.2-250	4.50
ADT4-1WT	4	2-775	2-775	3-600	6-250	2.95
ADT4-1T	4	9-625	9-625	10-550	14-500	3.95
ADT4-5WT	4	0.3-500	0.3-500	0.5-400	2-250	4.50
ADT4-6T	4	0.06-300	0.06-300	0.08-250	0.15-200	4.50
ADT4-6WT	4	0.5-600	0.5-600	0.7-475	2-300	4.50
ADT8-1T	8	0.1-130	0.1-130	0.15-110	0.2-75	4.50
ADT9-1T	9	1-250	-	1-250	2-150	3.95
ADT16-1T	16	1.5-160	1.5-160	3-105	5-65	4.25
ADT16-6T	16	0.1-70	0.1-70	0.18-45	0.3-33	5.95
JT-1975	2.5	0.04-80	0.04-80	0.05-60	0.1-30	2.49
JTX-2-10T	2	50-1000	-	-	50-1000	6.95
JTX-4-10T	4	50-1000	-	-	50-1000	6.95
TX-2-5-1	2	30-1100	-	30-1100	100-800	2.95
T1-1T-KK81	1	0.08-200	0.08-200	0.15-150	0.2-80	4.45
T1-6T-KK81	1	0.015-300	0.015-300	0.021-150	0.03-50	6.95
T2-1T-KK81	2	0.07-200	0.07-200	0.1-100	0.5-50	4.95
T2.5-6T-KK81	2.5	0.01-100	0.01-100	0.02-50	0.5-20	4.95
T3-1T-KK81	3	0.05-250	0.05-200	0.1-200	0.5-70	4.95
T4-1-KK81	4	0.2-350	0.2-350	0.35-300	2-100	3.25
T4-6T-KK81	4	0.02-250	0.02-250	0.05-150	0.1-100	5.65
T5-1T-KK81	5	0.3-300	0.3-300	0.6-200	5-100	4.95
T8-1T-KK81	8	0.3-140	0.3-140	0.7-90	1-60	7.95
T13-1T-KK81	13	0.3-120	0.3-120	0.7-80	5-20	4.95
T16-6T-KK81	16	0.03-75	0.03-75	0.06-30	0.1-20	5.65
T4-1H-KK81	4	10-350	10-350	15-300	25-200	5.95
TX16-R3T	16	40-300	40-300	60-220	70-150	4.95
TCM2-1T	2	3-300	-	-	3-300	1.09
TCM3-1T	3	2-500	-	2-500	5-300	1.09
TCM4-1W	4	3-800	3-800	5-400	10-100	1.19
TCM4-14	4	200-1400	200-1400	300-1300	800-1000	1.19
TCM4-6T	4	1.5-600	1.5-600	2-400	3-350	1.19
TCM8-1	8	2-500	2-500	5-400	10-100	0.99
TCM9-1	9	2-280	2-280	3-150	5-100	1.19
TC1-1T	1	0.4-500	0.4-500	0.5-300	1-100	1.19
TC2-1T	2	3-300	-	-	3-300	1.29
TC3-1T	3	5-300	-	-	5-300	1.29
TC4-1T	4	0.5-300	-	0.5-300	1.5-100	1.19
TC4-1W	4	3-800	3-800	5-400	10-100	1.19
TC4-14	4	200-1400	200-1400	300-1300	800-1100	1.29
TC8-1	8	2-500	2-500	5-400	10-100	1.19
TC9-1	9	2-200	2-200	3-100	5-40	1.29
TC16-1T	16	20-300	20-300	30-200	50-150	1.59
T1-1T	1	0.08-200	0.08-200	0.15-150	0.2-80	4.45
T1-6T	1	0.015-300	0.015-300	0.021-150	0.03-50	6.95
T2-1T	2	0.07-200	0.07-200	0.1-100	0.5-50	4.95
T2.5-6T	2.5	0.01-100	0.01-100	0.02-50	0.5-20	4.95
T3-1T	3	0.05-250	0.05-200	0.1-200	0.5-70	4.95
T4-1	4	0.2-350	0.2-350	0.35-300	2-100	3.25
T4-6T	4	0.02-250	0.02-250	0.05-150	0.1-100	5.65
T5-1T	5	0.3-300	0.3-300	0.6-200	5-100	4.95
T8-1T	8	0.3-140	0.3-140	0.7-90	1-60	7.95
T13-1T	13	0.3-120	0.3-120	0.7-80	5-20	4.95
T16-6T	16	0.03-75	0.03-75	0.06-30	0.1-20	5.65
T4-1H	4	10-350	10-350	15-300	25-200	5.95
TMO1-1T	1	0.05-200	0.05-200	0.08-150	0.2-80	7.95
TMO2-1T	2	0.07-200	0.07-200	0.1-100	0.5-50	8.45
TMO2.5-6T	2.5	0.01-100	0.01-100	0.02-50	0.05-20	8.45
TMO3-1T	3	0.05-250	0.05-250	0.1-200	5-70	7.95
TMO4-1	4	0.2-350	0.2-350	0.35-300	2-100	6.25
TMO5-1T	5	0.3-300	0.3-300	0.6-200	5-100	8.45
TMO13-1T	13	0.3-120	0.3-120	0.7-80	5-20	8.45

ний и лежащим в пределах 1-500 Ом. К тому же, необходимо, чтобы вход/выход 50- или 75-омного звена был симметричным или, наоборот, несимметричным. Для сопряжения ВЧ-блоков используются апериодические трансформаторы, выполненные в виде традиционных согласующих трансформаторов (с магнитной связью) и обладающие широкой полосой пропускания, свободной от резонансов. Для исключения искажений полоса рабочих частот трансформатора должна быть выбрана несколько больше ширины спе-

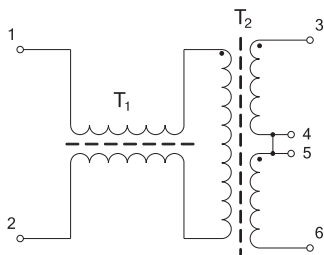


Рис. 3. ВЧ-трансформатор с преобразованием несимметричного выхода в симметричный

ктра сигнала. Обмотки трансформатора размещаются на тороидальном сердечнике из феррита, обладающем соответствующими частотными и мощностными свойствами, с относительно высокой начальной магнитной проницаемостью и высоким коэффициентом индуктивности. Тщательный выбор размеров трансформатора обеспечивает вносимое им затухание не более нескольких децибел в полосе частот до единиц гигагерц. При этом для согласующих трансформаторов коэффициент трансформации может выбираться в достаточно широких пределах, а полоса частот может составлять не менее пяти октав.

Типовые схемы ВЧ-трансформаторов приведены на рис. 1-3, основные характеристики ВЧ-трансформаторов со средним выводом (рис. 2), производимых компанией Mini-Circuits, приведены в таблице [2].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ред Э. Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике: Схемы, блоки, 50-омная техника. Пер. с нем. – М.: 1990.
2. PF/IF Designer's Guide. Mini-Circuits CD-ROM, 2002.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Публикуемая статья является продолжением помещенной в журнале ЭКИС № 3 за 2004 г., содержавшей описание принятых в POLA DC/DC-преобразователях серии АТН технических решений и характеристик, обеспечивающих широкие возможности управления и контроля выходного напряжения этих источников. В настоящей публикации приведены примеры применения и схемы включения преобразователей серии АТН с использованием различных режимов управления.



Г. Местечкина

Вкратце напомним об основных режимах управления выходным напряжением POLA (Point Of Load Alliance) DC/DC-преобразователей серии АТН, предназначенных для установки в непосредственной близости от нагрузки. Преобразователи этой серии при входном напряжении ($U_{вх}$) 3.3 и 5.0 В $\pm 10\%$ обеспечивают возможность установки на выходе напряжения ($U_{вых}$) в пределах от 0.8 до 2.5 и 3.6 В соответственно, а при входном напряжении 12 В $\pm 10\%$ – от 1.2 до 5.5 В. При этом максимальное значение тока нагрузки в зависимости от типа преобразователя серии АТН может быть от 6 до 30 А.

Схема подключения модуля преобразователя серии АТН к источнику питания, цепям управления и нагрузке приведена на рис. 1.

Управление выходным напряжением изменением сопротивления внешнего резистора. Управление выходным напряжением преобразователей серии АТН в этом режиме обеспечивается изменением сопротивле-

ния подключаемого извне резистора (R_{SET}), соответствующего требуемому напряжению $U_{вых}$. Рассеиваемая мощность резистора R_{SET} должна быть не менее 0.1 Вт, отклонение от номинального значения не должно превышать 1%, ТКС не должен быть более 100 ppm/°C.

При отсутствии R_{SET} на выходе преобразователя устанавливается минимальное значение напряжения из возможного диапазона регулировки. Для изменения выходного напряжения в пределах этого диапазона устанавливается соответствующий резистор. Так, например, для преобразователей серии АТН12К12 сопротивление R_{SET} может принимать значения от 318 кОм до 41 Ом для установки $U_{вых}$ в пределах от 1.225 до 5.5 В соответственно, а при отсутствии R_{SET} напряжение $U_{вых}=1.2$ В. Величину сопротивления резистора R_{SET} можно определить по формуле:

$$R_{SET} = 10 \text{ кОм} \cdot \frac{0.8 \text{ В}}{U_{вых} - 1.2 \text{ В}} - 1.82 \text{ кОм}.$$

Изменять сопротивление R_{SET} можно программным путем, используя для этого цифровой потенциометр, что позволяет регулировать выходное напряжение преобразователя дистанционно.

Режим управления выходным напряжением Auto-Track Sequencing. DC/DC-преобразователи серии ATH обеспечивают также возможность аналогового управления выходным напряжением благодаря наличию режима Auto-Track Sequencing, при котором выходное напряжение "следует" за напряжением, подаваемым на вход Track, причем диапазон изменения управляющего напряжения должен находиться в пределах от 0 до $U_{ВЫХ}$, соответствующего установленному R_{SET} ($U_{НОМ}$). В случае превышения управляющего напряжения над уровнем $U_{НОМ}$ значение выходного напряжения не изменяется. Максимально допустимый уровень управляющего напряжения не должен превышать $U_{ВХ}$.

В случае, если источник выключен, напряжение холостого хода на входе Track не должно превышать $0.56 U_{ВХ}$. Для блокировки режима Auto-Track вход Track преобразователя должен быть подключен к контакту V_{IN} через резистор сопротивлением 1 кОм, при этом переходные процессы в преобразователе проходят быстрее и сокращается время его готовности.

Вместе с тем, режим Auto-Track можно использовать не только для управления выходным напряжением преобразователя изменением уровня управляющего напряжения, но и для его выключения снижением до нуля напряжения управления. Управляющее напряжение может поступать как от высокостабилизированного эталонного, так и от любого источника

напряжения, играющего роль ведущего.

По входу Track могут быть объединены два или несколько модулей, которые подключаются к источнику управляющего напряжения через одну RC-цепь и один транзистор или ключ, как показано на рис. 2.

Кроме того, наличие интегрирующей RC-цепи на входе Track благодаря медленному изменению управляющего напряжения предотвращает возникновение скачков тока, вызванных зарядом конденсаторов фильтров на входе и выходе преобразователя. На рис. 3 приведены временные диаграммы установки напряжения на выходе преобразователей типа ATH18K12 и ATH12K12 (см. рис. 2) при их включении и выключении управляющими сигналами, подаваемыми на вход Track.

Режим Auto-Track можно использовать при необходимости одновременного подключения нескольких источников напряжения питания к сложным электронным устройствам, которыми могут быть сигнальные процессоры, микропроцессоры, ИМС типа ASIC и др.

Режим управления выходным напряжением Margin Up/Down. В режимах управления Margin Up/Down возможно скачкообразное кратковременное изменение выходного напряжения на $\pm 5\% U_{НОМ}$, для чего соответствующий вывод преобразователя (Margin Up или Margin Down) должен присоединяться к выводу GND. Для уменьшения уровня скачка с 5 до 4, 2, 3 или 1 % к соответствующему выводу должен подключаться резистор (R_U и R_D), величина сопротивления которого определяется из соотношения

$$R_U, R_D = \left(\frac{499}{\Delta\%} - 99.8 \right) \text{ кОм},$$

где $\Delta\%$ – изменение напряжения $U_{НОМ}$ в %. В качестве

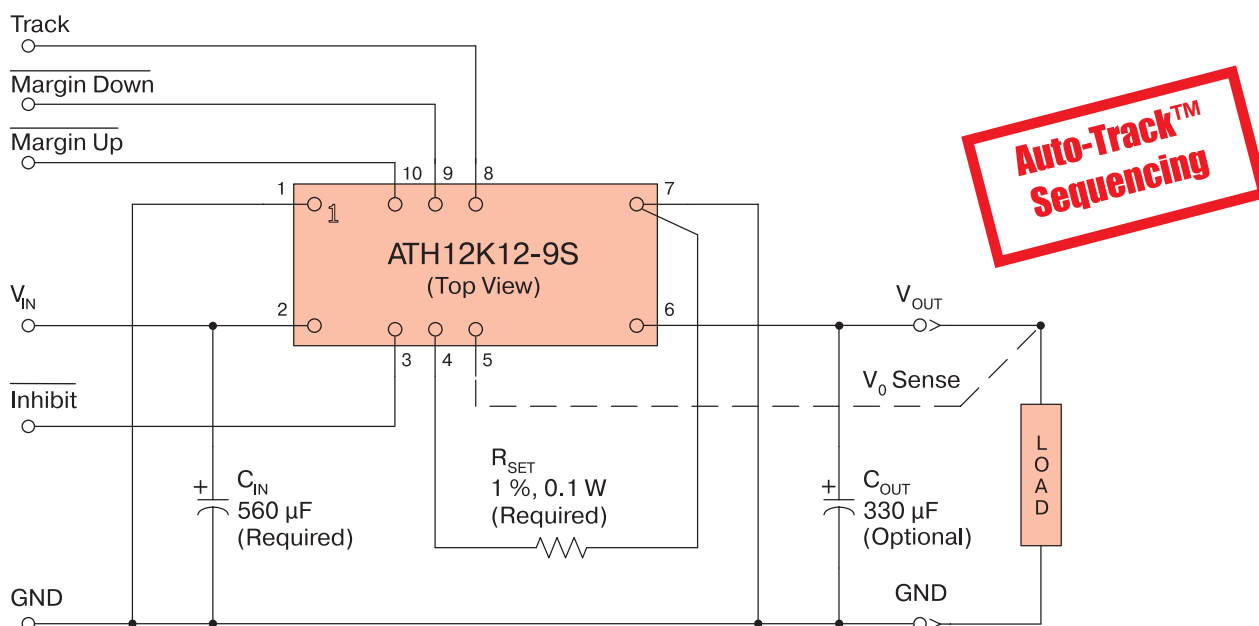


Рис. 1. Схема подключения модуля преобразователя серии ATH

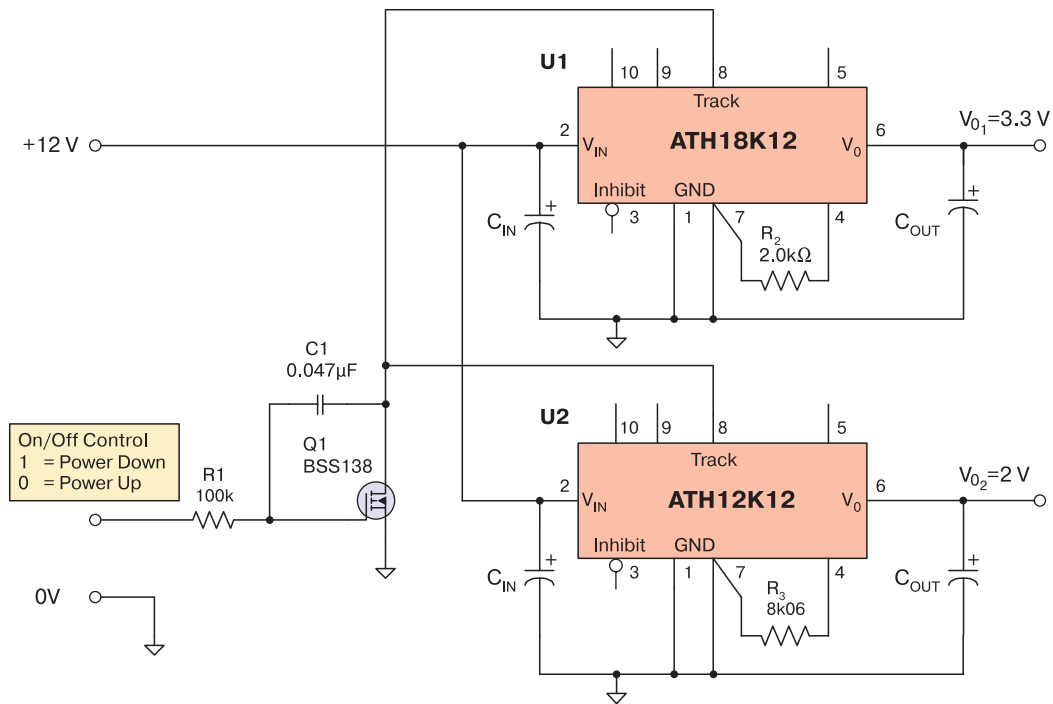


Рис. 2. Схема подключения двух DC/DC-преобразователей серии ATH, связанных по входу Track

коммутатора сигнала управления на входах Margin Up/Down рекомендуется использовать полевой транзистор. Схема подключения преобразователя в режиме управления Margin Up/Down приведена на рис. 4. Режим Margin Up/Down может найти применение для динамического тестирования (выполняемого сравнительно простым способом) систем защиты от превышения или снижения выходного напряжения источника (естественно, входы Margin Up/Down не могут быть активированы одновременно).

Режим управления включением/выключением Output On/Off Inhibit. Этот режим предусмотрен во

всех преобразователях серии ATH и может быть использован, когда требуется отключение выходного напряжения (например, при срабатывании защиты). Преобразователь функционирует нормально, если на вывод Inhibit не поступает сигнал управления (через полевой транзистор, рекомендуемый в качестве ключа управления), при этом на выходе устанавливается напряжение $U_{ном}$. Если на вывод Inhibit через полевой транзистор подается напряжение "0", модуль запирается и напряжение на его выходе отсутствует. Через 20 мс после запираения полевого транзистора на выходе преобразователя появляется напряжение $U_{ном}$.

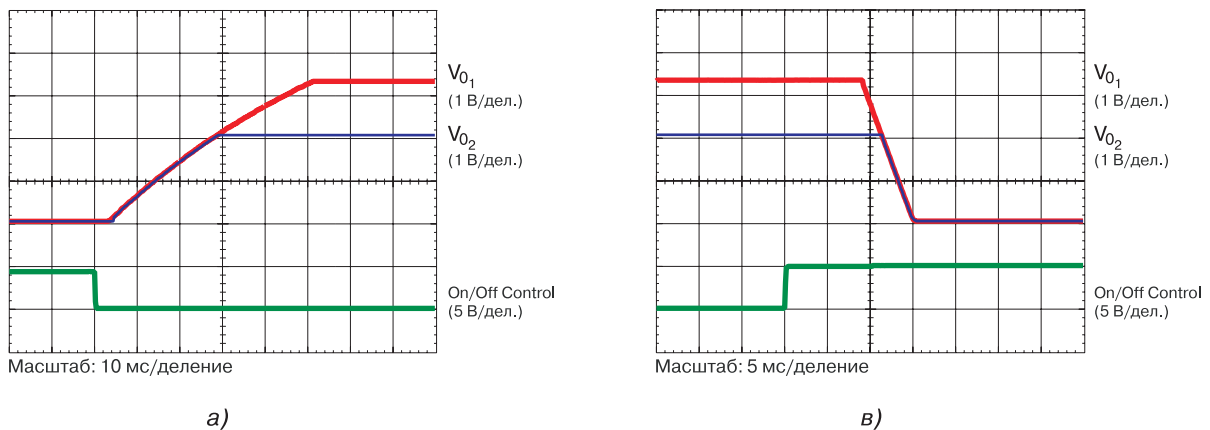


Рис. 3. Временная диаграмма включения (а) и выключения (в) преобразователя серии ATH при управлении по входу Track

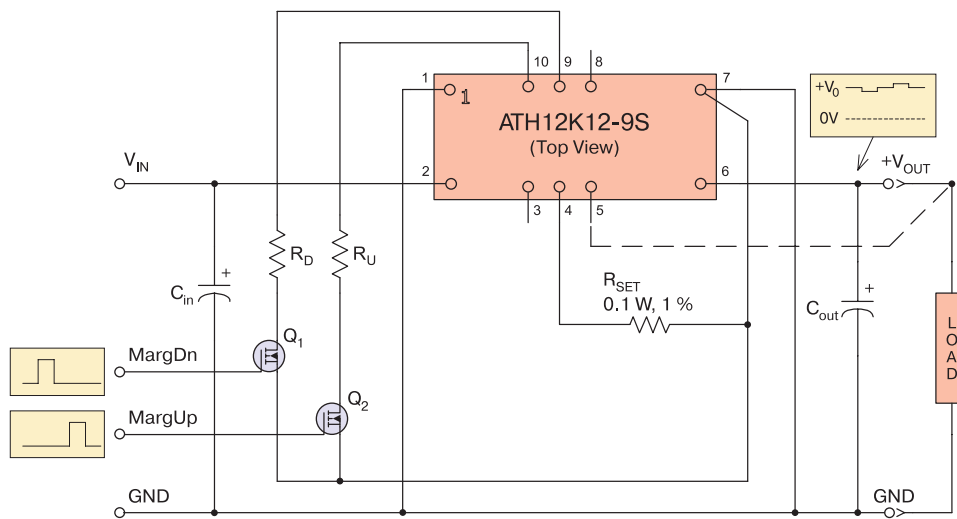


Рис. 4. Схема подключения DC/DC-преобразователя в режимах управления Margin Up/Down

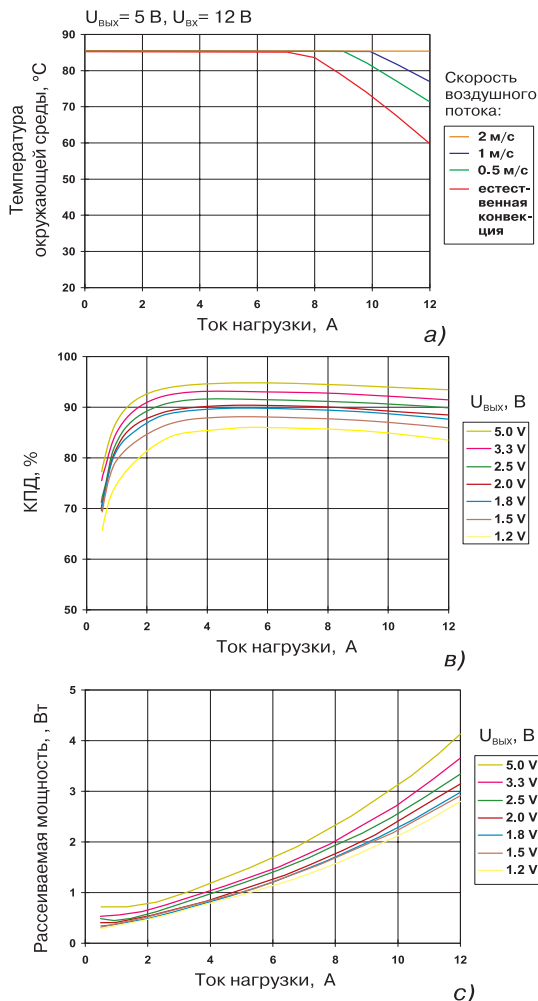


Рис. 5. Зависимость допустимого тока нагрузки преобразователя от температуры окружающей среды (а); КПД и рассеиваемой мощности – от тока нагрузки (в, с)

Контроль выходного напряжения. Наличие вывода V_0 Sense на всех преобразователях серии ATN (кроме ATN06) позволяет производить контроль уровня выходного напряжения, снимаемого непосредственно с нагрузки преобразователя. При этом компенсируется падение напряжения по постоянному току на соединительных проводах между выходом преобразователя и нагрузкой, предохранителе, разделительном диоде, индуктивности фильтра и пр., величина которого не должна превышать 0.3 В.

Работоспособность модуля не нарушается, если вывод V_0 Sense остается неподключенным.

Режимы защиты преобразователя. Кроме обеспечения защиты от снижения входного напряжения, перегрузки по выходному току в преобразователях серии ATN типа ATN18/22/26/30 обеспечивается также защита от перегрева благодаря наличию в них встроенного датчика температуры. Превышение температуры над допустимым уровнем приводит к автоматическому выключению преобразователя по цепи Inhibit. Восстановление работоспособности происходит автоматически, когда температура на сенсоре уменьшается примерно на 10 °C ниже температуры срабатывания защиты.

Расширение диапазона рабочих температур преобразователей серии ATN возможно при использовании принудительной вентиляции. На рис. 5 приведена зависимость допустимого тока нагрузки преобразователя типа ATN12K12 от температуры окружающей среды для разных условий вентиляции, а также зависимость его КПД и рассеиваемой мощности от тока нагрузки для различных значений выходного напряжения.

Выбор конденсаторов фильтров. Приведенные в [1] параметры преобразователей серии ATN обеспечиваются при условии установки на их входе и вы-

ходе конденсаторов фильтров, рекомендации по выбору которых даны ниже.

Входной электролитический конденсатор должен обеспечивать пульсации тока до 800 мА и иметь емкость не менее 570 мкФ при величине эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) не более 100 мОм. Допустимое напряжение танталового конденсатора должно быть не менее $2 \times (U_{вх.макс} + U_{пульс})$. Рекомендуемая величина ESR конденсатора, устанавливаемого на выходе преобразователя, должна быть не более 150 мОм, а емкость – не менее 330 мкФ.

Для фильтрации высокочастотных шумов и пульсаций на выходе преобразователя кроме электролитического параллельно с ним должен устанавливаться керамический конденсатор емкостью от 10 до 47 мкФ.

Резюмируя сказанное о семействе POLA неизолированных DC/DC-преобразователей серии АТН, включающем АТН06 (6А), АТН10 (10А), АТН12/15 (12/15А), АТН18/22 (18/22А) и АТН26/30 (26/30А), следует под-

Основные параметры и функции, выполняемые преобразователями серии АТН

Тип	U _{вх} , В	U _{вых} , В	I _{нагр} , А	Выполняемые функции							
				Регул. R _{SET}	Auto-Track	Margin Up/Down	In/Off Inhibit	Датчик U _{вых}	Защита от перегрузки	Защита от перегрева	
АТН06	3.3	0.8-2.5	6.0	•	•	-	•	-	•	-	
	5.0	0.8-3.6	6.0	•	•	-	•	-	•	-	
	12.0	1.2-5.5	6.0	•	•	-	•	-	•	-	
АТН10	3.3/5.0	0.8-2.5/ 0.8-3.6	10.0	•	•	•	•	•	•	-	
	12.0	1.2-5.5	10.0	•	•	•	•	•	•	-	
АТН12/15	3.3/5.0	0.8-2.5/ 0.8-3.6	15.0	•	•	•	•	•	•	-	
	12.0	1.2-5.5	12.0	•	•	•	•	•	•	-	
АТН18/22	3.3/5.0	0.8-2.5/ 0.8-3.6	22.0	•	•	•	•	•	•	•	
	12.0	1.2-5.5	18.0	•	•	•	•	•	•	•	
АТН26/30	3.3/5.0	0.8-2.5/ 0.8-3.6	30.0	•	•	•	•	•	•	•	
	12.0	1.2-5.5	26.0	•	•	•	•	•	•	•	

черкнуть их высокую гибкость управления выходными параметрами, совместимость по выводам, высокий КПД и малые габариты.

Основные параметры и выполняемые преобразователями серии АТН функции сведены в таблицу.

Дополнительную информацию о POLA DC/DC-преобразователях серии АТН можно получить на фирме VD MAIS или в сети Интернет по адресу: www.astecpower.com

ЛИТЕРАТУРА:

1. Местечкина Г. Интеллектуальные источники питания // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 3.
2. Preliminary Data Sheet. – Astec Power, REV01: July 31, 2003.

УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ *

Компоненты с положительным температурным коэффициентом сопротивления, используемые в цепях электропитания вместо диодов, применяемых для защиты от изменения полярности источника напряжения, позволяют уменьшить падение напряжения на элементах защиты до значения менее 0.1 В.

А. Мельниченко

В автомобильной электронике должна быть предусмотрена защита от изменения полярности напряжения источника питания, которая может произойти при замене аккумулятора. Традиционные способы защиты оказываются либо слишком сложными, либо приводят к уменьшению напряжения питания электронных устройств, что может повлиять на их работоспособность при минимальном напряжении аккумулятора. В последнее время все большее распространение получают схемы защиты с использованием полимерных компонентов с положительным температурным коэффициентом сопротивления (PPTC-компонентов).

Основным недостатком схемы с последовательно включенным защитным диодом (рис. 1) является

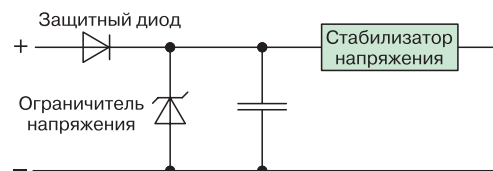


Рис. 1. Типовая схема защиты электронных устройств

* Anthony Cilluffo. Protect Automotive Electronics from Damage // "PCIM Europe", October 2003.

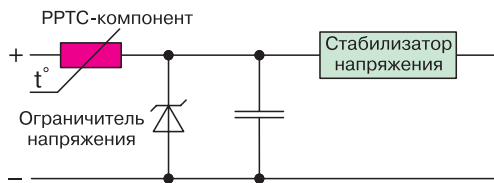


Рис. 2. Схема защиты с использованием PPTC-компонента

большое падение напряжения на нем (от 0.7 до 1 В). Например, при токе нагрузки порядка 20 А бесполезно рассеиваемая мощность составит более 14 Вт. Кроме того, при минимальном напряжении аккумулятора это может привести к ухудшению работы устройств управления двигателем, а также уменьшению выходной мощности усилителей. Допустимый ток диодов должен быть не менее тока нагрузки. При токах нагрузки более 1 А использование диодов становится экономически нецелесообразным.

Следует также учитывать способность диодов накапливать некоторое количество заряда. При отключении старого аккумулятора и подключении нового этот заряд может привести к появлению короткого выброса напряжения на нагрузке, небезопасного для нее.

Компоненты с положительным температурным коэффициентом сопротивления изготавливаются на основе композита из полукристаллического полимера и проводящих частиц. При нормальной температуре эти частицы, контактируя между собой, образуют проводящую структуру с малым сопротивлением. Если же температура превысит пороговую для данного компонента, полимер становится аморфным. Контакт между частицами нарушается и сопротивление компонента резко увеличивается.

Будучи включенным последовательно с нагрузкой, такой компонент в случае возникновения неисправности препятствует увеличению тока через него. Такое состояние сохраняется до тех пор, пока не будет устранена неисправность.

Использование PPTC-компонентов вместо последовательно

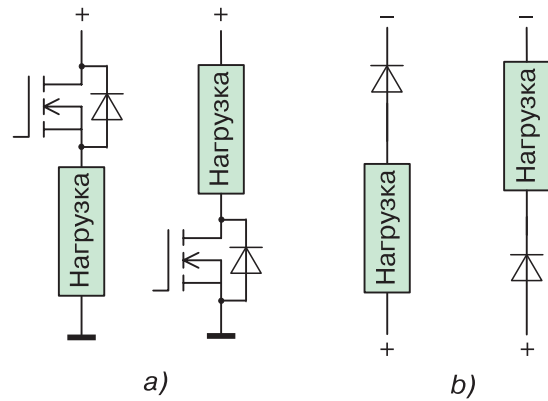


Рис. 3. Схема включения нагрузки с применением полевого транзистора (а) и эквивалентная схема при перемене полярности напряжения питания (б)

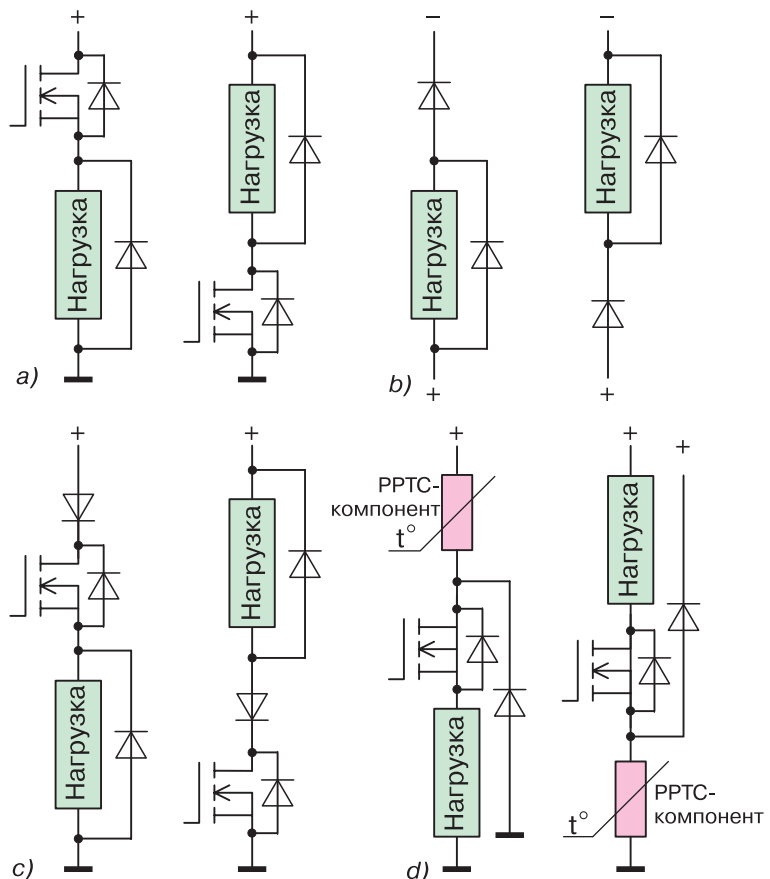


Рис. 4. Схемы устройств управления индуктивной нагрузкой и способы их защиты: включение транзисторов в цепь индуктивной нагрузки с шунтирующим диодом (а), эквивалентная схема цепей рис. 4, а при перемене полярности напряжения питания (б), схема защиты с помощью диодов (с), схема защиты с помощью PPTC-компонентов (д)

включенных диодов (рис. 2) позволяет уменьшить потери напряжения на защитных элементах до величины около 0.1 В.

Для электронных устройств, в которых для управления током нагрузки используются мощные полевые (MOSFET) транзисторы (рис. 3, а), перемена полярности напряжения питания приводит к протеканию тока через внутренние диоды этих транзисторов и нагрузку (рис. 3, б). Это может привести к выходу из строя транзисторов из-за перегрева, так как падение напряжения на диодах примерно в 5 раз больше, чем на открытых транзисторах. Попытки увеличить размеры радиатора для предотвращения перегрева влекут за собой увеличение размеров и веса, а также удорожание изделия. Даже полевой транзистор со встроенной защитой от перегрева (т. наз., TEMFET) не застрахован от повреждения, так как его схема ограничения тока стока путем ограничения напряжения на затворе в этом случае не действует.

Включение PPTC-компонента последовательно с нагрузкой в сочетании с шунтирующим ее диодом обеспечивает эффективную защиту управляющих транзисторов без увеличения размеров радиатора. И, что не менее важно, в этом случае при перемене полярности напряжения питания ток через нагрузку не протекает.

При коммутации индуктивной нагрузки параллельно ей обычно включают защитный диод (рис. 4, а). Если в качестве коммутирующего элемента используется полевой транзистор, имеющий внутренний диод, то при перемене полярности питающего напряжения источник питания оказывается нагруженным на два последовательно включенных диода (рис. 4, б). В этом случае вместо последовательно включенного диода (рис. 4, в) можно использовать ту же схему из последовательно включенного PPTC-компонента и шунтирующего диода (рис. 4, д).

Через включенный последовательно с нагрузкой диод протекает весь ток нагрузки. В отличие от этого через шунтирующий диод протекает ток лишь при перемене полярности напряжения питания. В первый момент его значение достигает максимума, обеспечивая переход PPTC-компонента в высокоимпедансное состояние. Длительность импульса тока не превышает нескольких миллисекунд, после чего ток уменьшается до значения, поддерживающего высокоимпедансное состояние PPTC-компонента. Поэтому размеры и стоимость шунтирующего диода могут быть невелики.

Для реверсирования двигателей постоянного тока применяют схему, известную как H-мост (рис. 5, а). Для напряжения обратной полярности эта схема представляет собой мост из четырех диодов, включенных как показано на рис 5, б. Для защиты схемы достаточно включить в цепь питания PPTC-компонент (рис. 5, с). В качестве шунтирующих диодов в этом случае использованы внутренние диоды транзисторов (рис. 5, д).

Возрастание мощности, потребляемой автомобильной электроникой, привело к необходимости разработки новых источников питания, которые со

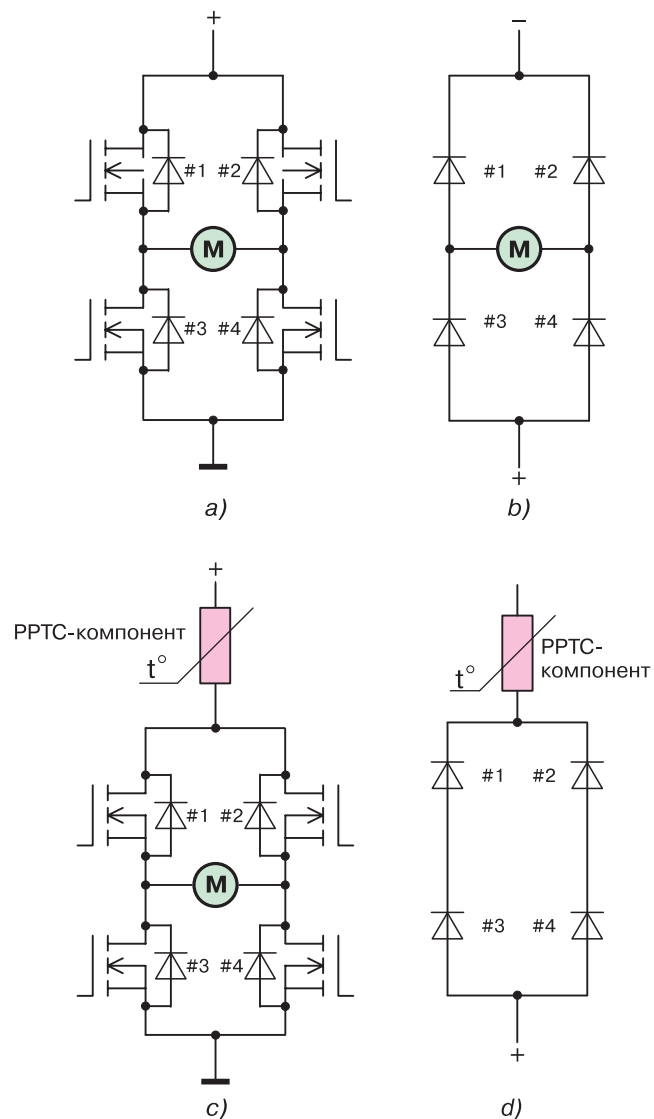


Рис. 5. Схемы управления коллекторными двигателями и способы их защиты: типовая схема H-моста (а), эквивалентная схема H-моста при перемене полярности напряжения питания (в), схема защиты H-моста с помощью PPTC-компонента (с), эквивалентная схема цепи рис. 5, с при изменении полярности напряжения (д)

временем заменят существующие с середины 50-х годов 12-вольтовые аккумуляторы. Согласно стандарту PowerNet предельные напряжения этих источников будут втрое превышать напряжение существующих сегодня источников. Для 12-вольтовых изделий в новых стандартах определены более узкие допуски. Существующие сегодня устройства малой мощности будут использоваться еще несколько лет совместно с более мощными устройствами с напряжением питания 42 В. Опасаясь расходов при переходе на новые источники питания, производители используют любую возможность уменьшения мощности потребления автомобильной электроники.

Одним из способов уменьшения потребляемой мощности является переход на бесколлекторные электродвигатели. Они лишены недостатков коллекторных двигателей (износа щеток и повышенного уровня электромагнитных помех). Схема управ-

ления трехфазным двигателем похожа на схему H-моста, однако имеет не две, а три ветви. Поэтому для ее защиты от перемены полярности напряжения питания можно использовать ту же схему, что и для H-моста.

Применение PPTC-компонентов позволит уменьшить потребляемую мощность и стоимость электронных устройств автомобилей, позволив отложить переход к новым источникам питания еще на несколько лет.

Фирма VD MAIS является дистрибьютором фирм MURATA и Tyco Electronics и поставляет выпускаемые ими компоненты для защиты электрических цепей от перегрузки.

Более подробную информацию об этих компонентах можно получить в сети Интернет по адресам: www.murata.com и www.circuitprotection.com/lvr, а также в фирме VD MAIS.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ СБОРКИ МИКРОСХЕМ

Непрерывный процесс миниатюризации электронных устройств вызвал необходимость совершенствования технологий сборки микросхем. Постоянно растет число изделий, в которых используются многокристальные модули. В статье дан обзор существующих в настоящее время методов монтажа микросхем.

А. Мельниченко

Термин MCM (multichip module – многокристальный модуль) появился в середине 90-х годов как обозначение технологии размещения нескольких кристаллов микросхем на общей подложке [1]. В то время активно разрабатывались новые виды подложек, расположение соединений в которых должно было обеспечить увеличение быстродействия микросхем. Современный корпус рассматривался как вспомогательный компонент микросхемы, обеспечивающий быстродействие в сочетании с минимальными габаритами и весом, для применения в изделиях, для которых минимальная стоимость не является решающим фактором. Поэтому за MCM-технологией закрепилась репутация затратной, пригодной лишь для решения узкого круга задач.

Впоследствии, когда производители портативных устройств искали возможности уменьшения габаритов и веса своих изделий при одновременном повышении их быстродействия, преимущества MCM-технологии вновь обратили на себя внимание. Совершенствование этой технологии привело к тому, что затраты на производство изделий при ее применении стали меньше, чем при изготовлении способом поверхностного монтажа.

Термин "die products" обозначает микросхемы, размеры которых определяются размерами кристал-

ла. Он охватывает как микросхемы, изготовленные по новой технологии "wafer level packaging" (WLP), так и с применением широко используемых методов соединения: с помощью золотых проводников и технологии flip-chip.

Преимущества микросхем "die products"

Увеличение числа управляющих устройств в автомобильной электронике, вычислительной технике, системах передачи данных, изделиях военного назначения и бытовых устройствах вызвало потребность создания микросхем меньших габаритов, более высокой степени интеграции, производительности и надежности, с меньшими затратами на их изготовление. Этим несколько противоречивым требованиям как нельзя более соответствуют микросхемы, обозначаемые, как "die products".

Малые габариты. Бесспорно, что бескорпусные или WLP кристаллы занимают наименьшую площадь на подложке. Численной мерой, применяемой для обозначения эффективности использования подложки, является отношение общей площади, занимаемой микросхемами, к площади печатной платы. Для мобильных телефонов, выпущенных до 2000 года, это отношение равно в среднем 0.17, а после 2000 года – 0.27. Это отношение может возрасти, т. к. в новых модификациях увеличивается доля микросхем "die pro-

ducts", в особенности бескорпусных микросхем, а также выполненных с пространственным расположением кристаллов.

Быстродействие. Микросхемы "die products" отличаются более короткой длиной соединительных проводников, что обеспечивает увеличение скорости распространения сигналов. Уменьшаются также значения активного сопротивления и паразитных параметров проводников. Расположение пассивных компонентов возле выводов кристалла способствует повышению его максимальной рабочей частоты.

Производство. При изготовлении микросхем "die products" используются проверенные технологии установки в корпус, при этом сокращаются затраты на создание производственной инфраструктуры. Эти микросхемы рассчитаны на использование в крупносерийных портативных и беспроводных устройствах.

Общие расходы на изготовление изделий, в которых используются микросхемы "die products", невелики. Основные предпосылки сокращения расходов: уменьшение размеров подложки, упрощение монтажа, и, главное, более короткий период от начала разработки микросхемы до появления ее на рынке.

Надежность. Производители разработали мероприятия, обеспечивающие требуемую надежность микросхем при одновременном снижении общих расходов на их производство. Все большая часть испытаний микросхем производится на этапе до разрезания кремниевой пластины.

Способы монтажа кристаллов на подложку

Chip-on-board (COB) –

термин, обозначающий монтаж бескорпусных микросхем на подложку. Кристалл микросхемы приклеивают к плате и затем соединяют проводниками его выводы с площадками печатной платы. После этого кристалл защищают от механических воздействий с помощью компаунда (рис. 1).

Такая технология широко используется в течение нескольких лет. Главное ее преимущество – простота. Она может быть легко интегрирована в технологический процесс поверхностного монтажа SMD-компонентов.

Direct chip attach (DCA). Способы монтажа, при которых выводы микросхемы используются как для механического крепления ее к подложке, так и для электрического соединения с ней, обозначают термином "direct chip attach" или DCA. При этом кристалл монтируется в перевернутом положении (flip-chip).

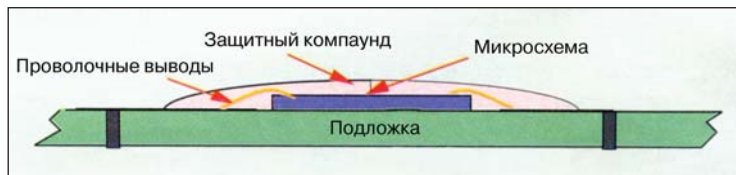


Рис. 1. Монтаж микросхемы способом "chip-on-board" (на подложке может быть смонтировано несколько кристаллов, а также пассивные компоненты)

Существует много способов монтажа кристаллов flip-chip [2]. Те из них, в которых используется пайка, могут быть легко интегрированы в процесс поверхностного монтажа.

Монтаж кристаллов в перевернутом положении имеет ряд преимуществ, основным из которых является то, что выводы кристалла не должны располагаться по его периметру. Наиболее распространено расположение выводов в виде матрицы. Это позволяет улучшить подвод питающих напряжений, увеличить быстродействие микросхемы, а также несколько увеличить допуски на шаг выводов, что облегчает монтаж. В настоящее время широко используются две технологии монтажа: пайкой и приклеиванием кристалла.

На рис. 2 показана зависимость максимального числа располагаемых на кристалле выводов от длины стороны кристалла квадратной формы для разных значений шага между выводами и различных конфигураций их расположения.

Монтаж с помощью пайки. Разработанная фирмой IBM технология предусматривает формирование

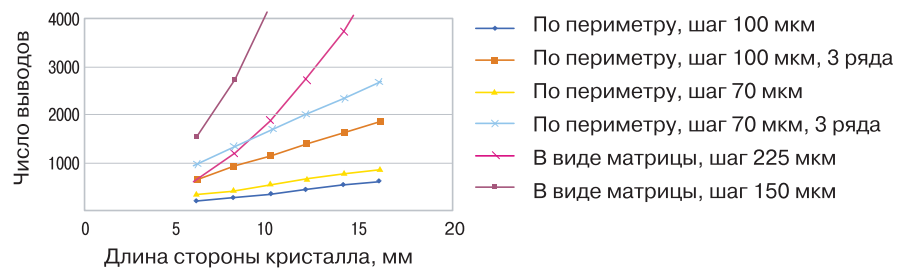


Рис. 2. Максимально возможное число выводов микросхемы flip-chip в зависимости от размера стороны кристалла (квадратной формы) при разных способах их расположения

на поверхности кристалла столбиковых выводов из припоя с высокой температурой плавления и припайвание их к покрытым низкотемпературным припоем площадкам подложки (рис. 3). Другой разновидностью этой технологии является формирование столбиковых выводов из низкотемпературного припоя и припайвание их к подложке.

Монтаж с помощью клея. Эта технология в настоящее время используется наиболее часто. Существует несколько ее разновидностей. Одна из них

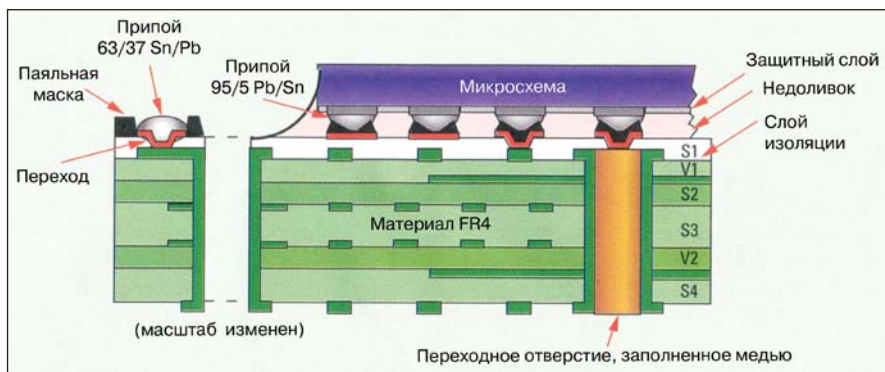


Рис. 3. Монтаж микросхем flip-chip с выводами из высокотемпературного припоя

предусматривает применение непроводящего клея для крепления кристалла и создания непосредственного контакта столбиковых выводов кристалла с площадками подложки. Одновременно клей выполняет функции герметизирующего вещества и недоливка, уменьшая влияние механических напряжений, возникающих при изменении температуры вследствие различных коэффициентов линейного расширения кристалла и подложки.

Другой разновидностью технологии является применение анизотропных проводящих клеев, представляющих собой смесь проводящих частиц и термореактивного клея (рис. 4). Они обеспечивают как механическую связь кристалла с подложкой, так и их элект-

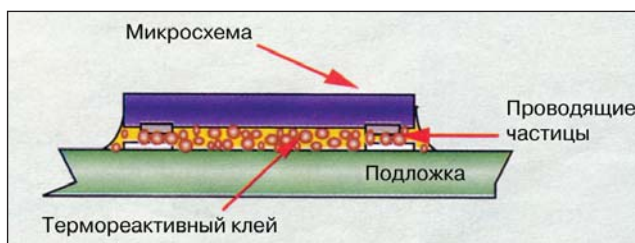


Рис. 4. Монтаж микросхемы flip-chip с помощью клея

рическое соединение.

Монтаж при помощи клея имеет ряд преимуществ. Шаг выводов микросхемы в этом случае может быть меньше, чем при пайке. Операция чистки может выполняться не так тщательно. Исключается операция лужения площадок подложки, отсутствует необходимость применения припоя. Для создания столбиковых выводов может быть использовано то же оборудование и технология, что и при COB-технологии. Выводы на поверхности кристалла формируют с помощью термокомпрессии и ультразвука. После выравнивания их по высоте кристалл готов к монтажу.

Wafer level packaging (WLP). Технология WLP предполагает, что формирование выводов и тестирование микросхем осуществляется до резки кремниевой пластины. Сформированные по этой технологии

выводы имеют больший диаметр и шаг между ними, чем в микросхемах flip-chip. Это уменьшает действие сил, возникающих при изменении температуры, а также облегчает монтаж кристаллов на стандартных линиях поверхностного монтажа.

Внедрение технологии WLP было вызвано необходимостью достижения функциональности и плотности расположения кристаллов, характерных для появившихся в конце 90-х годов

микросхем, известных как CSP (Chip Scale Package).

Одной из причин развития технологий WLP и CSP было стремление изготовителей микросхем отказаться от использования недоливка. Кроме упомянутой выше компенсации механических напряжений недоливка служит амортизатором для кристаллов микросхем, испытывающих ударные нагрузки. Кристаллы малых размеров, изготовленные по технологиям WLP и CSP, более устойчивы к механическим нагрузкам, поэтому необходимость в недоливке снижается.

Многокристалльные модули (MCM – multichip module или MCP – multichip package). Это, как правило, микросхемы частного применения, содержащие десятки и сотни компонентов и имеющие большие габариты и высокую плотность расположения кристаллов.

Системы в корпусе (SIP – system in a package). В 90-х годах прошлого столетия появились новые микросхемы, заменившие многокристалльные модули. Они содержали кристаллы различного назначения (к примеру, процессор, память и специализированные логические схемы), смонтированные на общей подложке. Такие микросхемы получили название "системы в корпусе" в силу своей функциональной идентичности с системами на кристалле. По внешнему виду и способу монтажа они не отличаются от микросхем в корпусе BGA. Микросхемы SIP привлекают разработчиков портативных устройств несколькими преимуществами. Приводим некоторые из них:

- кристаллы различных габаритов, способов изготовления и монтажа объединены в функциональном модуле, в результате чего потребители получают лучшие компоненты по минимальной цене
- в корпусе микросхемы могут быть размещены пассивные компоненты, антенны, фильтры, экраны и др., что уменьшает уровень паразитных излучений, улучшает экранирование и увеличивает быстродействие микросхемы
- сокращается срок модернизации микросхемы, выполняемой путем замены отдельных кристаллов.

Микросхемы с пространственным расположением кристаллов. Наивысшая плотность размещения кристаллов достигается в микросхемах с пространственным расположением кристаллов (т. наз. 3-D-микросхемах). Впервые они были использованы в 1999 году в мобильных телефонах. В них микросхемы флэш-памяти и SRAM были расположены одна над другой, что позволило увеличить емкость памяти без увеличения занимаемой площади. Если при монтаже бескорпусной микросхемы коэффициент использования площади подложки составляет 100 %, то при пространственном расположении нескольких кристаллов он может быть в несколько раз больше. Кроме того, современные технологии получения кристаллов минимальной толщины позволяют получить толщину многокристалльной 3-D-микросхемы меньше, чем однокристалльной, изготовленной по традиционной технологии.

Технология производства 3-D-микросхем позволяет совмещать в одном корпусе кристаллы различного назначения и различных габаритов, используя различные способы монтажа. Вместе с кристаллами можно монтировать пассивные компоненты, получая в результате проверенный функциональный узел минимальных габаритов с отличными характеристиками.

Заключение. Технология многокристалльных модулей, разработанная в 90-е годы XX века, была пер-

воначально ориентирована на применение в аэрокосмической отрасли и вычислительной технике, где высокие производственные затраты не являлись препятствием ее использования. Однако, со временем эта технология завоевала популярность и среди производителей портативной бытовой электроники. Преимущества технологии MCM следующие:

- в одном корпусе могут быть объединены кристаллы различного функционального назначения и способа изготовления
- сроки выхода изделий на рынок могут быть сокращены вследствие применения в одном корпусе кристаллов апробированных компонентов
- предварительный монтаж кристаллов может выполняться по различным технологиям, чем упрощается и удешевляется окончательный монтаж
- сокращаются производственные затраты вследствие экономии материала подложки и вспомогательных материалов, необходимых для монтажа, а также упрощения операций тестирования микросхем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Larry Gilg. Packaging Trends – Portable Applications//EP&P, 5/1/2003.
2. Мельниченко А. Технология миниатюризации электронных устройств//ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2004, № 1.

ЭВОЛЮЦИЯ КОРПУСОВ МИКРОСХЕМ *

Статья посвящена современному состоянию и перспективам развития технологии изготовления корпусов интегральных микросхем.

А. Мельниченко

Вычислительные системы повышенной производительности всегда будут востребованы потребителями, если к тому же повышение производительности сопровождается уменьшением их стоимости. Это касается как универсальной ЭВМ, так и персонального компьютера, сотового телефона или КПК. За исключением некоторых областей применения, для которых первостепенное значение имеют производительность и надежность изделия, соотношение цена/производительность являются универсальным критерием, определяющим успех изделия на рынке. В настоящее время производительность вычислительной системы определяется, прежде всего, двумя факторами: производительностью процессора и скоростью, с которой он обменивается информацией с периферийными устройствами.

В соответствии с опубликованным в 2001 году меж-

дународным планом развития технологии полупроводниковых компонентов (IRTS – International Technology Roadmap for Semiconductors) тактовая частота процессоров в 2007 году должна возрасти до 7 ГГц, а в 2016 году – до 28 ГГц. Возникает вопрос: как в этом случае будет осуществляться обмен информацией между такими процессорами и периферийными устройствами?

Корпуса современных микросхем

Назначение корпуса, прежде всего, состоит в том, чтобы, затратив небольшие средства, обеспечить сохранность микросхемы во время эксплуатации, а также необходимую производительность при ее работе в составе устройства. Стоимость корпуса за период с 1970 по 1990 год составляла примерно 1 цент за вывод. Так, корпус процессора, имеющего 200 выводов, обходился в 2 доллара, что считалось приемлемым.

* Rao R. Tummala. Packaging Trends – Future Drivers//EP&P, 1.06.2003.

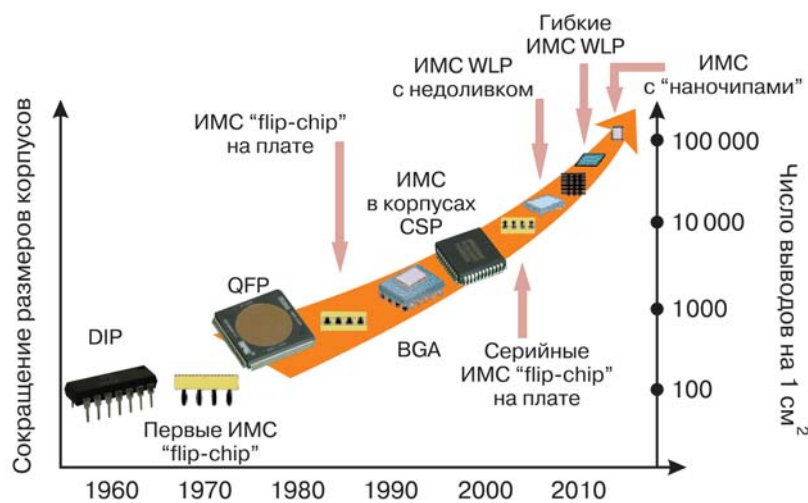


Рис. 1. Эволюция корпусов микросхем за последние 40 лет

Однако с увеличением числа транзисторов на кристалле требовалось все больше выводов, что влекло за собой многократное увеличение стоимости корпуса. Для того чтобы не допустить чрезмерного его удорожания, необходимо было найти новое, неординарное решение.

План IRTS предполагает, что для высокопроизводительных процессоров, изготовленных по технологии "flip-chip" с расположением выводов в виде матрицы шаг между выводами должен быть уменьшен до значения менее 120 мкм в 2007 году и менее 50 мкм (а, возможно, и 20 мкм) в 2016 году.

Решение проблемы – технология WLP

Эволюция корпусов микросхем за последние 40 лет показана на рис. 1. В этом процессе легко обнаруживаются две тенденции. Во-первых, большие корпуса, как, например, QFP и BGA, уже не подходят для портативных изделий, таких как КПК и мобильные телефоны. Во-вторых, стоимость корпусов микросхем необходимо уменьшать. Поэтому промышленность вынуждена была пойти по пути интеграции двух технологических процессов: изготовления корпусов и изготовления кристаллов по технологии WLP (wafer-level packaging), начиная с самой ранней стадии производства кремниевой пластины. Такие компании как IBM используют эту технологию уже в течение длительного периода, создавая на кремниевой пластине столбиковые выводы припоя. Сейчас остальные производители микросхем вынуждены пойти по тому же пути, чтобы обеспечить возможность тестирования кристаллов микросхем до резки пластины, гарантируя тем самым их высокое качество. Ожидается также, что технология "flip-chip", которая сейчас используется при производстве дискретных микросхем, найдет применение и при изготовлении микросхем по технологии WLP.

В технологии WLP также должны произойти два изменения: переход к припоям, не содержащим сви-

нец, и уменьшение шага между выводами микросхем до величины менее 180-225 мкм. Исследовательский центр по разработке технологии изготовления микросхем при Технологическом институте штата Джорджия (США) прогнозирует, что переход к методам сборки без применения припоев, содержащих свинец, а также уменьшение шага между выводами микросхем до величины 100 мкм (рис. 2) произойдет в течение ближайших двух лет. Наряду с этим многие японские и американские компании активно разрабатывают различные модификации технологии WLP. Например, группа профессора Мейндла (Meindl) из Технологического института Джорджии разработала так называемую технологию SoL (sea-of-leads), позволяющую достичь плотности выводов на поверхности кристалла около 10 000 выводов/см² (рис. 3). Новые технологии могут с успехом использоваться совместно с технологиями SOC (system-on-chip) и SIP/SOP (system-in/on-package).

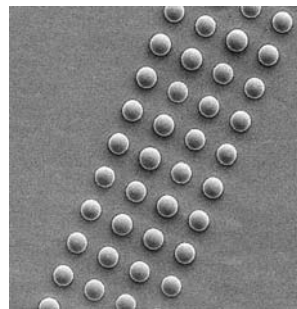


Рис. 2. Столбиковые выводы из припоя, не содержащего свинца (шаг между выводами 100 мкм, высота вывода 32 мкм)

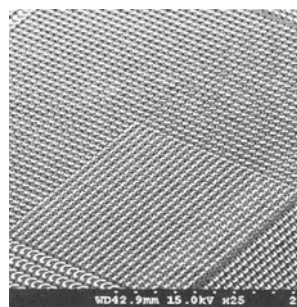


Рис. 3. Выводы на поверхности кремниевой пластины, сформированные по технологии SoL (sea-of-leads), с плотностью расположения 12 000 выводов на 1 см² (изображение получено с помощью электронного микроскопа)

"Нанокорпус" для "наночипов"

Полупроводниковая промышленность стремительно приближается к историческому моменту. В этом году ожидается появление первых "наночипов", размеры кристалла которых не будут превышать 100 нм. Однако для монтажа таких чипов в миниатюрные изделия необходим соответствующий корпус.

Исследователи Технологического института Джорджи совместно с коллегами из Сингапура проводят эксперименты по формированию межсоединений с шагом от 5 до 20 мкм. Материалы для таких соединений должны выбираться из условий высокой устойчивости к электромиграции, высокой тепло- и электропроводности, а также высокого сопротивления усталостным нагрузкам.

Заключение

Прогнозируя дальнейшее развитие микроэлектроники, можно предположить, что со временем на-

нотехнология, обеспечив технологический прорыв на уровне отдельных микросхем, получит дальнейшее развитие на уровне функциональных узлов, а затем и на уровне систем. Сегодня это кажется нереальным, но теперь, когда мы переходим в область "наночипов", законы рынка диктуют именно такое направление развития. И, несомненно, однажды мы войдем в новую эру исследования возможности построения микросхем, содержащих 10^6 выводов на кристалл.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ВВТ-1

ВВТ-1 – это прибор нового поколения, представляющий собой двухканальный измеритель относительной влажности и температуры воздуха, предназначенный для контроля и регулирования параметров воздушной среды в технологической зоне. Прибор выполнен на базе микроконвертера ADuC812 фирмы Analog Devices.

В процессе эксплуатации емкостных датчиков влажности пользователь чаще всего обнаруживает следующие их недостатки:

- при отклонении температуры окружающего воздуха от нормальной значительно возрастает погрешность измерений (иногда до $\pm 20\%$ и более). Это характерно для недорогих датчиков, предназначенных для работы в помещениях с кондиционированием воздуха
- большое время реакции датчика на ступенчатое изменение влажности воздуха (иногда до 10 и более минут), что является следствием применения сенсоров с ненормированным временем реакции или несертифицированных фильтров
- в условиях выпадения росы (конденсации влаги воздуха) функционирование датчика прекращается
- использование датчиков в камерах сушки (например, древесины) приводит к их отказу вследствие "отравления" сенсоров продуктами, выделяемыми в процессе сушки
- при установке датчиков в каналах с воздушным потоком, содержащим твердые частицы, наблюдается сначала их медленная деградация, а затем и полный отказ вследствие загрязнения сенсоров.

В [1] был представлен интеллектуальный цифровой датчик относительной влажности и температуры воздуха ДВ-7Б, предназначенный для измерения в широком диапазоне изменения температуры и относительной

В. Петренко, А. Цубин, Н. Гренишен, Л. Ковальчук

влажности воздуха, включая точку росы. Это первый отечественный датчик, в котором устранены недостатки, изложенные выше. Он снабжен внешним интерфейсом RS-485, что позволяет использовать его в распределенных системах контроля и управления параметрами микроклимата (теплицах, овощехранилищах, складах, гостиничных комплексах, административных зданиях и др.). Однако, в некоторых случаях (например, в камерах сушки) применение таких датчиков наталкивается на следующие проблемы:

1. Гигрометрический зонд датчика ДВ-7Б установлен непосредственно на его корпусе, поэтому максимальная рабочая температура в месте установки датчика не может превышать $50\text{ }^\circ\text{C}$, что в ряде случаев является недостаточным.

2. Для вывода информации о параметрах окружающего воздуха на цифровой индикатор необходимо дополнительно применять контроллер индикации, стоимость которого сопоставима со стоимостью самого датчика.

3. В случае необходимости регулирования температуры и влажности воздуха необходимо использовать еще один прибор – двухканальный регулятор температуры и относительной влажности воздуха, стоимость которого примерно такая же, как и стоимость самого датчика ДВ-7Б.

Для решения вышеуказанных проблем был разработан представленный на рисунке специальный прибор ВВТ-1,



Измеритель ВВТ-1

Таблица 1. Технические характеристики измерителя ВВТ-1

Наименование параметра		Значение параметра
Канал измерения и регулирования относительной влажности воздуха		
Диапазон измерения, %		от 0 до 100 (включая точку росы)
Абсолютная погрешность измерений, %		±3
Типовая долговременная нестабильность, % в год		±1
Компенсация температурной погрешности измерений в диапазоне рабочих температур		+
Время реакции на ступенчатое изменение влажности, с		≤50
Защита сенсоров от воздействия росы		+
Канал измерения и регулирования температуры воздуха		
Диапазон измерения, °С		от 0 до 85
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, °С		±0.5
Общие характеристики		
Рабочий диапазон температур, °С, для:	термогигрометрического зонда	от 0 до 85
	контроллера	от 0 до 50
Рабочий диапазон относительной влажности воздуха, %		от 0 до 100 (включая точку росы)
Напряжение питания, В		от 9 до 12
Ток потребления, мА		120
Габаритные размеры контроллера, мм		110×80×60
Масса, кг:	термогигрометрического зонда	0.25
	контроллера	0.3

который объединяет функции измерения температуры и влажности воздуха, цифровой индикации их текущих значений, а также функции регулирования температуры и относительной влажности воздуха, включая ввод заданий в регуляторы.

Термометрический зонд прибора ВВТ-1 может быть удален от его корпуса прибора на расстояние до 20 м. Подключение термогигрометрического зонда к корпусу измерителя ВВТ-1 (см. рис.) осуществляется при помощи четырехжильного экранированного кабеля. Это позволяет устанавливать термогигрометрический зонд внутри объекта автоматизации, где рабочая температура может быть, например, до 85 °С, а корпус измерителя ВВТ-1 располагать вне технологической рабочей зоны. Последнее, в свою очередь, позволяет автоматизировать и такие технологические процессы, в которых рабочая зона является недоступной для оператора.

Измеритель ВВТ-1 может использоваться автономно, например, в локальной системе управления, обеспечивая автоматический мониторинг и регулиро-

вание параметров микроклимата конкретного технологического процесса, или – в распределенной системе управления с магистральной структурой канала связи между измерителями ВВТ-1 (или интеллектуальными датчиками ДВ-7Б) и центром сбора и обработки информации. При этом задания в регуляторы могут вводиться либо с передней панели ВВТ-1, либо дистанционно – по интерфейсу RS-485.

К магистральному каналу связи может быть подключено до тридцати измерителей ВВТ-1 и датчиков ДВ-7Б.

Конструкция. Измеритель ВВТ-1 состоит из термогигрометрического зонда и контроллера. В термогигрометрическом зонде находятся сенсоры измерителя. Под прозрачной передней панелью контроллера размещены двухстрочный цифровой индикатор и магниточувствительные сенсоры ввода заданий в регуляторы. Подключение внешних цепей осуществляется через интерфейсный разъем. Крепление измерителя производится на DIN-рельс или непосредственно на стенку. Степень защиты от воздействия ок-

Таблица 2. Функции и конструктивные особенности измерителей семейства ВВТ-1

Функции и конструктивные особенности	Суффикс в обозначении								
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К	Л
Автоматический циклический опрос сенсоров с периодом 6 с	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Автокалибровка измерительных каналов	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Компенсация температурной погрешности измерений	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Индикация значений влажности и температуры	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Наличие выносного термогигрометрического зонда		+	+			+	+		
Наличие регуляторов температуры и влажности	+	+	+	+	+	+			
Наличие внешнего интерфейса RS-485	+	+	+	+					+
Наличие ввода заданий в регуляторы по RS-485	+	+	+	+					
Наличие ввода заданий в регуляторы с передней панели ВВТ-1	+	+	+		+	+			
Защита сенсоров от воздействия росы	+	+	+	+	+	+	+		+
Фильтр, поглощающий продукты, выделяющиеся при сушке древесины			+				+		
Работа в запыленной среде	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Противоударная механическая защита фильтра (сенсоров)			+				+		
Степень защиты от воздействия окружающей среды IP 65	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ружающей среды IP 65. В табл. 1 приведены краткие технические характеристики измерителя ВВТ-1

Функции, выполняемые измерителем, и его конструктивные особенности определяются суффиксом от А до Л в наименовании прибора.

В табл. 2 представлен перечень модификаций измерителей семейства ВВТ-1 от ВВТ-1А до ВВТ-1Л и перечень функций, выполняемых ими.

Примеры обозначения модификаций измерителей:

- цифровой термокомпенсированный датчик относительной влажности и температуры воздуха с защитой сенсоров от росы и интерфейсом RS-485 – ВВТ-1Л
- автономный измеритель относительной влажности

ти и температуры воздуха с цифроиндикацией параметров – ВВТ-1К

- автономный измеритель относительной влажности и температуры воздуха для сушки древесины с цифровой индикацией параметров – ВВТ-1Ж
- измеритель относительной влажности и температуры воздуха с регуляторами и вводом заданий в регуляторы по интерфейсу RS-485 – ВВТ-1Г.

Более подробные сведения об измерителе ВВТ-1 можно получить по тел.: (044) 211-8209 или e-mail: rius@el-info.kiev.ua

ЛИТЕРАТУРА:

1. Петренко В., Цубин А. Интеллектуальный цифровой датчик влажности и температуры воздуха с защитой от росы // ЭКиС. – Киев: VD MAIS, 2002, № 11.

Внимание! Конкурс продолжается!

Редакция журнала “Электронные компоненты и системы” продолжает конкурс на лучшую разработку 2004 года в области вычислительной и измерительной техники, медицинской электроники, средств связи и систем управления, средств учета электроэнергии, расхода воды и тепла и пр. Материалы на конкурс оформляются в виде статей объемом до двух страниц, включая иллюстрации, и направляются в редакцию в электронном виде (на дискете или по e-mail) для публикации в журнале ЭКиС. Операционная среда – Win95/98/2000. При подведении итогов конкурса будет учтено мнение читателей.

Лучшие разработки будут отмечены призами.

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ВЫВОДОВ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ОУ ПОЗВОЛЯЕТ МИНИМИЗИРОВАТЬ НЕЛИНЕЙНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ *

Уровень нелинейных искажений определяется не только характеристиками ОУ, но и расположением выводов. Так, например, на оценочной плате уровень нелинейных искажений усилителя может составлять -100 дБ, а в системе разработчика – на 10-15 дБ хуже. Это зависит от типа корпуса, конфигурации выводов и т. д. В статье рассмотрены вопросы оптимизации расположения выводов ОУ.

Nathan Carter, Analog Devices

Источником нелинейных искажений может служить нагрузка ОУ. Особенно, если с целью снижения общего уровня шумов величина резистора в цепи обратной связи выбирается минимальной. В этом случае возникают нелинейные искажения, вызванные второй гармоникой. Источником этой гармоники могут быть как устройства на выходе ОУ, так и неоптимальная конфигурация выводов корпуса. Первая причина может быть устранена при оптимальном согласовании выходного каскада ОУ со входом последующего устройства. Правильно спроектированный выходной каскад усилителя при работе на номинальную нагрузку обеспечивает минимальный уровень нелинейных искажений. Более подробно оста-

новимся на второй причине – влиянии конфигурации выводов ИМС на уровень нелинейных искажений. Так, например, в стандартном корпусе ОУ (рис. 1) вывод V_{IN} неинвертирующего входа находится рядом с выводом V_{S-} – источника отрицательного напряжения питания. Если усилитель потребляет ток от нагрузки, то этот ток поступает в земляную шину через вывод V_{S-} . Благодаря взаимной индукции между расположенными рядом выводами V_{IN} и V_{S-} на входе ОУ возникает погрешность, величина которой пропорциональна частоте тока, протекающего через вывод V_{S-} . В связи с тем, что через этот вывод протекает только одна полуволна синусоиды тока, имеют место искажения в виде второй гармоники.

* *Improving Packaging & Layout to Minimize Op Amp Distortion//EPN, February, 2004. Сокращенный перевод с английского В. Романова.*

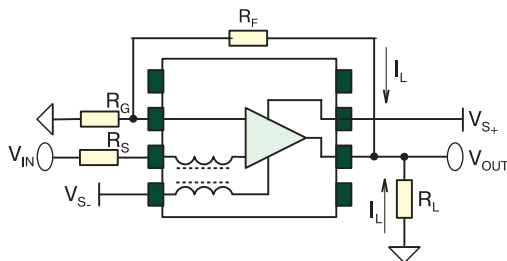


Рис. 1. Расположение выводов ОУ AD8099 в стандартном корпусе (SOIC)

Таким образом, приведенная ко входу погрешность будет тем больше, чем глубже обратная связь. Данная проблема характерна для всех ОУ, выполненных в классических корпусах типа SOT-23, SOIC и micro-SOIC.

В двойных ОУ один из усилителей может вносить искажения во входные цепи другого ОУ. Эти искажения называют перекрестной помехой. В новых прецизионных ОУ выводы для подключения входных сигналов и источников питания разнесены и находятся на противоположных сторонах корпуса, как это показано на рис. 2. Такое расположение выводов исключает возникновение искажений, связанных с эффектом взаимной индукции. Преимущества новой конструкции корпуса иллюстрируются графиками (рис. 3), из которых следует, что при коэффициенте усиления, равном 5, полосе частот 100 МГц и размахе выходного сигнала 2 В величина искажений, вызванных вто-

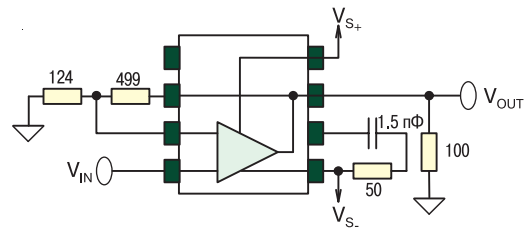


Рис. 2. Расположение выводов ОУ AD8099 в модифицированном корпусе (LFCSP)

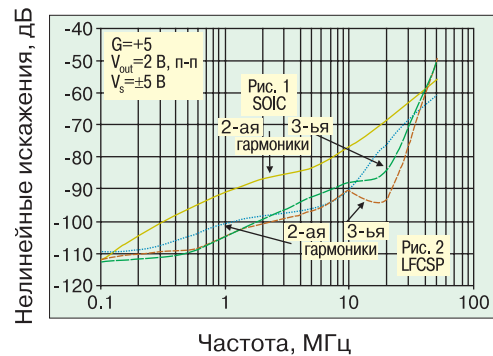


Рис. 3. Сравнительные характеристики искажений для ОУ AD8099, выполненных в корпусах SOIC и LFCSP

рой гармоникой, на 15 дБ ниже для ОУ в модифицированном корпусе.

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ОУ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ШУМОВ И ИСКАЖЕНИЙ *

Усилитель AD8099 фирмы Analog Devices предназначен для быстродействующих прецизионных систем с разрешением до 18 двоичных разрядов и может быть использован в качестве драйвера высокоточных АЦП, таких, например, как AD7621. Наличие вывода для блокировки обеспечивает переход этого ОУ в экономичный режим с высоким выходным сопротивлением.

Подробную информацию об усилителе AD8099 можно получить в сети Интернет по адресу: www.analog.com/lowlowamp

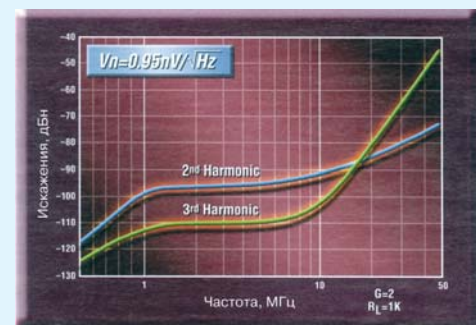
Основные технические характеристики усилителя AD8099:

- уровень шумов 0.95 нВ/ Гц, 2.6 пА/ Гц
- уровень искажений
 - вторая гармоника -98 дБ в полосе частот до 1 МГц и -92 дБ в полосе частот до 10 МГц
 - третья гармоника -112 дБ в полосе частот до 1 МГц и -105 дБ в полосе частот до 10 МГц
- полоса частот 500 МГц и скорость нарастания выходного сигнала 1600 В/мкс (при коэффициенте усиления, равном 10)
- предусмотрен вывод для подключения внешней корректирующей емкости
- ток потребления не более 15 мА.

Основное применение усилителя AD8099:

- предусилители АЦП
- драйверы систем сбора данных
- измерительные усилители
- широкополосные усилители для систем связи
- фильтры.

* New High Speed OP Amp//EPN, Yauary, 2004. Перевод с английского В. Романова.



МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ИЗОЛЯТОР ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Новые iCoupler изоляторы уменьшают стоимость проектируемых систем в пересчете на канал и являются альтернативой оптоэлектронным устройствам развязки.

Новые строенные и счетверенные iCoupler изоляторы позволяют уменьшить количество используемых для гальванической развязки компонентов, отличаются высокими характеристиками, в том числе позволяют сэкономить пространство на печатной плате, снизить в пересчете на канал стоимость проектируемого устройства и уменьшить потребляемую мощность по сравнению с изоляторами на оптопарах.

Каждый из изоляторов ADuM1300, ADuM1301 (строенные) и ADuM1400,

ADuM130xARW (1 Мбит/с)	\$ 2.22 *
ADuM130xBRW (10 Мбит/с)	\$ 2.97
ADuM130xCRW (100 Мбит/с)	\$ 3.99
ADuM140xARW (1 Мбит/с)	\$ 2.96
ADuM140xBRW (10 Мбит/с)	\$ 3.96
ADuM140xCRW (100 Мбит/с)	\$ 4.96

www.analog.com/ADuM130x

www.analog.com/ADuM140x

* FOB цена USA в партии 1000 шт.

ADuM1401, ADuM1402 (счетверенные) имеет три модификации, отличающиеся друг от друга производительностью, которая составляет 1, 10 и 100 Мбит/с соответственно. Изоляторы имеют напряжение питания от 2.7 до 5.5 В, обеспечивая сопряжение устройств с различными уровнями напряжения питания.

Изоляторы ADuM130x/ADuM140x имеют минимальные искажения длительности передаваемых импульсов, а рассогласование каналов не превышает 2 нс. Изоляторы имеют невысокое потребление: 0.4 мА на канал при производительности 2 Мбит/с и 24 мА на канал при производительности 100 Мбит/с и выпускаются в корпусе типа 16-SOIC.

ADuM130x/ADuM140x – многоканальные изоляторы

- строенные и счетверенные, заменяют изоляторы на оптопарах
- уменьшают сложность систем при замене оптоэлектронных изоляторов
- обеспечивают двунаправленный обмен данными
- уменьшают на 70 % мощность потребления при замене оптоэлектронных изоляторов



РАДИАЦИОННОСТОЙКАЯ СТАТИЧЕСКАЯ RAM-ПАМЯТЬ *

Под воздействием радиационных излучений в кристаллы памяти может быть записана ложная информация. Менее устойчивыми к таким излучениям в недалеком прошлом были кристаллы динамической RAM-памяти, так как запоминающим элементом в этой памяти является конденсатор малой емкости. В то же время, запоминающая ячейка статической памяти включает до шести транзисторов и является более устойчивой к воздействию радиации. Однако, при переходе на субмикронные технологии с разрешением менее 10 нм радиационная стойкость ИМС SRAM существенно снизилась. Для исключения ошибок, связанных с записью ложной информации, новые ИМС должны включать цепи определения ложных данных и цепи коррекции, что приводит к неоправданному увеличению размеров и стоимости кристаллов SRAM. Для повышения радиационной стойкости специалисты фирмы STMicroelectronics разработали новый технологический процесс, позволяющий защитить память от записи ложных данных без существенных аппаратурных и стоимостных затрат. Известно, что под действием потока нейтронов, протонов или α -частиц в кремниевом кристалле возникают дополнительные свободные носители заряда (электроны или дырки). Накопление этих зарядов может привести к перезаряду конденсатора накопительной ячейки памяти, т. е. вместо единицы в эту ячейку запишется ноль или наоборот, вместо нуля – единица. Чем меньше величина накопительного конденсатора, тем выше чувствительность ячейки памяти к сбою под воздействием радиации. Величина емкости современной SRAM-памяти составляет единицы фемтофард. Если в состав запоминающей ячейки ввести дополнительные конденсаторы емкостью 35 фФ (по одному сверху и снизу), то устойчивость SRAM-памяти к радиационному излучению увеличится не менее чем на один-два порядка. Практические трудности в реализации такого метода связаны с необходимостью увеличения размеров ячейки памяти. Однако специалисты фирмы STMicroelectronics сумели расположить дополнительные конденсаторы на транзисторе (между транзистором и проводящим слоем), что практически не привело к увеличению размеров кристалла SRAM-памяти в целом. Проведя испытания, фирма STMicroelectronics отметила, что чувствительность к ионизирующему излучению новых кристаллов SRAM-памяти снизилась в 250 раз. Полученные с помощью новой технологии кристаллы предназначены для использования в космической аппаратуре. В настоящее время специалисты фирмы STMicroelectronics проводят исследования по созданию радиационностойкой DRAM-памяти.

* **A Static RAM Says Goodbye to Data Errors//IEEE Spectrum, February, 2004. Сокращенный перевод с английского В. Романова.**

КОМПОНЕНТ РАЗВИТИЯ

С 18 по 21 мая в Москве в спорткомплексе Олимпийский пройдет 7-я Международная специализированная выставка ЭкспоЭлектроника-2004 – ведущий российский форум компаний, работающих на рынке электронных компонентов.

На выставочной площади 11 тыс кв. метров будут представлены стенды более 450 компаний-участниц из 20 стран мира – производителей и крупнейших дистрибьюторов электронных компонентов (ЭК), оборудования и материалов для их производства. По сравнению с прошлым годом выставочная площадь увеличится на 30 %, что говорит об усилении позиции выставки и росте российского рынка ЭК.

Впервые на выставке будут размещены немецкий и китайский национальные стенды. В выставке участвуют компании из Франции, Голландии, Германии, Финляндии, Дании, Великобритании, США и пр.

Своими планами с оргкомитетом поделились некоторые участники выставки. Компания Imphy Alloys (Франция) на ЭкспоЭлектронике проведет конференцию по никелесодержащим сплавам для электронной промышленности. "Наша цель на ЭкспоЭлектронике, – отметил генеральный директор компании Вадим Рыбалкин, – расширить наши поставки в Россию". Lloyd Doyl (Великобритания) планирует на ЭкспоЭлектронике запустить новую автоматическую оптическую тест-систему Redline, АО Пасанен (Финляндия) представит новые технологические решения для производственных линий изготовления печатных плат.

Компания NMA (Голландия) к выставке готовит презентацию нового шведского оборудования для сборки печатных плат, до сих пор в России не представленного. Как отметила менеджер по работе с клиентами Юлия Пянзина, "для нас ЭкспоЭлектроника подходит идеально, поскольку она собирает самое крупное в России представительство компаний, работающих на электронном рынке. От выставки мы ждем новых контактов, свежей информации о рынке, общения с нашими клиентами".

ЭкспоЭлектронику называют фундаментом для принятия ключевых решений, поскольку она превратилась в традиционное стабильно отлаженное "производство" деловых контактов и продвижения бизне-

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



са: жестко деловая атмосфера, тенденция к представительным стендам и продуманной демонстрации участниками своих возможностей.

Поэтому к выставке компании подходят очень серьезно, готовя презентационные материалы и прорабатывая детали продвижения продукции.

Активны в последнее время не только зарубежные, но и российские производители. Крупной экспозицией на ЭкспоЭлектронике станет стенд АО "Российская электроника", на котором будут представлены предложения отечественных компаний-производителей.

ЗАО "Химснаб" представит методы травления печатных плат для достижения ширины проводников до 50 мкм (фирмы WISE, Италия), новейшую систему совмещения и сборки слоев печатных плат без пробивки в них отверстий и применения штифтов (HML Multi-layerpressen GmbH, Германия) и высокопроизводительное оборудование для экспонирования печатных плат (Automa-tech, Франция). ООО "Радиант-Элком" представит ряд продуктов, на сегодняшний день мало известных в России: процессоры Cugnal и RF Micro Devices, энергонезависимую память Simtek, миниатюрные реле Fujitsu Takamisawa и Fuji Electric, разъемы FCI/Souriau, адаптеры Emulation Technology и пр.

Компания "Абсолют" готовит презентацию новых для российского рынка продуктов – защитной маски производства Taiyo (Япония), высокотехнологичного материала производства Arlon (CIF), в т. ч. СВЧ диэлектрика, демонстрационного модуля гальванической линии производства компании PAL (Гонконг).

Посетителей и участников выставки ждет насыщенная деловая программа. В рамках ЭкспоЭлектроника-2004 пройдут презентации, конференции, семинары, обучающие программы.

Дополнительная информация о выставке ЭкспоЭлектроника и событиях, запланированных в рамках выставки, – на сайте: www.expoelectronica.ru

Посетите стенд журнала ЭКиС на выставке ExpoElectronica-2004!

На нашем стенде можно ознакомиться с последними выпусками журнала ЭКиС, а также с каталогами электронных компонентов, измерительных приборов, оборудования и материалов для изготовления электронной аппаратуры и др., изданными НПФ VD MAIS. Подписчикам каталоги рассылаются бесплатно (по запросу).

