

**Редактор:**Геннадий Каневский
*vesti@compel.ru***Помощник редактора:**

Анна Кузьмина

Редакционная коллегия:Андрей Агеноров
Юрий Гончаров
Алексей Гуторов
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Валерий Куликов
Александр Райхман
Борис Рудяк
Игорь Таранков
Илья Фурман**Дизайн, графика, верстка:**Елена Георгадзе
Владимир Писанко
Евгений Торочков**Распространение:**

Анна Кузьмина

Электронная подписка:www.compeljournal.ru**Отпечатано:**«Гран При»
г. РыбинскТираж – 1500 экз.
© «Новости электроники»**Подписано в печать:**

4 июля 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПОНЕНТЫ

■ АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

- Прецизионные усилители Maxim
Анатолий Андрусевич 3

■ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

- Переход с микроконтроллеров MSP430F1xx на MSP430F2xx
(Texas Instruments)
Алексей Пантелейчук 7

■ БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- CC2430 – «два в одном» для ZigBee
(Texas Instruments)
Константин Староверов, Олег Пушкарев 12

■ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

- Импульсные стабилизаторы для портативных устройств
с батарейным питанием
(PEAK Electronics)
Сергей Кривандин 17

■ СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

- Первый интеллектуальный силовой модуль IGBT прижимной
конструкции
(Semikron)
Андрей Колпаков 19

■ РЕЛЕ

- Миниатюрное сигнальное реле серии G6K и его «братья»
(Omron)
Сергей Кривандин 20

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

■ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

- Электропитание для телекоммуникаций – современные решения
(Texas Instruments)
Брайан С. Нарвесон, Эдриан Харрис 23

■ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

- Новые средства разработки для микроконтроллеров
и DSP Texas Instruments
Владимир Бродин 27

■ ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ 31



ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Тема микроконтроллеров является сквозной для всех наших выпусков. Рассказывая о брендах или предлагая читателям «сборный» номер, мы всегда публикуем статьи о нескольких «мини-ЭВМ на кристалле».

Они решают общие задачи вычислений и управления, или поддерживают специализированные алгоритмы, как это происходит в модулях СС из линейки **Chipcon** компании **Texas Instruments**, реализующих популярную ныне технологию коммуникаций на основе стека протоколов **Zig Bee**.

Эта ситуация является лишь отражением общего положения на рынке электронных компонентов. Объем микроконтроллерного сегмента в 2007 году составил 16 млрд долларов (Frost & Sullivan). Данные по количеству продаж за 2006 год (Semico) -- 8,5 млрд. штук, и поскольку революций пока не зафиксировано, в 2007 году изменения могут быть лишь на проценты.

Бросая взгляд на это «многомиллиардье», около 40 ведущих поставщиков предлагают 50 архитектур, и ни одна из них не занимает более 5% рыночной доли.

Но времена меняются, и появился центр кристаллизации, способный сложить микроконтроллерный «хаос» в упорядоченную структуру, играющую идеальными гранями. Под идеальностью граней в данном случае подразумевается идеальная «заточенность» под конкретные типы приложений. Ну а под центром кристаллизации — **архитектура ARM**. Мы уже обращались к этой архитектуре

в нашем журнале, например, печатали обзоры ARM-семейств в двенадцатом номере за 2006 год, рассказывали о контроллерах на ARM-ядре компании **NXP** в семнадцатом номере за 2007 год, компании **STMicro** — в первом и восьмом номерах за 2008 год, компании **Freescale** — в шестом номере за 2008 год, писали о беспроводном процессоре **Wavecom WPM100** на ядре ARM9 в первом номере 2008 года.

Разработчики со все большей охотой переходят с 8-разрядных процессоров сразу на 32-разрядные платформы. И здесь архитектура ARM способна предложить широкий спектр возможностей: ядро ARM7 — достаточно мощный вычислитель, ядро Cortex-M3 — подходящая основа для систем реального времени, многоядерная платформа Cortex-A9 способна более чем на порядок поднять производительность портативных коммуникационных систем.

В предлагаемом номере вы сможете прочесть о переходе с семейства **MSP430F1xx** на **MSP430F2xx** (Texas Instruments), о системе на кристалле **CC2430** для построения сетей ZigBee, о средствах разработки для микроконтроллеров и DSP компании **OLIMEX**. А в ближайшем будущем мы обещаем более подробно представить современные семейства ARM-микроконтроллеров.

Как всегда, ждем ваших откликов и предложений.

С уважением,
Геннадий Каневский



Анатолий Ангрывевич (Maxim Integrated Products)

ПРЕЦИЗИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ MAXIM

Масштабирование аналоговых сигналов — задача, которая, в том или ином виде, встречается почти во всех электронных устройствах. В статье рассматриваются прецизионные малошумящие усилители компании Maxim Integrated Products, предназначенные для применения в измерительных и промышленных системах, а также в медицинском оборудовании.

Для решения задач усиления сигналов применяются либо операционные, либо инструментальные усилители. Для приложений, где необходима высокая точность и стабильность, от микросхем требуются низкий уровень ЭДС-шумов при высокой линейности, а также низкое напряжение смещения (обычно приводится ко входу) и низкий температурный дрейф этого напряжения. Ток смещения со своим температурным дрейфом тоже может внести свою долю в ошибку измерения, но его влияние в последнее время ослаблено значительным снижением входного тока. Тем не менее, при работе с высокоомными источниками его приходится учитывать, как и уровень токовых шумов. Еще одним параметром, существенно влияющим на точность измерения, особенно в условиях сильных помех, является уровень подавления синфазных сигналов. Среди выходных параметров уси-

лителей, влияющих на точность, следует выделить скорость нарастания и время установления выходного напряжения.

Операционные усилители

Ультрамалошумящий операционный усилитель MAX410/2/4 имеет гарантированную плотность шума на частоте 1 кГц не более 2,4 нВ/√Гц (типовое значение 1,5 нВ/√Гц). Для оптимизации этого параметра пришлось, в частности, отказаться от токоограничивающих резисторов, которые обычно включают последовательно с диодами на входе для защиты от повышенного дифференциального напряжения. Помимо низкого уровня шумов, ОУ MAX410/2/4 обладает очень высокой точностью и стабильностью (табл. 1), что позволяет использовать его для буферизации 24-разрядного АЦП MAX11040 (рис. 1). MAX410 имеет вариант поставки в миниатюрном корпусе TDFN.



Новый интегральный широкополосный модем для передачи данных по электросети

Компания Maxim Integrated Products представила интегральную схему модема для передачи данных по электросети (PLC modem), использующую OFDM-модуляцию. В микросхеме MAX2990 реализованы перспективные способы широкополосной связи, которые позволяют получить более выгодные по стоимости решения двунаправленной передачи данных по электросетям переменного и постоянного тока на скорости до 100 кбит/сек. Данная система на кристалле идеальна для применений, где требуется высокая скорость передачи данных на большом расстоянии, например, приборы учета энергоресурсов с функцией автоматического считывания показаний (AMR); дистанционное управление нагрузками и распределением электроэнергии, управление светотехническими устройствами, а также системы автоматизации зданий, промышленных объектов и домашнего хозяйства.

MAX2990 использует технологию OFDM с модуляцией DBPSK и прямым исправлением ошибок (FEC), что гарантирует надежность передачи данных в условиях узкополосных помех, групповых задержек, импульсного шума и частотно-избирательного ослабления сигнала. Таким образом, MAX2990 является единственной в промышленности микросхемой для широкополосной передачи данных по электросети в частотном диапазоне от 10 кГц до 490 кГц. Микросхема MAX2990 объединяет в себе физический слой (PHY), MAC-контроллер, а также ядро 16-битного RISC-контроллера MAXQ®. Она содержит 32 кБ флэш-памяти для запуска программы MAC и приложений пользователя, а также 8 кБ оперативной памяти для хранения данных. Кроме того, MAX2990 поддерживает последовательные интерфейсы UART, SPI™ и I²C. MAX2990 выпускается в корпусе LQFP с 64 выводами и рассчитана на работу в температурном диапазоне от -40 до 85°С.

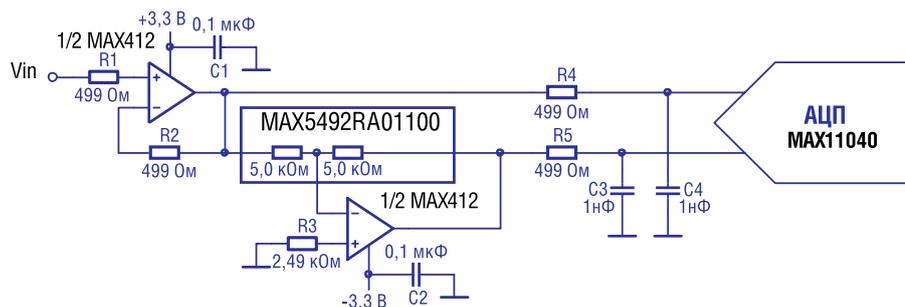


Рис. 1. Схема буферизации дифференциального входа 24-битного АЦП с помощью ОУ MAX412

Таблица 1. Параметры прецизионных ОУ Maxim

Наименование	Напр. питания (ток погр., тип., мкА), В	Входной ток, макс., нА	Напр. смещения, прив. ко входу, макс., мкВ (темп. дрейф, макс., мкВ/°С)	Плотность ЭДС шума, прив. ко входу, нВ/√Гц (f=1 кГц)	Частота единичного усиления, МГц	Особенности, (корпус)
MAX4236/7	2,4...5,5 (350)	0,5	20 (2)	14	1,7/7,5	Ультрапрецизионный (SOT-23, μMAX, SO)
MAX4238/9	2,7...5,5 (600)	0,001, тип.	2 (0,01, тип.)	30	1/6,5	Ультрапрецизионный, автокомпенсация смещения и шума 1/f (TDFN, SOT-23, SO)
MAX4249-57	2,4...5,5 (420)	0,1	750 (0,3, тип.)	8,9	3/22	Малозумящий, ультралинейный (UCSP, SOT-23, μMAX, SO)
MAX4475-78/88/89	2,7...5,5 (2,5)	0,15	350 (6)	4,5	10/42	Малозумящий, ультралинейный (TDFN, SOT-23, μMAX, SO)
MAX410/2/4	±2,7...±5,25 (2500)	150	250 (1, тип.)	1,5	28	Ультрамалозумящий (TDFN, SO, DIP)
MAX4074/5	2,5...5,5 (37)	1	200, тип. (0,3, тип.)	—	4, G>=25	С фиксированным коэф. усиления (54 значения), защита входов ±17 В (SOT-23, μMAX, SO)
MAX4174/5 MAX4274/5	2,5...5,5 (355)	10	500, тип. (5, тип.)	—	23, G>=25	С фиксированным коэф. усиления (54 значения), защита входов ±17 В (SOT-23, μMAX, SO)

Ультралинейный малозумящий широкополосный усилитель **MAX4475-78/88/89** имеет суммарный уровень искажений и шумов 0,0007% на частоте 20 кГц и нагрузке 10 кОм. Плотность шума на частоте 1 кГц составляет 4,5 нВ/√Гц, напряжение смещения и температурный дрейф,

приведенные ко входу составляют соответственно ±70 мкВ и ±0,3 мкВ/°С (тип.).

Радикально решить проблему смещения и температурного дрейфа позволяет метод автокоррекции — постоянного периодического измерения напряжения смещения и его компенсации. Это

также позволяет эффективно бороться с шумами 1/f в низкочастотном диапазоне. Ранние реализации этого метода страдали от многих характерных недостатков, включая довольно высокий уровень шумов на частоте работы системы и длительное восстановление после насыщения. Ориги-

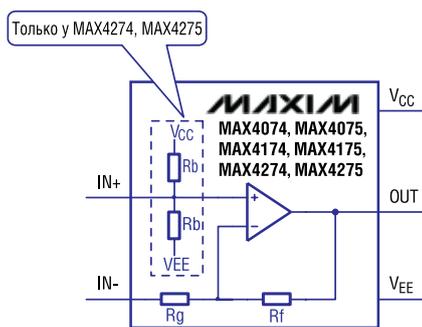
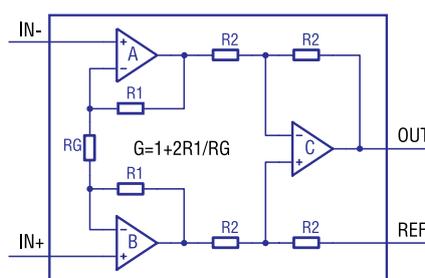
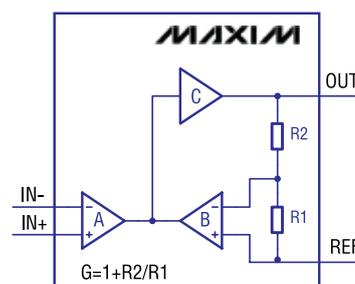


Рис. 2. Схема ОУ с фиксированным коэффициентом усиления



а)



б)

Рис. 3. Схема инструментального усилителя с традиционной архитектурой из трех ОУ (а) и архитектурой «indirect current-feedback» (б)

Таблица 2. Параметры инструментальных усилителей Maxim

Наименование	Напр. питания, В (ток потр., тип., мкА)	Входной ток, макс., нА	Напр. смещения, прив. ко входу, макс., мкВ (темп. дрейф, макс., мкВ/°С), G=10	Плотность ЭДС шума, прив. ко входу, нВ/√Гц (f = 1 кГц, G=10)	Диапазон входного напряжения, В, при Vcc=5 В	Особенности, (корпус)
MAX4194-97	2,7...7,5 (93)	20	225 (2)	31	-0,2...+3,9	Прецизионный, классическая архитектура (SO)
MAX4198/9	2,7...7,5 (45)	—	300 (3)	39	-0,1...+5,1	Прецизионный дифференциальный усилитель (μMAX, SO)
MAX4460/1/2	2,85...5,25 (800)	0,1	250 (1,5, тип.)	38	-0,1...+3,3	Архитектура indirect current-feedback (TDFN, SOT-23, SO)
MAX4208/9	2,85...5,5 (750)	0,001, тип.	20 (0,2)	140	-0,1...+3,7	Ультрапрецизионный, архитектура indirect current-feedback, автокомпенсация смещения и шума 1/f (μMAX)

нальная запатентованная система автокоррекции, примененная в ОУ MAX4238/9, работает с псевдослучайной перестройкой частоты (*spread-spectrum*) в диапазоне от 10 до 15 кГц. Плотность шума на частоте 1 кГц составляет 30 нВ/√Гц, а размах напряжения шума в диапазоне частот от 0,01 до 10 Гц, приведенный ко входу, не превышает 1,5 мкВ. Типовое время восстановления до 16-битной точности (0,0015%) после насыщения составляет 5,7 мс. Усилитель имеет очень низкий входной ток 1 пА (тип.) и рекордно низкое напряжение смещения и температурный дрейф — соответственно ±0,1 мкВ и ±10 нВ/°С (тип.).

Для установки требуемого коэффициента усиления удобно использовать микросхему в миниатюрном корпусе SOT-23 из двух согласованных резисторов MAX5490/1/2. Кроме этого существуют ОУ со встроенными резисторами — MAX4074/5, MAX4174/5 и MAX4274/5 (рис. 2). Отличительной особенностью этих микросхем является наличие защиты входов от перегрузки по напряжению до ±17 В. Каждый из усилителей имеет на выбор 54 значения отношения резисторов Rf/Rg в пределах от 0,25 до 100 с точностью 0,1%. ОУ MAX4274/5 имеет также резистивный делитель для установки смещения, равного половине напряжения питания.

Инструментальные усилители

Классическая схема построения инструментального усилителя изображена на рисунке 3а. Такую архитектуру имеют микросхемы MAX4194-97 (табл. 2). Несмотря на широкую распространенность, схема из трех ОУ имеет существенный недостаток, накладывающий значительные ограничения при однополярном питании. Это выражается в ограничении допустимого диапазона входных синфазных напряжений (Vcm) из-за насыщения первого каскада (усилители А и В), поскольку он имеет коэффициент передачи равный единице для Vcm. На рисунке 4а приведена рабочая область для Vref равного половине напряжения питания (Vcc). Внутри шестиугольника находится область допустимых синфазных напряже-

ний. При однополярном питании наиболее оптимальное использование инструментального усилителя достигается при размахе выходного напряжения от «земли» до напряжения питания. В этом случае область допустимых синфазных напряжений находится в заштрихованном прямоугольнике, то есть теряется область в районе «нуля». Подробнее эта проблема описана в статье по применению AN4034 (www.maxim-ic.com/an4034).

Учитывая то, что в настоящее время разработчики все чаще отказываются от двуполярного питания, особенно в батарейных устройствах, компанией Maxim была разработана и запатентована принципиально новая архитектура инструментального усилителя *indirect current-feedback* (рис. 3б). Она позволяет значительно

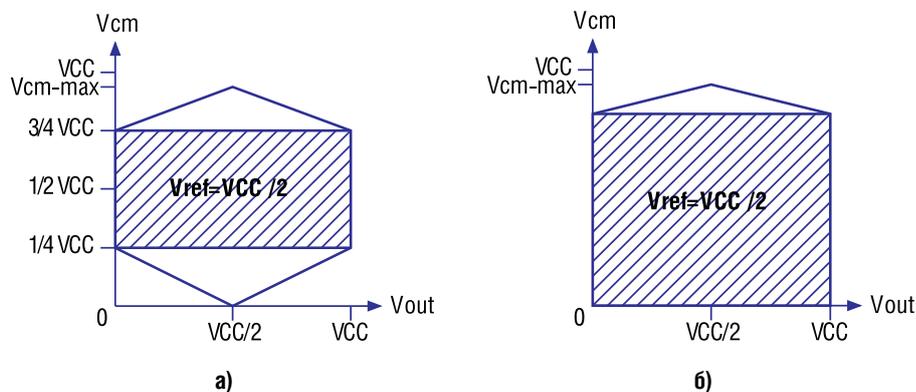


Рис. 4. Рабочая область входного синфазного напряжения при Vref = Vcc/2 для: (а) традиционного инструментального усилителя, (б) усилителя с архитектурой «indirect current-feedback»

расширить допустимый диапазон входного синфазного напряжения и задействовать область в районе нуля, в том числе и при максимальном размахе выходного напряжения (рис. 46). Усилители А и В представляют собой источники тока, управляемые напряжением. Их особенностью являются нулевой коэффициент передачи для входного синфазного напряжения. Таким образом, оно подавляется в первом каскаде усиления (усилитель А), а не во втором, как в случае классической архитектуры (усилитель С на рис. 3а). Основное усиление входного дифференциального напряжения обеспечивает усилитель С (рис. 3б). Коэффициент передачи схемы в целом зависит от соотношения резисторов R1 и R2. Они могут располагаться как вне микросхемы (можно использовать **MAX5490/1/2**), так и внутри нее. В последнем случае коэффициент усиления будет фиксированным.

Архитектуру *indirect current-feedback* имеют микросхемы

MAX4460/1/2 и **MAX4208/9**. Причем инструментальные усилители **MAX4208/9** оснащены еще и оригинальной системой автокоррекции, аналогичной той, что применяется в ОУ **MAX4238/9**, а также буферным усилителем напряжения V_{ref} . Размах напряжения шума в диапазоне частот от 0,1 до 10 Гц микросхем **MAX4208/9**, приведенный ко входу, не превышает 2,5 мкВ, а напряжение смещения и температурный дрейф составляют соответственно ± 3 мкВ и ± 10 нВ/°С (тип.).

Дополнительную информацию и более подробные технические характеристики указанных микросхем можно найти на сайте www.maxim-ic.com. Статьи и руководства по применению на русском языке доступны по адресу www.maxim-ic.ru/design/.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: analog.vesti@compel.ru



DS8113 — интерфейс для smart-карт

Компания **Maxim** представила новый интерфейс для smart-карт **DS8113**. Это недорогая программа для считывателя smart-карт, созданная для всех решений стандартов ISO 7816, EMV™, и GSM11-11. DS8113 поддерживает smart-карты 5, 3, и 1,8 В. DS8113 предоставляет возможности энергопотребления при низкоактивных и отключенных состояниях с уровнем тока не выше 10 нА. DS8113 сконструирован для связи между системным микроконтроллером и интерфейсом smart-карты и обеспечивает полное питание, защиту от электростатических разрядов и смещение уровня, необходимое для применения IC-карт.

Основные технические параметры интерфейса для smart-карт DS8113

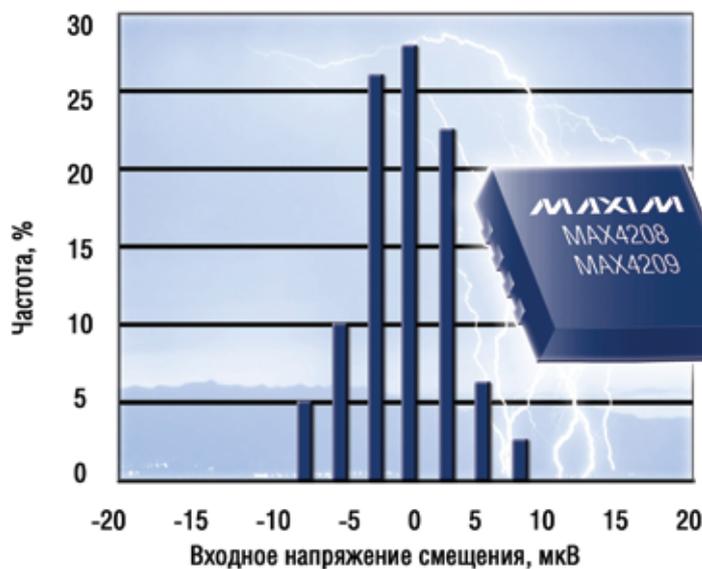
- Аналоговый интерфейс и смещение уровня для связи IC-карт
 - Защита от электростатического напряжения интерфейса карт 8 кВ (мин) ESD (IEC)
 - Ультранизкий уровень тока в режиме отключения, менее 10 нА
 - Внутреннее генерирование напряжения питания IC-карты:
 - 5,0V $\pm 5\%$, 80 мА (макс)
 - 3,0V $\pm 8\%$, 65 мА (макс)
 - 1,8V $\pm 10\%$, 30 мА (макс)
 - Автоматическая активация и деактивация карты, управляемая специализированным внутренним синтезатором
 - Линии входа/выхода от главного компьютера настроены на коммуникацию со smart-картами
 - Гибкая генерация синхронизирующих импульсов карты, поддерживающая внешне частотный кварцевый резонатор, делится на 1, 2, 4 или 8
 - Защита от высокого тока, короткого замыкания и высоких температур
 - Низкий уровень активного тока
- Имеется сертифицированная по первому уровню EMV-библиотека (написанная для микроконтроллера MAXQ2000) и образец разработки технической части. Тестовый образец DS8113-KIT может быть предоставлен для разработки прототипа и испытаний.



ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ MAX4208/09

- Ультрапрецизионные
- Архитектура Indirect Current Feedback
- Автокомпенсация смещения и шума

- $U_{пит} = 2,85...5,5$ В
- $I_{вх макс.} = 0,001$ нА
- $U_{вх} = -0,1...+3,7$ В





Алексей Пантелейчук (КОМПЭЛ)

ПЕРЕХОД С МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ MSP430F1XX НА MSP430F2XX

Разработчики, работающие с семействами микроконтроллеров MSP430 от Texas Instruments, осведомлены, что на смену MSP430F1xx пришло семейство MSP430F2xx. Как выявить все преимущества этого семейства, заменив старый микроконтроллер на новый? — этому посвящена предлагаемая статья.

Цель настоящей статьи — показать целесообразность перехода с микроконтроллеров MSP430F1xx на MSP430F2xx, а также облегчить сам переход, обозначив основные отличительные черты двух семейств с точки зрения аппаратной и программной части.

Сравнение микроконтроллеров семейства MSP430F1xx с MSP430F2xx

Микроконтроллеры MSP430F2xx построены на базе семейства MSP430F1xx и являются их улучшенной версией, обеспечивают большую производительность, меньшее энергопотребление, дополнительную функциональность. Переход на новое семейство позволяет улучшить характеристики приложения и уменьшить его стоимость. В таблице 1 представлены отличительные характеристики семейств.

Несмотря на то, что многие представители нового семейства микроконтроллеров могут рассматриваться как совместимые по выводам прямые замены микроконтроллеров старого семейства, существует несколько моментов, на которые стоит обратить особое внимание. Зная эти моменты, разработчику будет легче перевести приложение на новый микроконтроллер, получив, таким образом, преимущества, обозначенные в таблице 1.

Переход с MSP430F1xx на MSP430F2xx: аппаратная часть

Совместимость по корпусу и выводам

Больше всего повезло разработчикам, использующим MSP430F16x и MSP430F13x/14x в 64-выводном корпусе LQFP, так как они могут напрямую заменить эти микроконтроллеры на MSP430F261x и MSP430F23x/24x соответственно. Как корпус, так и площадь, занимаемая на печатной плате (PCB foot-print) идентичны.

Все выводы MSP430F23x/24x могут быть использованы для тех же целей, что и выводы MSP430F13x/14x (выводы аналоговых и цифровых модулей, источников питания, JTAG-программатора), что позволяет осуществить переход на новое семейство без изменения печатной платы. Это утверждение справедливо для MSP430F16x и MSP430F261x с одним исключением. Если в приложении используется последовательный интерфейс USART микроконтроллера MSP430F16x в режиме PС, прямую замену на MSP430F261x осуществить не получится, из-за несовместимости по выводам (см. таблицу 2). Подробное описание выводов можно найти в документах.



MSP430F5xx — новое семейство микроконтроллеров. Компания Texas Instruments официально объявила о выпуске нового семейства микроконтроллеров **MSP430F5xx**. Эти устройства являются лидерами среди микроконтроллеров с низким энергопотреблением. Обеспечивают производительность до 25 МГц, увеличенный объем памяти (Flash и RAM), обладают обновленным набором периферийных устройств, таких как радиочастотный трансивер, USB, энкриптор, ЖКИ-интерфейс.

Отличительные характеристики MSP430F5xx:

Производительность:

- до 25 МГц;
- 12 МГц при напряжении питания 1,8 В;
- до 256 кБ Flash;
- до 16 кБ RAM;

Энергопотребление:

- Улучшенный модуль управления энергопотреблением;
- Встроенный регулятор напряжения питания;
- Программируемый уровень напряжения питания;
- 160 мкА/МГц в активном режиме;
- 1,5 мкА в режиме ожидания;
- 0,1 мкА в режиме сохранения данных в ОЗУ;

Периферийные устройства:

- DMA;
- USB (Full Speed) + PNY;
- АЦП;
- ЦАП;
- До 4 USCI;
- Аппаратный умножитель 32x32;
- Компараторы;
- Радиочастотный трансивер;
- Энкриптор;
- Таймеры, часы реального времени;
- ЖКИ-интерфейс;

Совместимость:

- Система команд такая же, как и у ранних семейств;
- Архитектура ядра MSP430CPUX;
- Совместимые периферийные устройства;
- Совместимость отладочных средств.

Таблица 1. MSP430F1xx в сравнении с MSP430F2xx

Параметры	MSP430F1xx	MSP430F2xx
Максимальная частота ядра, МГц	8	16
Выход из режимов LPM3/LPM4	<6 мкс	<1 мкс
Энергопотребление в режиме LPM3	<2 мкА	<1 мкА
Сброс при пониженном напряжении	Некоторые	Все
Минимальное напряжение при программировании flash, В	2,7	2,2
Интегрированные подтягивающие резисторы на портах ввода/вывода	нет	Все порты
Неравномерность характеристик встроенного осциллятора DCO при дрейфе температуры и напряжения	±20%	±2%
Детектирование ошибок осциллятора	Высокочастотный	Высокочастотный и низкочастотный
Дополнительный встроенный низкочастотный осциллятор с низким энергопотреблением	нет	12 кГц VLO
Фильтр пульсаций сигнала синхронизации	нет	есть
Конфигурируемые встроенные нагрузочные конденсаторы кварцевого резонатора	нет	есть
Детектирование обращения к несуществующему адресу	нет	есть
Сторожевой таймер устойчивый к ошибкам осциллятора	нет	есть
Защищенность загрузчика от взлома	256-битный пароль	256-битный пароль, функция стирания
Flash память, кбайт	до 60	до 120
ОЗУ, кбайт	до 10	до 8
Температурный диапазон, °C	-40...85	-40...105

Таблица 2. Изменения в выводах интерфейса I²C при переходе

Сигналы I ² C	Вывод/сигнал F16x	Вывод/сигнал F261x	Комментарии
SDA	вывод 29 (P3.1/SIMO0/SDA)	вывод 29 (P3.1/UCB0SIMO/UCB0SDA)	нет конфликта
SCL	вывод 31 (P3.3/UCLK0/SCL)	вывод 30 (P3.2/UCB0SOMI/UCB0SCL)	меняется вывод

Потребляемый ток

При переходе на MSP430F2xx, разработчик получает выигрыш по энергопотреблению. Так, например, в режиме ожидания при синхронизации от 32 кГц осциллятора (LFXT1), потребляемый ток MSP430F261x составляет 1,1 мкА (3 В, 25°C), в то время, как для MSP430F16x это значение составляет от 2 мкА до 2,6 мкА при выполнении тех же функций. Таким образом, перейдя на новый микроконтроллер, разработчик может в несколько раз увеличить жизнь батарейки (если в приложении таковая используется).

Потребляемый ток в активном режиме старого и нового семейств при работе на одной и той же частоте, температуре и напряжении примерно одинаков. Но так как потребляемый ток в активном режиме линейно зависит от частоты работы микроконтроллера, а максимальная тактовая частота MSP430F2xx увеличена в два раза, устройство может потреблять дополнительный ток.

Тактовая частота и напряжение питания

Максимальная частота работы MSP430 зависит от напряжения питания. Эта зависимость приводится в документации для каждого устройства. В общем, зависимости максимальной частоты от напряжения питания для MSP430Fxx и MSP430F2xx различаются, но MSP430F2xx всегда может работать на той же частоте, что и MSP430F1xx, при одном и том же напряжении питания. Однако, если разработчик, переходящий на MSP430F2xx, хочет увеличить тактовую частоту ядра,

очень важно рассмотреть эту зависимость подробнее.

Особенно рекомендуется рассмотреть эти зависимости, если требуется получить линейное изменение мощности. Напомним, что MSP430F1xx и MSP430F2xx содержат встроенный супервизор (SVS), который может помочь в решении этой задачи.

Документ об ошибках (Device Errata)

При переходе с MSP430F1xx на MSP430F2xx очень важно взглянуть в документ Errata Sheet, в котором собраны найденные ошибки микроконтроллера и предложены методы их обхода, так как этим новые семейства тоже могут отличаться друг от друга.

Переход с MSP430Fxx на MSP430F2xx: программная часть

В этой части мы обсудим важные моменты относительно программного обеспечения при переходе с MSP430F1xx на MSP430F2xx. Несмотря на то, что оба семейства

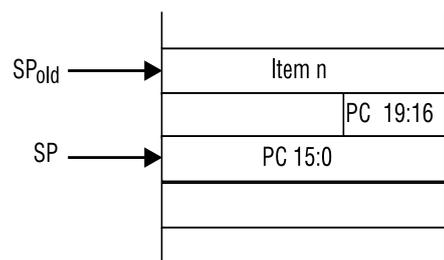


Рис. 1. Сохранение значения счетчика команд в стеке командой CALLA

программно совместимы, в большинстве случаев при переходе на новый микроконтроллер нельзя просто загрузить бинарный код MSP430Fxx в MSP430F2xx. Потребуется перекомпилировать код приложения на уровне исходных кодов с использованием необходимых заголовочных файлов, библиотек и соответствующего командного файла компоновщика, находящиеся в папке установки среды разработки и имеющего расширение CMD (для Code Composer Essential) и XCL (для IAR Embedded Workbench). Рассмотрим эти аспекты более подробно.

Расширенная архитектура памяти

Семейство MSP430F2xx построено на базе архитектуры MSP430X с улучшенным ЦПУ и системой памяти. Основное улучшение заключается в расширении разрядности адресной шины до 20 бит, что позволяет получить 1 МБ адресного пространства без использования страниц. Архитектура ЦПУ MSP430X обратно совместима с ЦПУ MSP430 микроконтроллеров MSP430F1xx.

Для использования адресного пространства более 64 кБ нужно применять команды CALLA и RETA (вместо CALL и RET), для того, чтобы обратный адрес возврата из подпрограмм правильно сохранялся и извлекался как 20-битное число. В случае перекомпилирования программного кода на языке высокого уровня, таком как C, компилятор делает это автоматически. При переводе ассемблерного кода на новую архитектуру это нужно будет сделать вручную.

Существуют команды, изменяющие значение PC в соответствии с используемым режимом адресации. Например, команда MOV.W # value, PC сотрет старшие четыре бита счетчика, так как это команда шириной в слово. Поэтому следует также пересмотреть команды, обращающиеся к PC напрямую. Опять же, в случае компиляции кода на языке высокого уровня, это производится автоматически.

У большинства микроконтроллеров нового семейства увеличен объем ОЗУ. Чтобы воспользоваться этим преимуществом, нужно перекомпилировать программный код при переходе со старого семейства.

Передача параметров подпрограмм и стековый фрейм

Для обмена данными с функциями компилятор обычно использует регистры ЦПУ. В случае, когда все данные не умещаются в регистры, они размещаются в стеке перед тем, как вызывается подпрограмма. В микроконтроллерах с большим адресным пространством MSP430F2xx вызов подпрограмм осуществляется с помощью команды CALLA, которая использует дополнительное 16-битное слово в стеке для размещения значения 20-битного счетчика команд (рисунк 1).

Если подпрограмме нужно получить доступ к данным в стеке, нужно учитывать, что счетчик команд занимает дополнительное слово. При переносе приложения с MSP430F1xx на MSP430F2xx следует пересмотреть фрагменты кода, где происходит обращение к стеку.

Если осуществляется переход с MSP430F1xx на MSP430F2xx параллельно с обновлением версии компилятора, нужно иметь в виду, что в новой версии может измениться способ вызова подпрограмм, как например, при переходе с IAR Embedded Workbench V2.xx/V3.xx на V4.xx.

Оптимизация кода по скорости выполнения

При переносе кода, который содержал оптимизированные вручную критичные к скорости выполнения участки, следует иметь в виду, что время выполнения некоторых команд ЦПУ сократилось на один или два цикла.

Другим улучшением архитектуры MSP430X является сокращение времени реакции на прерывание (пять циклов MCLK вместо шести) и времени возврата из прерывания (три цикла вместо пяти).

Объем ОЗУ

Микроконтроллер MSP430F1611 содержит 10 кБ ОЗУ, в то время как максимальный объем ОЗУ MSP430F261x составляет 8 кБ. Таким образом, если в приложении задействованы все 10 кБ ОЗУ MSP430F1611, для того, чтобы перейти на MSP430F261x, потребуется переработка программного кода.

Таблица векторов прерывания MSP430F261x занимает 32 слова памяти, в то время как в MSP430F16x только 16. Область памяти MSP430F261x с адресом 0xFFBE зарезервирована для специальных задач загрузчика.

Информационная flash-память

Микроконтроллеры MSP430F1xx и MSP430F2xx содержат 256 байт информационной flash-памяти, расположенной по адресам от 0x1000 до 0x10FF. Хотя объем этого сектора обоих семейств одинаков, его организация различна. Информационная память MSP430F1xx состоит из двух сегментов (INFOA и INFOB) по 128 байт каждый, в то время как MSP430F2xx содержит четыре сегмента (INFOA, INFOB, INFOC и INFOD) по 64 байта каждый.

Каждый сегмент информационной flash-памяти должен стираться отдельно, следовательно, для MSP430F2xx потребуется четыре обращения вместо двух, как для MSP430F1xx. Сегмент INFOA микроконтроллеров MSP430F2xx поддерживает функцию защиты от стирания, что требует дополнительной обработки при обращении к этой области памяти. Однако не рекомендуется стирать сектор INFOA, а также записывать в нее данные, так как там хранятся калибровочные коэффициенты высокочастотного осциллятора DCO. Для более подробной информации о системе памяти и об обращении к сегменту INFOA, см. [3][4].

Последовательные интерфейсы: USCI вместо USART

Одно из самых значительных отличий MSP430F2xx от MSP430F1xx заключается в после-

довательном коммуникационном интерфейсе. Микроконтроллеры MSP430F2xx содержат USCI модуль, а MSP430F1xx – USART. Эти модули программно несовместимы, т.е. при переходе на новый микроконтроллер требуется адаптация кода.

С помощью USCI можно реализовать два SPI-канала или один I²C и один UART одновременно. Стоит заметить, что MSP430F1xx не поддерживают интерфейс I²C.

В настоящей статье мы подчеркнем только основные отличия последовательных коммуникационных модулей старого и нового семейств. Для подробного ознакомления рекомендуется обратиться к документам [3][4], а также рассмотреть программные примеры использования USCI модуля, доступные на сайте производителя.

Режим UART

Функционирование USCI модуля MSP430F2xx и USART модуля MSP430F1xx в режиме UART идентично. Основные отличия:

- Модуль USCI использует отдельный генератор скорости передачи. При этом применяется новая схема модуляции с двухуровневым модулятором с возможностью передискретизации. При переходе на новый микроконтроллер требуется пересчитать коэффициенты для настройки генератора скорости передачи;

- Детектирование фронта первого импульса послышки и схема активации системы синхронизации нового и старого семейств отличаются. В USCI для этого применяется более простая схема, в которой модуль автоматически активирует систему синхронизации при обнаружении фронта первого импульса и генерирует прерывание ЦПУ после приема целого символа. В UART-модуле MSP430F1xx прерывание генерируется сразу после обнаружения фронта первого импульса послышки, и приложение должно само активировать систему синхронизации после принятия первого символа;

- Флаги прерываний модуля USCI не сбрасываются автоматиче-

чески при входе в функцию обработки прерывания.

Режим SPI

Функционирование USCI-модуля MSP430F2xx и USART-модуля MSP430F1xx в режиме SPI также идентично. Основные отличия:

- USART поддерживает один канал SPI, в то время, как USCI поддерживает два канала, работающих одновременно (USCI_A0, USCI_B0).

- Каждому из SPI-каналов микроконтроллера MSP430F1xx соответствует отдельный вектор прерываний. Каждый USCI-модуль микроконтроллера MSP430F2xx содержит два совмещенных вектора прерываний, для приема и передачи.

- USCI в режиме SPI по умолчанию работает в режиме «самый младший бит – первый» (LSB-first). Порядок может меняться с помощью бита UCMSB в регистрах управления UCAXCTL0/UCBxCTL0. Модуль USART работает только в режиме MSB-first (самый старший бит – первый) и этот режим изменить нельзя.

- Максимальная частота USCI при передаче битов в режиме SPI соответствует частоте BRCLK, в то время как для USART-модуля эта величина составляет BRCLK/2.

Режим I²C

Модуль USCI не поддерживает некоторых функций, доступных в модуле USART:

- Автоматический подсчет байтов (регистр I2CNDAT),
- Доступ шириной в слово к регистрам I²C (I2CDRW регистр),
- Декодирование источника прерывания I²C (I2CIV регистр).

Осцилляторы LFXT1 и XT2

Микроконтроллеры MSP430F2xx могут работать от тех же низко- и высокочастотных осцилляторов, что и MSP430F1xx, потребляя при этом меньше электроэнергии. Кроме того, в низкочастотном режиме (LF) доступны конфигурируемые нагрузочные конденсаторы кварцевого резонатора. По умолчанию значение ем-

кости этих конденсаторов в LF-режиме составляет 6 пФ.

Если в приложении, в котором использовались внешние нагрузочные конденсаторы, производится переход на микроконтроллер MSP430F2xx, то нужно иметь в виду:

- Способность низкочастотного осциллятора микроконтроллера MSP430F2xx обнаруживать ошибки и сигнализировать о них с помощью установки флага LFXT1OF.

- Если в приложении на базе MSP430F1xx использовался внешний 32 кГц кварц для работы в режиме низкого энергопотребления (LPM3), и точность кристалла не так важна, то вместо него при переходе на MSP430F2xx можно использовать встроенный осциллятор VLO. В результате на один внешний компонент приложения станет меньше и сократится энергопотребление микроконтроллера в режиме LPM3. Частота VLO составляет 12 кГц. Для более подробной информации см. [6].

- Если в приложении использовался внешний цифровой осциллятор, при переходе на MSP430F2xx рекомендуется использовать новый режим ввода цифрового тактового сигнала (с помощью установки битов управления LFXT1S1 и LFXT1S0).

Высокочастотный осциллятор DCO

В микроконтроллерах MSP430F2xx DCO-осциллятор имеет более высокую точность, что позволяет использовать его в широком частотном диапазоне. Изначально во flash-памяти хранятся калибровочные коэффициенты для упрощения настройки DCO.

При переходе с MSP430F1xx на MSP430F2xx следует обратить внимание на то, что:

- Частота DCO MSP430F1xx по умолчанию находится в диапазоне 800 кГц, а в MSP430F2xx – в диапазоне 1,2 МГц.

- Использование калибровочных коэффициентов для DCO MSP430F2xx позволяет обойтись без использования FLL-алгоритмов совместно с внешним кварцем для настройки DCO.

- MSP430F1xx содержит три бита для управления частотой DCO (RSELx в регистре BCSCTL1), в то время, как MSP430F2xx – четыре.

- Если значения DCOx, MODx и RSELx в регистрах управления DCO микроконтроллера MSP430F1xx жестко запрограммированы, это приведет к работе DCO-осциллятора MSP430F2xx на другой частоте.

- Если в MSP430F1xx использовался внешний резистор смещения (с помощью установки DCOR в регистре BCSCTL2), в MSP430F2xx при запуске такой программы DCO начнет работать на той же самой частоте, что и в MSP430F1xx, (при идентичной установке битов управления).

Загрузчик

Микроконтроллеры MSP430F2xx содержат новый загрузчик (BSL) с улучшенными защитными функциями. Память обоих семейств MSP430F1xx и MSP430F2xx защищена 256-битным паролем. Однако, в MSP430F2xx при обращении к памяти с неправильным паролем, стирается все содержимое flash-памяти (включая калибровочные константы, хранящиеся в сегменте INFOA).

Векторы прерываний

Расположение векторов прерываний микроконтроллеров MSP430F1xx и MSP430F2xx отличается. В принципе, перекомпилирование кода MSP430F1xx с использованием библиотек для MSP430F2xx автоматически решает задачи, связанные с изменением расположения векторов в таблице прерываний. Однако, в некоторых случаях, в процедуре обработки прерывания нужно сделать это вручную.

Также изменилось расположение таблицы векторов прерываний. Для MSP430F1xx это была область адресов с 0xFFE0 до 0xFFFF (16 слов), а для MSP430F2xx – с 0xFFC0 до 0xFFFF (32 слова). Кроме этого, область памяти с адресом 0xFFBE зарезервирована в MSP430F2xx и используется для секретного ключа загрузчика BSL.

7	6	5	4	3	2	1	0
Не используется				P2CA1	P2CA0	CAF	CAOUT
rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	r-(0)

Рис. 2. Биты регистра CACTL2 микроконтроллеров MSP430F1xx

7	6	5	4	3	2	1	0
CASHORT	P2CA4	P2CA3	P2CA2	P2CA1	P2CA0	CAF	CAOUT
rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	rw-(0)	r-(0)

Рис. 3. Биты регистра CACTL2 микроконтроллеров MSP430F2xx

Зарезервированные участки памяти

Микроконтроллеры MSP430F2xx содержат обновленные периферийные устройства, такие как BCS+, Comparator+. Эти дополнительные устройства используют часть тех участков памяти, которые раньше имели статус «зарезервировано». Теперь, при обращении к этим областям памяти нужно соблюдать осторожность, так как их изменение может привести к нежелательным последствиям в работе приложения. В качестве примера рассмотрим регистр управления компараторами Comparator_A и Comparator_A+ (см. рис 2, 3).

Допустим, что в ходе программы устанавливается бит 7, и она работает правильно на MSP430F1xx. Если запустить эту же программу на MSP430F2xx, получится, что входы компаратора будут внутренне закорочены.

Литература

1. Migrating From MSP430F16x to MSP430F261x Application Report (SLAA380).

- 2. Migrating From MSP430F13x/14x to MSP430F23x/24x Application Report (SLAA381A).
- 3. MSP430x1xx Family User's Guide (SLAU049).
- 4. MSP430x2xx Family User's Guide (SLAU144).
- 5. MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x data sheet (SLAS368).
- 6. MSP430x13x, MSP430x14x, MSP430x14x1 data sheet (SLAS272).
- 7. MSP430x241x, MSP430x261x data sheet (SLAS541).
- 8. MSP430x23x, MSP430x24x(1) data sheet (SLAS547).
- 9. Using the VLO Library (SLAA340).

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: mcu.vesti@compel.ru

Константин Староверов, Олег Пушкарев (КОМПЭЛ)

CC2430 — «ДВА В ОДНОМ» ДЛЯ ZIGBEE



В статье рассматривается популярная ИС CC2430 компании Texas Instruments, интегрирующая все элементы, необходимые для реализации высокоэкономичных ZigBee-устройств, оптимальных как по себестоимости конечного решения, так и по затратам на проектирование

Введение

Область применения недорогих и экономичных устройств беспроводной передачи чрезвычайно широка — это и дистанционное управление электроприборами, и сбор информации, и слежение за объектами и их идентификация, и многое другое. Потребность в таких устройствах существует практически во всех сферах жизнедеятельности человека, в т.ч. домашнее и коммунальное хозяйство, промышленные объекты, транспорт, медицина... По мере популяризации таких устройств возникли проблемы их несовместимости. С одной стороны, она проявлялась в невозможности взаимодействовать продукции разных производителей, с другой — работающие в непосредственной близости несовместимые устройства могли влиять друг на друга. Для устранения этих проблем был разработан стандарт IEEE 802.15.4, регулирующий правила построения физического и канального (MAC) уровней маломощных устройств низкоскоростной передачи данных на небольшом расстоянии (несколько десятков метров). Физический уровень по этому стандарту использует частотный диапазон 868/915 МГц или 2,4 ГГц, и должен обеспечивать надежную передачу данных даже в условиях помех, создаваемых прочими РЧ устройствами. Существует несколько «надстроек» над стандартом IEEE 802.15.4 — это, например, протокол 6LoWPAN [1], раз-

работанный компанией Microchip, а также, разработанный альянсом ZigBee одноименный протокол. Каждый из них реализует более высокие уровни протокола беспроводной связи по отношению к IEEE 802.15.4 — сетевой и прикладной уровни. ZigBee следует воспринимать не только как протокол связи, но и как стандарт, который создавался при содействии множества лидирующих компаний, а также при взаимодействии с группой разработчиков стандарта IEEE 802.15.4, поэтому, применение его в системах низкоскоростной беспроводной связи более предпочтительно.

Компания Texas Instruments (TI) выпускает несколько ИС для работы в диапазоне 2,4 ГГц, на основе которых возможна реализация трех вариантов решений, совместимых со стандартами IEEE 802.15.4 и ZigBee:

1) полностью однокристалльное решение на основе системы на кристалле (SoC) CC2430 или CC2431, интегрирующее IEEE 802.15.4-совместимый трансивер диапазона 2,4 ГГц и усовершенствованный 8051-совместимый микроконтроллер (CC2431 отличается интегрированием дополнительного сопроцессора для локализации положения);

2) двухкристалльное решение на основе ZigBee-процессора CC2480 и любого микроконтроллера (МК) из семейства MSP430;

3) двухкристалльное решение на основе IEEE 802.15.4-совмести-

мого трансивера CC2420/CC2520 и микроконтроллера MSP430.

Общими особенностями всех этих решений являются простота применения, экономичность, низкая стоимость и всесторонняя техническая поддержка. Также нужно выделить и их отличительные особенности: первое решение отличается наименьшим занимаемым на плате место и совместимостью с системами разработки для МК 8051; второе решение наиболее простое в осуществлении, т.к. протокол ZigBee реализован на аппаратном уровне и разработчику не требуется детальное его изучение; наконец, третьему решению свойственна минимальная стоимость комплектованных.

Решение на основе SoC CC2430 можно назвать компромиссным, когда есть потребность в минимизации себестоимости конечного решения без существенного увеличения затрат времени и средств на проектирование.

Знакомство с системой на кристалле CC2430

ИС CC2430 совмещает в одном кристалле IEEE 802.15.4-совместимый РЧ-трансивер CC2420 и флэш-микроконтроллер, ядро которого совместимо со стандартным ядром 8051 и отличается от него улучшенным быстродействием выполнения инструкций. ИС выпускается в трех исполнениях CC2430F32/F64/F128, различающиеся объемом флэш-памяти — 32/64/128 кбайт, соответственно. В остальном все ИС идентичны: все они поставляются в миниатюрном RoHS-совместимом корпусе QLP-48 с размерами 7x7 мм и обладают одинаковыми рабочими характеристиками (табл. 1).

Таблица 1. Основные характеристики CC2430

Параметры	MIN	TYP	MAX	Условия измерения
Условия эксплуатации				
Частотный диапазон [МГц]	2400	—	2483,5	
Рабочий температурный диапазон [°C]	-40	—	85	
Рабочее напряжение питания [В]	2,0	—	3,6	
Скорость РЧ передачи [кбод]	—	250	—	
Чувствительность приемника [дБм]	—	-92	—	
Подавление соседнего канала (± 5 МГц) [дБ]	—	41/30	—	
Подавление соседнего канала (± 10 МГц) [дБ]	55/53	—	—	
Подавление соседнего канала (± 15 МГц) [дБ]	55/53	—	—	
Номинальная выходная мощность в режиме передачи [дБм]	—	0	—	
Потребляемый ток				
Микроконтроллера в активном режиме и РЧ тракта в режиме приема [мА]	—	27	—	Максимальная тактовая частота МК (32 МГц)
Микроконтроллера в активном режиме и РЧ тракта в режиме передачи [мА]	—	27	—	Максимальная тактовая частота МК (32 МГц), выходная РЧ мощность 0 дБм
В экономичном режиме PM2 [мкА]	—	0,5	—	Активный генератор частоты 32 кГц и SLEEP-таймер
В экономичном режиме PM3 [мкА]	—	0,3	—	Синхронизация отключена, активна схема сброса при подаче питания. Сохраняется возможность возобновления работы по прерыванию.
Временные характеристики				
Переход из режима PM2/PM3 в активный [мкс]	—	120	—	
Переход из режима приема в режим передачи [мкс]	—	192	—	

Особенности встроенного микроконтроллера

Входящее в состав CC2430 8-битное процессорное ядро (рис. 1) совместимо по набору инструкций, модели памяти и системе прерываний со стандартным ядром 8051, а отличается от него множеством улучшений:

- для выполнения одного цикла инструкции требуется не 12 тактов синхронизации, как у стандартного ядра 8051, а всего лишь один такт;
- применена гибкая система синхронизации с возможностями программного выбора источника высокочастотной синхронизации (кварцевый генератор 32 МГц или RC генератор 16 МГц) и низкочастотной синхронизации (кварцевый генератор 32.768 кГц или RC-генератор 32.753 кГц);
- предусмотрены возможности энергосбережения, в т.ч. несколько режимов работы PM0...PM3, различающиеся степенью активности внутренних элементов, а, следовательно, и потребляемым током, и SLEEP-таймер, задающий

длительность нахождения в экономичном режиме.

- возможность самопрограммирования флэш-памяти при условии выполнения загрузочной программы из внутреннего ОЗУ;
- обширное число встроенных устройств ввода-вывода (УВВ), в т.ч. 12-битный сигма-дельта АЦП, датчик температуры, два УСАПП, таймеры с возможностями генерации ШИМ-сигналов, MAC-таймер, AES-сопроцессор.
- контрольные элементы: супервизор питания и сторожевой таймер;
- контроллер ПДП: 5 независимых каналов, 3 программируемых уровня приоритета, 31 конфигурируемое событие, инициирующее передачу;
- 2-проводный отладочный интерфейс, предназначенный для программирования флэш-памяти и доступа к внутренней памяти и регистрам.

Особенности РЧ-трансивера

Как уже упоминалось, входящий в CC2430 РЧ трансивер

полностью идентичен трансиверу CC2420. Трансивер характеризуется отличной избирательностью и блокирующими характеристиками (см. табл. 1), что дает ему возможность прекрасно сосуществовать с устройствами, работающими по другим РЧ стандартам, в т.ч. Bluetooth и WiFi. Трансивер характеризуется чрезвычайно простой схемой включения (рис. 2), что делает конечное решение более компактным и конкурентоспособным. В процессе передачи используется алгоритм расширения спектра DSSS.

Для передачи РЧ-сигнала может использоваться РСВ-антенна или внешняя антенна. Использование внешней антенны обычно дает наилучшие результаты и используется, если проект не критичен к стоимости и имеет конструктивную возможность установки такой антенны. Если же антенна должна быть как можно более дешевой, даже в ущерб некоторым ее характеристикам, используют РСВ-антенны. Варианты таких антенн представлены в таблице 2.

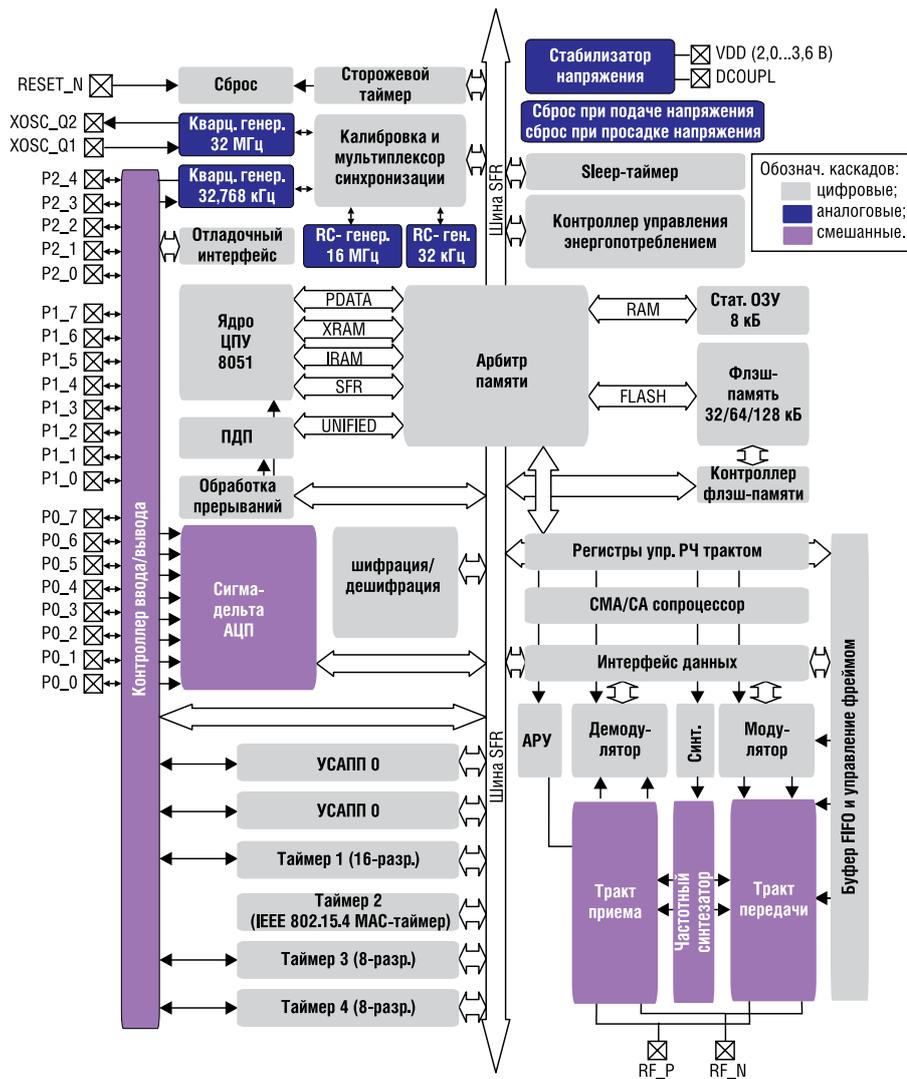


Рис. 1. Структурная схема CC2430

Оценка энергопотребления

Оценка энергопотребления ZigBee-устройства очень важна в приложениях с батарейным питанием и позволяет выбрать емкость батареи питания, которая обеспечит непрерывную работу в течение заданного времени, или оптимизи-

ровать энергопотребление, если тип батареи питания определен заданием к проекту. Данная задача сводится к нахождению среднего потребляемого тока (ICP) в течение фиксированного интервала времени, равному сумме продолжительности активного и пас-

сивного состояний. Зная средний потребляемый ток можно легко найти требуемую емкость батареи, умножив его величину в миллиамперах на требуемое количество часов непрерывной работы.

Для нахождения ICP можно использовать следующую методику:

1) определяем последовательность действий CC2430 в активном состоянии для выбранной конфигурации ZigBee-устройства (полнофункциональное устройство или неполнофункциональное) и сети (с передачей радиомаяка или нет);

2) для каждого из этих действий находим длительность и потребляемый ток. Для этого необходимо снять осциллограмму потребляемого тока по методике, представленной в [2];

3) находим энергопотребление для активного состояния в «мА x мс» путем суммирования произведений длительностей каждого из действий в активном состоянии на соответствующее им потребление;

4) зная длительность (Tп) и потребляемый ток (Iп) для пассивного состояния находим энергопотребление для этого состояния Iп x Tп, а затем, суммируя полученную величину с предыдущей (п. 3), находим общее энергопотребление;

5) делим полученное значение на длительность оцениваемого интервала времени — результат и есть искомое ICP.

Если для заданной емкости батареи не удастся выполнить требование по непрерывной работе в течение требуемого интервала вре-

Таблица 2. Варианты РСВ-антенн для CC2430

Наименование (документ с описанием)	Особенности	Конструкция
Инвертирующая F-образная РСВ-антенна (DN007)	<ul style="list-style-type: none"> Обеспечивает стабильные характеристики при любой ориентации Макс. наблюдаемый коэффициент передачи +3,3 дБ Отражение меньше -15 дБ Занимаемое место 25,7x7 мм 	
Миниатюрная РСВ-антенна (AN043)	<ul style="list-style-type: none"> Более компактная разновидность инвертирующей F-образной антенны Макс. наблюдаемый коэффициент передачи +5,5 дБ Занимаемое место 15,2x5,7 мм 	
Дипольная РСВ-антенна (AN040)	<ul style="list-style-type: none"> Самая простая схема подключения (2 индуктивности) Макс. наблюдаемый коэффициент передачи +0,3 дБ Занимаемое место 47x9 мм 	

Таблица 3. Обзор аппаратных и программных инструментальных средств для CC2430

Код заказа	Наименование	Краткое описание	Особенности
Аппаратные инструментальные средства			
CC2430DK	Набор для проектирования	Предназначен для разработки и тестирования РЧ-тракта и УВБ CC2430. Совместно с программой SmartRF® Studio позволяет контролировать чувствительность, выходную мощность и др. характеристики РЧ-тракта.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 платы SmartRF04EB • 2 оценочных модуля CC2430EM • 2 внешние 2,4 ГГц-ые антенны • 2 USB-кабеля • Один 10-проводной шлейф для соединения SmartRF®04EB в качестве эмулятора с внешней целевой платой • Си-компилятор IAR EW8051 с отладчиком C-SPY (30 дневные оценочные версии)
CC2430ZDK	Набор для проектирования	Предназначен для разработки ZigBee™ систем на основе CC2430. Имеет возможности тестирования, демонстрации возможностей, макетирования и разработки кода программы ZigBee устройств для множества применений и различной степени сложности. В комплект входит программа Sensor Network Analyzer компании Daintree для анализа трафика в сети, состоящей из множества ZigBee-узлов.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 платы SmartRF04EB (ЖКИ, миджойстик, кнопки, светодиоды, порты USB и RS232) • 2 оценочных модуля CC2430EM • 5 демонстрационных плат CC2430DB • Антенны и батарейки • Си-компилятор EW8051 и отладчик C-SPY компании IAR (30-дневные оценочные версии) • Исходные коды ZigBee-стека Z-Stack (TI) • Программа Sensor Network Analyzer компании Daintree (лицензионная базовая версия и 30-дневные профессиональная и стандартная версии)
CC2430EMK	Оценочный набор	Позволяет анализировать с помощью программы SmartRF Studio прохождение пакетов между двумя ZigBee-узлами.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 оценочных модуля CC2430EM • 2 внешние 2,4 ГГц-ые антенны
OAD-EMK	Оценочный набор	Набор предназначен для оценки возможности Z-Stack по загрузке кода программы через РЧ-канал, что существенно упрощает обновление прошивки ZigBee устройств в условиях их эксплуатации	<ul style="list-style-type: none"> • Плата с флэш-памятью, в которую предварительно записывается принятый через ZigBee-сеть код программы. По завершении приема этот код перезаписывается во флэш-память встроенного в CC2430 микроконтроллера • Поддержка совместной работы с платами CC2430DB и SmartRF04EB
CC2430DB	Демонстрационная плата	Плата предназначена для оценки возможностей РЧ-интерфейса и встроенных УВБ CC2430. Плата идеальна для реализации сверхмаломощных ZigBee-устройств, которые должны работать от одного комплекта батарей несколько лет.	<ul style="list-style-type: none"> • USB-порт для программирования • PCB антенна • Три способа питания: от порта USB, внешнее, 2 батарейки AA • Точки подключения амперметра для контроля потребляемого тока • Подключенные к МК компоненты на плате: миджойстик, ЭСППЗУ (32 кбит), датчик ускорения, переменный резистор, фоторезистор, разъем отладочного интерфейса, красный и зеленый светодиоды, кнопка
SOC-BB	Плата батарейного источника	Плата предназначена для питания оценочных модулей от двух батареек типа AA. Дополнительно SOC, установленная в оценочном модуле, имеет возможность управлять 1 светодиодом и считывать состояние 1 кнопки.	<ul style="list-style-type: none"> • Разъем подключения к оценочному модулю • Разъем подключения двух батареек типа AA • Разъем отладочного интерфейса SoC • Разъем подключения к линиям ввода-вывода SoC • 1 светодиод и 1 кнопка
Программные инструментальные средства			
SMARTRF™-STUDIO	Тестовая и конфигурационная программа, доступна на бесплатной основе на сайте TI	SmartRF® Studio – Windows-совместимая программа, предназначенная для тестирования и конфигурации РЧ ИС Chipcon. Рассчитана на совместную работу с оценочными платами. Помогает быстро ознакомиться с возможностями РЧ ИС и ускоряет начальные этапы проектирования.	<ul style="list-style-type: none"> • Поддержка всех РЧ ИС из номенклатуры Chipcon • Поддержка на одном ПК до 8 портов USB • Тестирование канала связи, прием-/передача пакетов • Чтение/запись регистров • Экспорт настроек регистров в Си-код • Визуальное представление функционирования сети и устройств
—	Программа Sensor Network Analyzer (SNA), включена в состав некоторых отладочных средств	Разработка компании DaintreeNetworks, предназначенная для тестирования, анализа и ввода в эксплуатацию ZigBee-сетей. Отличается графическим предоставлением информации о состоянии сети и ее компонентов, что существенно упрощает поиск ошибок.	<ul style="list-style-type: none"> • Средства анализа передаваемых пакетов • Измерение характеристик сети, устройств и маршрутов • Мониторинг работающей сети с возможностями записи для дальнейшего просмотра и анализа • Поддержка сетей любой степени сложности
—	TIMAC, доступна на бесплатной основе на сайте TI	Исходные коды, реализующие MAC-уровень стандарта IEEE 802.15.4	<ul style="list-style-type: none"> • Сертифицирован на соответствие стандарту IEEE 802.15.4-2003 • Простота разработки приложений
—	Z-STACK, доступна на бесплатной основе на сайте TI	Исходные коды, реализующие ZigBee-протокол	<ul style="list-style-type: none"> • Поддержка стандарта ZigBee-2006 • Протестированы компилятором EW8051 v7.30B (IAR) • Поддержка функции передачи кода программы по РЧ-каналу • Примеры программ

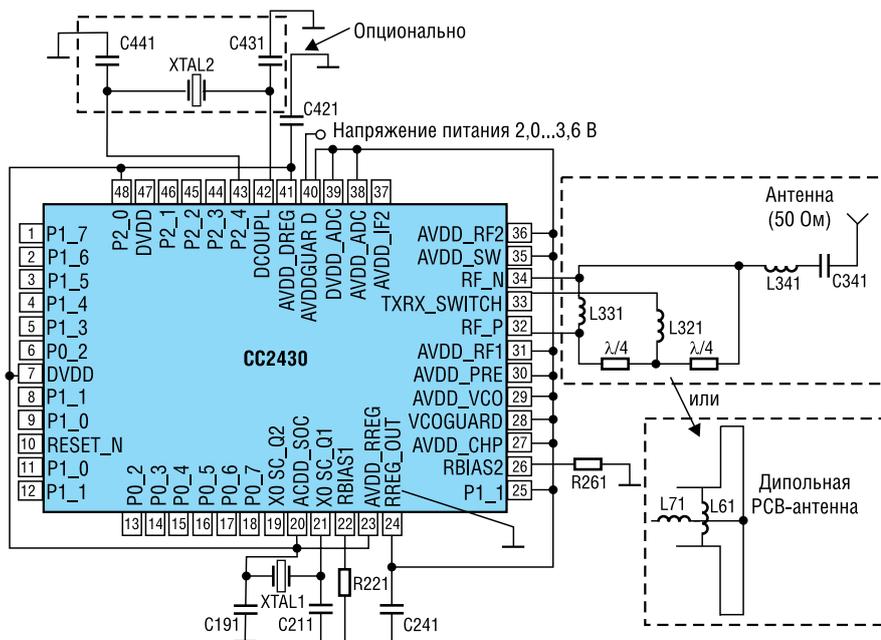


Рис. 2. Схема включения CC2430

мени, необходимо снижать средний потребляемый ток, а наиболее эффективным средством для этого является увеличение длительности пассивного состояния.

Более подробно ознакомится с методикой оценки энергопотре-

бления и изучить примеры расчетов можно в [3]. В частности, в статье приводится расчет энергопотребления CC2430 при использовании исходных кодов TIMAC (см. табл. 3). Согласно расчету, в полнофункциональном режиме

срок работы от двух аккумуляторов типа AA емкости 3100 мАч составляет 1,5 года, а в режиме с ограниченным функционированием – 41 год.

Поддержка проектирования

TI выпускает широкий ассортимент инструментальных средств для разработки различных IEEE 802.15.4- и ZigBee-совместимых применений на основе CC2430, в т.ч. оценочные и демонстрационные наборы, программное обеспечение для них, а также исходные коды, реализующие IEEE 802.15.4- и ZigBee-протоколы, и примеры программ. Обзор возможностей этих инструментальных средств приведен в таблице 3.

Таким образом, ИС CC2430 является идеальным выбором при необходимости реализации портативных и конкурентоспособных IEEE 802.15.4/ZigBee-совместимых устройств для широкого числа применений. Доступность разнообразных аппаратных и программных инструментальных средств позволит существенно сократить сроки реализации проекта и повысить качество процесса проектирования. Для проектов, нуждающихся в минимизации стоимости конечного решения или сроков проектирования, Texas Instruments предлагает отдельные наборы микросхем РЧ-трансиверов/процессоров и микроконтроллеров.

Литература

1. А. Сафронов. Стек протоколов MiWi™ для беспроводных сетей // Новости электроники, 2007, №13, – С.29-36.
2. В. Selvig. Measuring Power Consumption with CC2430 & Z-Stack // Application Note AN053, Texas Instruments, TI lit. Lit.# swra144. – 17 p.
3. Zin Thein Kyaw, Chris Sen. Using the CC2430 and TIMAC for low-power wireless sensor applications: A powerconsumption study // Analog Applications Journal, Texas Instruments, Lit.# slyt295, 2Q 2008 – P. 17-19.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: wireless.vesti@compel.ru



СИСТЕМА НА КРИСТАЛЛЕ CC2430

CC2430 – SoC, построенная на базе ZigBee-трансивера CC2420, объединенного с производственным контроллером 8051

Ключевые особенности:

- 8051 микроконтроллер с тактовой частотой 32 МГц
- Трансивер IEEE 802.15.4 (2.4 ГГц)
- 3 версии: 32/64/128 Кб программируемой FLASH-памяти
- Малое потребление энергии
- Статическая память 8 Кб (SRAM) с функцией DMA
- Один IEEE 802.15.4 MAC таймер, один общий 16-битный таймер и два 8-битных таймера
- Цифровая схема измерения уровня сигнала RSSI/LQI



Компэл
www.compel.ru



Сергей Криванов (КОМПЭЛ)

ИМПУЛЬСНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВ С БАТАРЕЙНЫМ ПИТАНИЕМ

Как заменить линейный стабилизатор импульсным, скажем, в приборе с батарейным питанием, сохранив расположение и функциональное назначение выводов и не переразводя плату? Ответ — применить импульсный стабилизатор серии PSR-78xxLF компании PEAK.

При разработке портативного электронного прибора с батарейным питанием нужно обеспечить стабилизированное напряжение. Место на плате, как правило, ограничено. Источник входного напряжения нестабильный, или оно может меняться в широких пределах, например, при разряде аккумуляторной батареи.

В этих условиях нужно использовать стабилизаторы напряжения. Только вот вопрос: какие — линейные или импульсные?

Если корпус прибора миниатюрный, без вентиляции, то радиаторы использовать нежелательно. Да и энергию аккумуляторных батарей тратить на рассеивание тепла не хочется. В этом случае разработчик выбирает импульсный стабилизатор, который имеет значительно более высокий КПД, чем линейный стабилизатор.

Компания PEAK Electronics предложила разработчикам и производителям электронной техники импульсные стабилизаторы серий PSR-78xxLF в корпусе SIP3 (рис. 1). Они полностью совместимы по расположению и назначению выводов с популярными аналоговыми линейными стабилизаторами серии LM78xx.

Преобразователи PSR-78xxLF имеют широкий диапазон входного напряжения до 32 В. Все преобразователи серии PSR-78xxLF имеют максимальный выходной ток 500 мА и выпускаются на

стандартные выходные напряжения 3,3; 5; 6,5; 9; 12 и 15 В.

Варианты моделей приведены в таблице 1.

Преобразователи PEAK electronics соответствуют требованиям директивы по содержанию вредных веществ RoHS, принятой в Европейском союзе. Суффикс «LF» обозначает отсутствие свинца в изделии и соответствие RoHS.

Основные параметры импульсных стабилизаторов серии PSR-78xxLF:

- Выходной ток 500 мА,
- Широкий вход до 32 В,
- Точность установки выходного напряжения $\pm 2\%$ (типовое значение),
- Нестабильность выходного напряжения $\pm 0,2\%$ при изменении входного напряжения во всем допустимом диапазоне,
- Нестабильность выходного напряжения $\pm 0,4\%$ при изменении нагрузки от 50 до 500 мА,
- Высокий КПД 80-95%,
- Длительная защита от короткого замыкания,
- Широкий диапазон рабочих температур от -40 до 85°C .

Импульсный стабилизатор PSR-78xxLF имеет низкое собственное энергопотребление: максимум 7 мА во всем допустимом диапазоне входного напряжения. Внутренние потери стабилизаторов PSR-78xx малы, что практически устраняет проблему отвода тепла.

PEAK

electronics

Кроме защиты от короткого замыкания стабилизаторы новой серии PSR-78xxLF имеют встроенную защиту от перегрева. Преобразователь отключается, когда внутренняя температура достигает 150°C . Преобразователь может выдавать выходной ток 500 мА в диапазоне температур окружающего воздуха от -40 до 71°C , в диапазоне от 71 до 85°C выходной ток снижается до 300 мА при 85°C (рис. 2).

PSR-78xxLF прост в использовании: он не требует подключения внешних компонентов. Пластиковый корпус SIP3 имеет размеры 11,5x7,55x10,2 мм. Назначение выводов стабилизатора PSR-78xxLF соответствует назначению выводов LM78xx: 1 — вход, 2 — общий, 3 — выход (рис. 3).

Уровень шумов преобразователя PSR-78xx не превышает 35 мВ, типовое значение — 20 мВ. Для снижения уровня шума на входе и выходе стабилизатора можно включить фильтрующие конденсаторы или LC-цепочки.

Компания выпускает также более мощную серию преобразователей PSR1-78xxLF с выходным



Рис. 1. Внешний вид импульсного стабилизатора PSR-78xxLF

Таблица 1. Варианты моделей импульсных стабилизаторов PSR-78xxLF с выходным током до 0,5 А

Наименование	Диапазон входного напряжения, В	Выходное напряжение, В	КПД при Uвх мин, %	КПД при Uвх макс, %
PSR-783R3LF	4,75...28	3,3	90	80
PSR-7805LF	6,5...32	5,0	93	84
PSR-786.5LF	8...32	6,5	94	87
PSR-7809LF	11...32	9,0	95	91
PSR-7812LF	15...32	12,0	95	92
PSR-7815LF	18...32	15,0	95	93

Таблица 2. Варианты моделей импульсных стабилизаторов PSR1-78xxLF с выходным током до 1 А

Наименование	Диапазон входного напряжения, В	Выходное напряжение, В	КПД при Uвх мин, %	КПД при Uвх макс, %
PSR1-783R3LF	4,75...28	3,3	90	83
PSR1-7805LF	6,5...32	5,0	93	88
PSR1-786R5LF	9...32	6,5	94	90
PSR1-7809LF	12...32	9,0	95	92
PSR1-7812LF	16...32	12,0	96	94



Рис. 2. Диапазон рабочих температур импульсных стабилизаторов серии PSR-78xxLF

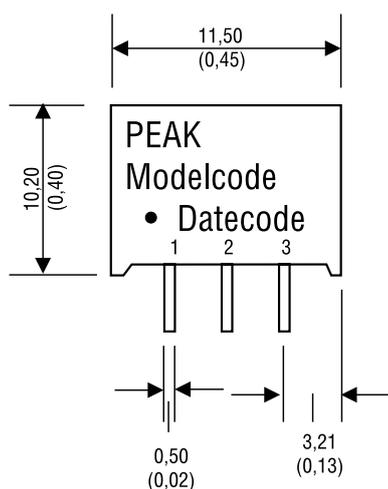


Рис. 3. Расположение выводов и размеры PSR-78xxLF



Рис. 4. Внешний вид импульсного стабилизатора PSR1-78xxLF

током 1 А. Варианты моделей с различными значениями выходного напряжения приведены в табл. 2.

Стабилизаторы PSR1-78xxLF выпускаются в корпусе типа SIP3 размерами 11,5x8,9x17,5 мм. Внешний вид – на рис. 4. Этот корпус толще на 1,4 мм и на 7,3 мм выше корпуса менее мощных преобразователей PSR-78xxLF, что необходи-

мо учитывать при проектировании линейки приборов с разным энергопотреблением на одной базовой плате. Назначение и расположение выводов PSR1-78xxLF то же, что у PSR-78xxLF и LM78xx. Остальные параметры PSR1-78xxLF и PSR-78xxLF совпадают.

Импульсные стабилизаторы имеют высокий КПД, низкое собственное энергопотребление, не требуют применения радиатора, занимают мало места на плате. Они по своему назначению являются Point-of-Load преобразователями, т.е. подключаются непосредственно к нагрузке. Они применяются:

- в малогабаритных устройствах,
- в приборах в неметаллическом герметичном корпусе, где применение аналоговых стабилизаторов в комплекте с радиатором невозможно из-за проблем с отводом тепла,
- в устройствах с батарейным питанием,
- в приборах с нестабильным напряжением на шине постоянного тока.

Более подробно с этими и другими преобразователями напряжения PEAK можно ознакомиться на специализированном сайте по источникам питания <http://ps.compel.ru>.⁵

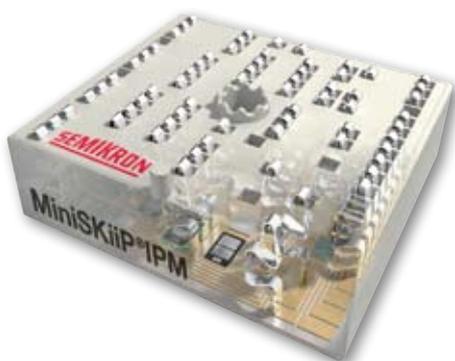
Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: ac-dc-ac.vesti@compel.ru



Андрей Колпаков (ООО «Семикрон»)

ПЕРВЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ СИЛОВОЙ МОДУЛЬ IGBT ПРИЖИМНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Компания Semikron представила первый маломощный интеллектуальный силовой модуль IGBT прижимной конструкции. Компоненты серии MiniSKiiP® IPM, разработанные на основе силовых модулей MiniSKiiP и интегральных драйверов технологии SOI, предназначены для построения приводов мощностью до 15 кВт. От аналогичных серийно выпускаемых компонентов новые модули отличаются низким тепловым сопротивлением (0,95 К/Вт) и расширенным температурным диапазоном (175°C).



Подобно всем компонентам серии MiniSKiiP, подключение силовых и сигнальных выводов новых интеллектуальных силовых модулей (IPM) осуществляется с помощью пружинных контактов, рассчитанных на ток до 20 А. Устранение паяных соединений позволяет упростить процесс сборки и резко повысить стойкость конструкции к механическим воздействиям. Установка MiniSKiiP на радиатор и подключение интерфейсной платы осуществляется в одном направлении и производится с помощью одного крепежного элемента. Таким образом, резко упрощается и удешевляется процесс сборки, особенно при автоматизированном производстве.

Высоковольтный интегральный драйвер с усовершенствованными каскадами сдвига уровня, созданный с применением технологии SOI, предназначен для управления 600 В модулями топологии C1B

(выпрямитель – инвертор – тормозной каскад) и 1200 В модулями, собранными по схеме трехфазного инвертора. Применение технологии SOI, при которой каждый элемент схемы диэлектрически изолирован с помощью слоя кремния, позволяет полностью подавить эффект защелкивания. Благодаря использованию в каждом канале высоковольтной схемы сдвига уровня удалось резко повысить иммунитет устройства к наведенным напряжениям отрицательной полярности. Интегральный драйвер сохраняет работоспособность при уровне внешних напряжений до -50 В, что позволяет резко повысить надежность работы инвертора в предельных токовых режимах. Схема управления затвором обеспечивает отключение IGBT при перегрузке по току с помощью внешнего токового шунта и обладает функцией защиты от падения напряжения UVLO по всем каналам и функцией INTERLOCK для предотвращения сквозного тока. Схема имеет вход внешнего стробирования, позволяющий отключать IPM по сигналу контроллера.

Компоненты серии MiniSKiiP® отличаются хорошими тепловыми характеристиками и высокой плотностью тока, их «безбазовая» прижимная конструкция обеспечивает высокую стойкость к термостратификации и механическим воздействиям. Все указанные свойства позволяют признать но-

SEMIKRON
innovation+service

IGBT-модули для трехуровневых инверторов UPS

Компания SEMIKRON представила новую топологию миниатюрных IGBT-модулей серии SEMITOP для построения трехуровневых инверторов источников бесперебойного питания. Модули созданы на основе IGBT с низкими статическими и динамическими потерями, что позволяет уменьшить уровень рассеиваемой мощности трехуровневой схемы на 60% по сравнению с двухуровневым преобразователем. Кроме того, предлагаемая топология обеспечивает существенно меньшее значение распределенной индуктивности цепей коммутации. Новые модули предназначены для применения в UPS мощностью 5...80 кВА.

Диапазон токов новых модулей с рабочим напряжением 600В составляет 20...150 А. В UPS-применениях это позволяет создавать преобразователи мощностью 5...80 кВА. Модули с трехуровневой топологией IGBT доступны в двух типах корпусов: SEMITOP®3 (площадь основания 55x31 мм²) на ток 20...50 А и SEMITOP®4 (площадь основания 60x55 мм²) на ток 75...150 А.

Миниатюрные изолированные IGBT-модули серии SEMITOP® имеют высоту 12 мм, их крепление осуществляется с помощью одного центрального винта.

вый MiniSKiiP® IPM одним из самых надежных продуктов данного класса, пригодным для тяжелых условий эксплуатации.

Модули MiniSKiiP® IPM предназначены для использования в промышленных приводах мощностью до 15 кВт и других применениях, где необходима схема C1B или трехфазный инвертор. Компоненты серии, полностью соответствующие требованиям директивы RoHS, рассчитаны на рабочее напряжение 600 и 1200 В и диапазон токов до 72 А. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: power.vesti@compel.ru



Сергей Криванов (КОМПЭЛ)

МИНИАТЮРНОЕ СИГНАЛЬНОЕ РЕЛЕ СЕРИИ G6K И ЕГО «БРАТЬЯ»

Компания **Omron** выпускает широкую линейку **сигнальных реле** [1, 2], в своей производственной программе поддерживает как отработанные в производстве и популярные модели, так и инновационные изделия с уникальными качествами. Представляем вниманию читателей суперминиатюрное **телекоммуникационное реле G6K**.

Сигнальное реле G6K выпускается в миниатюрном корпусе для монтажа на поверхность. Реле занимает на плате место 10x6,5 мм, а высота корпуса составляет всего 5,2 мм. Да и масса реле очень мала — всего 0,7 г. Это изделие было специально разработано для телекоммуникационных печатных плат с очень плотным монтажом.

G6K может переключать нагрузку 0,3 А при напряжении 125 В переменного тока или 1 А при постоянном напряжении 24 В. Это очень экономичное реле: собственное потребление не превышает 100 мВт.

Электрическая прочность изоляции реле G6K проверяется тестовым напряжением 1500 В переменного тока. Изделие соответствует требованиям Части 68 до-

кумента FCC и выдерживает 10 импульсов в 1,5 кВ длительностью 160 мкс. Версии реле с суффиксом «-Y» устойчивы к импульсному напряжению 2,5 кВ, которое подается дважды в соответствии с требованиями телекоммуникационного стандарта Telcordia (бывш. Bellcore).

G6K относится к четвертому поколению реле Omron, его конструкция развивает принципы, заложенные компанией в основу очень популярного во всем мире реле серии G6S. Напомним, что сигнальное реле G6S переключает нагрузку 0,5 А при напряжении 125 В переменного тока или 1 А при постоянном напряжении 30 В, выпускается в компактном герметичном корпусе размерами 15x7,5x9,4 мм, предназначенном для монтажа на поверхность.

OMRON

Особенностью реле G6S является устойчивость к импульсам напряжения 2,5 кВ в соответствии с требованиями стандартов Telcordia. Его конструкция стала промышленным стандартом благодаря особо компактному дизайну, высокой долговечности и пригодности для скоростной установки в процессе производства.

Конструкция и особенности G6K

G6K выпускается в трех вариантах корпусов: для поверхностного монтажа с выводами типа «крыло чайки», для плотного поверхностного монтажа с L-образными выводами, загнутыми под корпус, и с выводами для монтажа в отверстия (рис. 1).

Отличительные особенности реле G6K:

- Специальная форма выводов с несколькими изгибами, которые амортизируют термические и физические удары по печатной плате и уменьшают стресс реле в процессе пайки,
- Специальная форма выводов позволила эффективно отводить тепло от корпуса реле на монтажные площадки,
- Выводы в форме буквы «L», загнутые внутрь, на корпус, упрощают процесс пайки и занимают меньше места на печатной плате по сравнению с традиционными выводами для SMT-монтажа «крыло чайки»,
- Закругленные кромки корпуса позволяют уменьшить последствия тепловых ударов.

Миниатюрный корпус реле позволяет экономить место на плате и размещать корпуса реле в непосредственной близости друг от друга. Малого размера корпу-

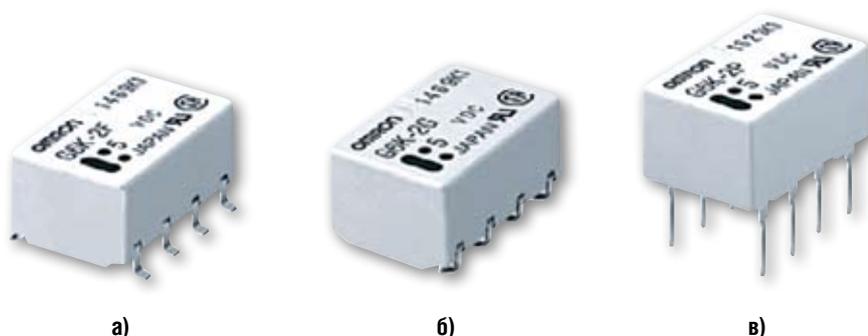


Рис. 1. Внешний вид реле G6K с разными типами выводов:

- выводы для поверхностного монтажа «крыло чайки»,
- загнутые под корпус L-образные выводы для поверхностного монтажа и суперплотной установки,
- выводы для монтажа в отверстия

са удалось добиться за счет особой конструкции электромагнита, которую компания Omron разработала и запатентовала под названием «Super Moving Loop» – «супердвижущая петля». В этой конструкции постоянный магнит расположен посередине управляющей катушки (см. рис. 2). В реле G6K использован усовершенствованный вариант: постоянный магнит расположен над управляющей катушкой параллельно ей по всей длине (рис. 3). Такое решение позволило уменьшить размеры деталей, и, соответственно, дополнительно уменьшить размеры реле в целом на 17%. Эта конструкция обладает следующими преимуществами:

- повышается КПД, т.к. магнитный поток теперь пронизывает всю катушку в целом, а не ее часть, как в «супердвижущей петле» (рис. 2 и 3).
- при этом увеличивается допустимый ток через катушку, можно увеличить число ее витков,
- уменьшается необходимая мощность.

Конструкция реле G6K в целом показана на рис. 4, где отмечены также ее особенности и преимущества.

В результате G6K стало самым маленьким реле в своем классе и самым маленьким реле, отвечающим требованиям стандартам Telcordia (Bellcore) по устойчивости к импульсным помехам 2,5 кВ, надежности, экономичности и долговечности.

Система обозначений реле G6K приведена на рис. 5, а варианты моделей – в таблице 1.

Сигнальное реле G6K предназначено для использования в сетевом компьютерном оборудовании, системах безопасности, аппаратуре мобильной связи, приборах управления в системах отопления и вентиляции зданий и других приложениях, где требуются реле в тонких корпусах.

Другие суперкомпактные сигнальные реле

Компания Omron выпускает и другие сигнальные реле, занимающие мало места на плате и пригодные для суперплотного монтажа.

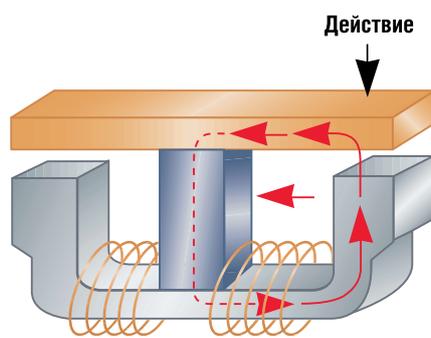


Рис. 2. Конструкция электромагнита «Super Moving Loop» – супердвижущая петля

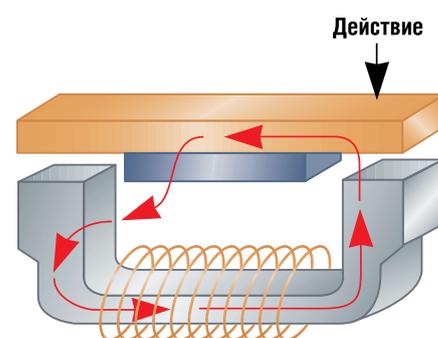


Рис. 3. Схема расположения постоянного магнита в управляющей цепи реле G6K

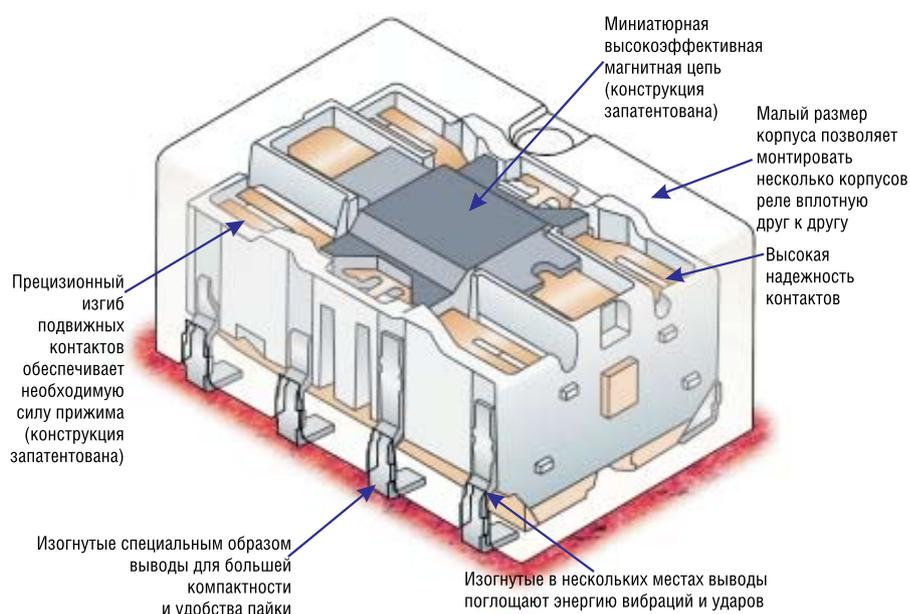


Рис. 4. Конструкция реле G6K

G6K□-□□-□□ VDC
1 2 3 4 5

1. Тип реле

Пусто: переключающее реле

U: Реле с блокировкой и одной управляющей катушкой

2. Конфигурация контактов

2: DPDT – два переключаемых контакта

3. Форма выводов

F: выводы для поверхностного монтажа «крыло чайки» (рис. 1а)

G: загнутые под корпус L-образные выводы для поверхностного монтажа (рис. 1б)

P: выводы для монтажа в отверстия (рис. 1в)

4. Сертифицированы по стандартам

Пусто: Соответствуют UL, CSA. Не соответствуют спецификациям Telcordia

Y: Соответствуют UL, CSA. Соответствуют спецификациям Telcordia: импульсы 2500 В дважды по 10 мс.

5. Напряжение питания управляющей катушки

3, 4,5, 5, 12, 24 В постоянного тока

Рис. 5. Обозначение реле G6K

Таблица 1. Примеры моделей реле серии G6K, сертифицированных Telcordia, с разными типами выводов

Наименование для заказа	Наименование Omron	Напряжение катушки, В (постоянного тока)	Ток катушки, мА
Модели для монтажа на поверхность			
G6K2FY12DC	G6K-2F-Y 12 VDC	12	9,1
G6K2FY24DC	G6K-2F-Y 24 VDC	24	4,6
G6K2FY3DC	G6K-2F-Y 3 VDC	3	33
G6K2FY45DC	G6K-2F-Y 45 VDC	4,5	23,2
G6K2FY5DC	G6K-2F-Y 5 VDC	5	21,1
Модели для монтажа в отверстия			
G6K2PY12DC	G6K-2P-Y 12 VDC	12	9,1
G6K2PY24DC	G6K-2P-Y 24 VDC	24	4,6
G6K2PY3DC	G6K-2P-Y 3 VDC	3	33
G6K2PY45DC	G6K-2P-Y 45 VDC	4,5	23,2
G6K2PY5DC	G6K-2P-Y 5 VDC	5	21,1

Это уже упомянутое популярное реле G6S, низкопрофильное реле G6H-2F и реле в герметичных корпусах G5V1-F.

G6H-2F выпускается в корпусе размерами 14,3x9,3 высотой 5,4 мм, переключает нагрузку 1 А при постоянном напряжении 30 В и имеет низкое собственное энергопотребление 140 мВт.

Реле G5V1-F может переключать широкий диапазон нагрузок от 1 мА до 1 А, собственное потребление составляет 150 мВт.

Omron выпускает достаточно широкую линейку суперкомпактных реле, что позволяет разработчику аппаратуры выбрать оптимальный вариант. Однако наиболее прогрессивным решением является применение реле серии G6K самого последнего поколения.

Более подробно с этими и другими электромеханическими реле Omron можно ознакомиться на сайте нашей компании www.compel.ru в разделе «Продукция».

Литература

1. Обзор сигнальных электромеханических реле Omron // Электронные компоненты, №2, 2007.

2. Обзор высокочастотных реле Omron // Новости электроники, №2, 2008. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: relay.vesti@compel.ru

OMRON

Sensing tomorrow™

СИГНАЛЬНЫЕ
РЕЛЕ

Разъемы
Датчики
Переключатели



G6K - НОВАЯ МОДЕЛЬ

- Суперминиатюрный корпус 10 x 6,5 x 5,2 мм
- Нагрузка 0,3 А/125 В AC или 1 А/24 В DC
- Специальная конструкция выводов
- Низкое энергопотребление 100 мВт
- Для суперплотного монтажа

G6S - ПОПУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ

- Миниатюрный корпус 15 x 7,5 x 9,4 мм
- Нагрузка 0,5 А/125 В AC или 1 А/30 В DC
- Специальная конструкция выводов
- Низкое энергопотребление 140 мВт

G6H-2F - ПОПУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ

- Миниатюрный корпус 14,3 x 9,3 x 5,4 мм
- Низкое энергопотребление 140 мВт
- Большое разнообразие моделей

G5V1-F - ТРАДИЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

- Широкий диапазон нагрузок от 1 мА до 1 А
- Низкое энергопотребление 150 мВт



Сертификат ISO 9001:2001



www.compel.ru

Брайан С. Нарвессон, Эгриан Харрис (Texas Instruments)

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ – СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

Главные факторы для систем управления питанием – размер, температура, стоимость и электрические характеристики (регулировка, реакция на нагрузку, выходные пульсации). Статья дает базовое представление об эволюции систем питания, установленных на платах, помогает понять, как с новым поколением приборов компании **Texas Instruments** можно получить более высокую производительность за меньшую цену и при меньшей площади корпуса.

Требования к инженерным решениям для телекоммуникационного оборудования продолжают расти. Эти решения теперь должны обеспечивать большее напряжение шин питания для разнообразных цифровых сигнальных процессоров (DSP), программируемых логических матриц (FPGA), специализированных ИС (ASIC) и микропроцессоров. Иными словами, от инженеров требуется создавать большее напряжение при более высоких токах, с повышенным КПД, меньшими шумами при меньших занимаемых площадях. Кроме того, решение это должно быть более выгодное по цене.

Размер/Производительность/Стоимость

Необходимость учитывать одновременно размер, производи-

тельность и стоимость оборудования возродила интерес инженеров к проектированию систем питания. В первом поколении таких систем на плате использовали распределенную структуру схемы питания (см. рис. 1). Эта схема построена на изолированном блоке питания для каждого напряжения питания. Это было приемлемо до критического увеличения количества шин питания, при котором также увеличивалась стоимость и занимаемая площадь на печатной плате. Контроль напряжений питания на всех шинах также был усложнен и требовал дополнительных внешних цепей, которые в свою очередь увеличивали стоимость и размеры устройств на плате.

Чтобы избавиться от ограничений по размеру и стоимости в распределенной структуре питания, во втором поколении схем начали использовать архитектуру с одной шиной с фиксированным напряжением (IBA) (см. рис. 2). Такая схема использовала единственный изолированный источник питания и много неизолированных DC/DC-преобразователей (POL – Point of Load). Эти преобразователи POL могут быть как в виде модулей, таких как модули серии **PTH** от Texas Instruments (TI), так и в виде дискретных понижающих конверторов. Изолированный преобразователь работает при таком же входном напряжении, как и преобразователь первого поколения, в диапазонах от 36 до 75 В или от 18 до 36 В. Данная

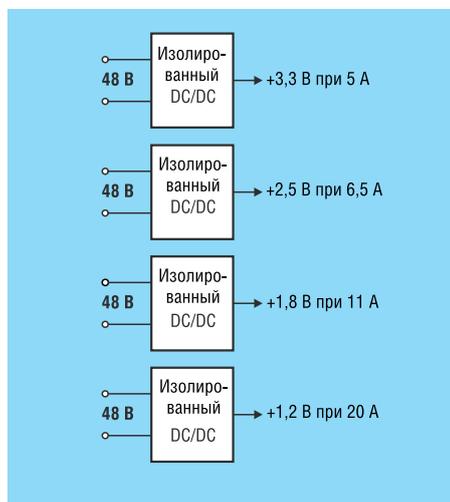


Рис. 1. Типовая схема распределенной структуры питания



Драйвер одноктактных изолированных преобразователей

Компания **Texas Instruments** анонсировала **UCD7100** – устройство цифрового управления из семейства **Fusion Digital Power™**. Драйвер предназначен для построения одноктактных изолированных преобразователей с цифровым управлением.

Основные применения нового драйвера – приложения с полным цифровым регулированием и улучшение аналогового управления электропотреблением путем цифрового регулирования, источники питания, использующие технологию одиночного переключения (т.е. прямая и обратная топология).

Особенности:

- Одиночный выход ± 4 А
- Быстродействующая, (25 нс) защита от перегрузки по току с программируемым порогом
- Регулятор 3,3 В @ 10 мА, упрощающий питание DSP или микроконтроллеров
- Промышленный диапазон рабочих температур (-40...105°C)
- Широкий (4,5...15 В) диапазон напряжения питания
- Корпус без использования свинца (Pb-free/lead-free), соответствующий директиве RoHS
- Миниатюрный 14-выводной корпус HTTSOP14 или 16-выводной корпус QFN16

В семейство **UCD7K** также входят драйвер **UCD7201**, предназначенный для построения двухтактных изолированных преобразователей, и контроллер импульсного понижающего стабилизатора напряжения с синхронным выпрямлением **UCD7230**.

архитектура требует создания стабилизируемых напряжений на 3,3, 5 или 12 В. Конечный выбор напряжений определяется разработчиком. Такая топология позволяет уменьшить место на плате и стоимостью, упрощает управление последовательностью включения разных

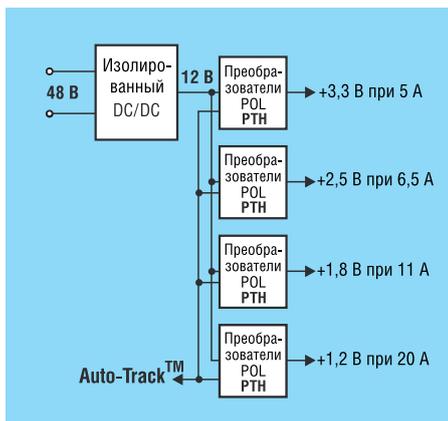


Рис. 2. Архитектура ИВА с одной шиной питания

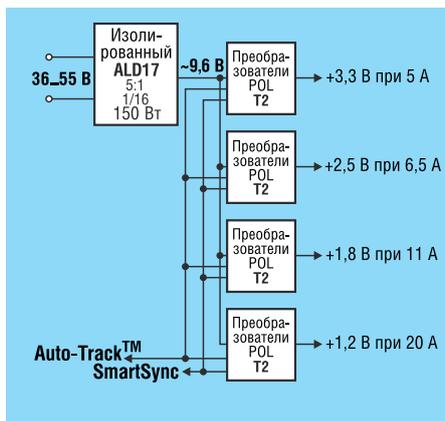


Рис. 3. Нерегулируемая ИВА

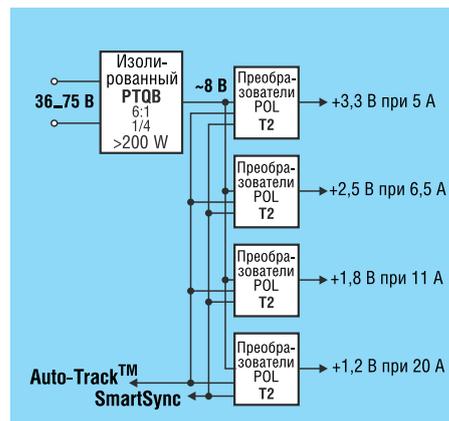


Рис. 4. Псевдорегулируемая ИВА



Рис. 5. Сравнение архитектур.
 (а) сравнение стоимости
 (б) сравнение занимаемого на плате места
 (в) сравнение КПД систем

напряжений благодаря наличию функции **Auto-Track™** в DC/DC-модулях TI. Единственным недостатком этой системы является снижение эффективности из-за

двойного преобразования, требуемого для каждого напряжения.

В данном примере преобразователь тока **ALD17 5:1** создает напряжение на выходе в 5 раз меньше, чем на входе. Такая технология позволяет спроектировать систему/плату мощностью в 150 Вт с размером 1/16 brick, при которой достигалась бы 96-процентная эффективность системы в первичном каскаде преобразования.

Появление на рынке силовых модулей, таких, как продукты **T2** производителя Texas Instruments, и использование ШИМ-модуляции при широком диапазоне входных напряжений от 4,5 до 14 В, дало возможность использовать нерегулируемое напряжение на основной шине питания. Максимальный диапазон входного напряжения преобразователя шины должен быть в пределах от 36 до 55 В, чтобы входное напряжение на вторичных POL-преобразователях не превышало 12 В. Максимальное напряжение в 12 В необходимо из-за того, что POL-преобразователи понижают напряжение до 1 В или ниже, при этом входное напряжение не может быть в 10-12 раз больше, чем выходное. Все больше производителей (ОЕМ) коммуникационного оборудования переходят к использованию систем с ограниченным диапазоном входных напряжений для значительного снижения себестоимости и габаритов схемы и повышения ее производительности.

Некоторые же из производителей коммуникационного оборудования являются приверженца-

ми использования традиционной топологии преобразования с более широким диапазоном входных напряжений – от 36 до 75 В, с входными импульсными помехами до 100 В. Чтобы удовлетворить требования всех потребителей, специалисты в области силовой электроники разработали псевдорегулируемую архитектуру ИВА (см. рис. 4).

Главное отличие этой ИВА от нерегулируемой ИВА в том, что, если напряжение входного сигнала превышает 55...60 В, псевдорегулируемая ИВА снижает выходное напряжение до 10 В. Недостатки этого метода в том, что изолированный источник питания должен быть больше по размеру, для того чтобы разместить схему регулирования, и производительность схемы снижается при повышении напряжении входного сигнала более чем на 55 В. Примером такой типологии приборов является продукт Texas Instruments серии **PTQB**, создающий вспомогательное линейное напряжение при максимальном моменте.

Сравнение архитектур

Для более точного сравнения в каждом примере на рис. 2, 3 и 4 используются одинаковое напряжение и ток на выходе. Данные примеры основаны на теоретической базовой станции, используемой многофункциональные цифровые сигнальные процессоры (DSP) с соответствующими аналоговыми и цифровыми цепями. Напряжения на выходе составляют 3,3 В при 5 А, 2,5 В при 6,5 А,

1,8 В при 11 А, и 1,2 В при 20 А. Сравнение архитектур, описанных ранее, показано на рис. 5. Данные схемы показывают, что самая смелая мечта вполне осуществима. Псевдорегулируемая и нерегулируемая системы электропитания способствуют более высокой производительности схемы при меньших габаритах устройств и более низкой их себестоимости.

Наиболее значительное отличие в псевдо- и нерегулируемой ИВА по сравнению с ИВА второго поколения с фиксированным напряжением — более высокий КПД. Как показано на рис. 5, КПД регулятора мощности возрос почти на 7%. Это ведет к снижению тепловой нагрузки до 14 Вт для системы мощностью в 200 Вт.

В данных примерах были использованы силовые модули, так как они дают наивысшую плотность мощности и используются многими изготовителями телекоммуникационного оборудования. Для снижения себестоимости во всех системах могут быть использованы POL DC/DC-преобразователи на дискретных элементах, но их применение ведет к увеличению занимаемого на плате места практически в 2 раза.

Электрические характеристики

Оставшаяся задача для разработчиков — удовлетворение требованиям приложения с высокопроизводительными цифровыми сигнальными процессорами, повышающими электрическую мощность в центре каждой системы. Первостепенное значение в характеристиках такого оборудования имеют регулирование напряжения, реакция на изменение нагрузки и уровень производимых помех.

Регулировка напряжения и реакция на изменение нагрузки тесно связаны друг с другом. Для достижения высокого КПД с малой мощностью в меньших габаритах изготавливаются цифровые полупроводники с меньшими по размеру транзисторами, требующие постоянно уменьшающегося напряжения питания. Становятся стандартными требования к напряжению в сердечнике Sub-

1-V. Вместе с таким низким напряжением имеет место ужесточающийся допуск отклонения в узких пределах. Обычной практикой становится задавать допустимое отклонение напряжения 3%, что включает вариации во входном напряжении, нагрузке (малые отклонения по току в нагрузке), время, температуру и переходные токи. Таким образом, разработчику остается лишь свободных 30 мВ для размещения всего, что требует цифровая система. Около половины допусков (15 мВ) обычно расходуется параметрами линии постоянного тока, нагрузкой, временем и температурой. Оставшиеся 15 мВ можно использовать для регулирования внезапных изменений в нагрузке по току (от 1 до 3 тактовых циклов), из-за передачи цифровых данных от блока к блоку.

Такой малый запас допустимого отклонения заставляет разработчика систем электропитания минимизировать отклонения напряжения при этих переходных токах. Если напряжение на цифровом ядре превышает указанные лимиты допусков, цифровая схема может инициировать перегрузку или выдавать логические ошибки. Для предотвращения подобных ситуаций разработчикам следует обратить пристальное внимание на характеристику устойчивости к переходным процессам используемых модулей POL.

Цифровые нагрузки типа современных гигагерцовых сигнальных процессоров DSP требуют чрезвычайно быстрых переходных режимов с очень низким отклонением напряжения. Для этого к преобразователю DC/DC обычно добавляют много дополнительных выходных конденсаторов, чтобы продлить время задержки сигнала до появления сигнала обратной связи. Силовой модуль с этим дополнительным конденсаторами, удовлетворяющий требованиям системы по допускам напряжения переходных процессов, представляет комплексное решение по энергоснабжению системы.

Удельная мощность конденсаторов с каждым годом увеличивается. Но даже при большей

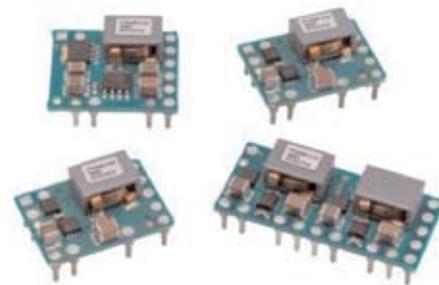


Рис. 6. Силовые модули серии T2 с функцией TurboTrans™

удельной мощности размеры дискретной системы могут более чем в два раза превышать размеры силового модуля. Таким образом, необходимо много дополнительного места на печатной плате, что нереально в современных малогабаритных системах. Более того, стоимость конденсаторов и материалов, из которых изготовлены источники питания, могут в два раза превышать стоимость готового силового модуля.

Инновации в технологии силовых модулей постоянного тока позволили системным разработчикам достигать быстрой реакции на переходные процессы и меньшего отклонения напряжения при меньшей емкости на выходе. Примером таких устройств являются модули нового поколения PTH компании Texas Instruments из серии T2, изготовленные в корпусах для монтажа в отверстия (рис. 6). Данные устройства используют новую запатентованную технологию, которая называется «TurboTrans™». Технология позволяет пользователю настроить модуль так, чтобы он отвечал специфическим требованиям импульсной нагрузки. Настройка осуществляется одним внешним резистором.

Функция «TurboTrans™» позволяет уменьшить емкость выходных конденсаторов в 8 раз, что экономит затраты на элементы и уменьшает площадь печатной платы. Технология выгодна еще тем, что использование конденсатора с ультранизким эквивалентным последовательным сопротивлением (ESR) повышает стабильность системы. Эти новейшие выходные конденсаторы Oscon, полимер-танталовые и керамические, имеют еще одно достоинство — они спо-

способны выдерживать высокие температуры и процесс высокотемпературной бессвинцовой пайки.

Еще одна характеристика изолированных и POL-модулей — это шум (помехи). Когда POL-модули запущены на разных частотах на одной общей входной шине, результирующие суммарные или разностные частоты могут создавать частоту биения, что может потребовать значительного усложнения фильтра ЭМИ. Как пример, если система имеет два POL-модуля работающих на частотах 300 и 301 кГц, то частота биения будет 1 кГц. Для этого могут понадобиться более сложные системные фильтры. Силовые модули серии T2 компании TI имеют функцию **SmartSync**, позволяющую разработчикам синхронизировать частоты нескольких модулей серии T2 и настроить их на специфическую частоту, тем самым способствуя снижению электромагнитных помех. Функция SmartSync может быть использо-

вана для установки частоты таким образом, чтобы свести к минимуму шум включения/выключения на определенной частоте передачи. «TurboTrans» и SmartSync — это стандартные функции силовых модулей серии T2, которые не добавляют стоимости к системам, описанным ранее.

Системы телекоммуникации, построенные на ультрасовременных силовых модулях, позволяют системным разработчикам сократить размеры систем, уменьшить рассеиваемую мощность, удовлетворять требования по электропитанию высокоэффективных цифровых схем и снизить стоимость энергии по сравнению с системами на архитектуре IBA с регулируемым напряжением. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: theory.vesti@compel.ru



Первые 32-разрядные контроллеры ZigBee

По утверждению компании **Jennic**, она первой среди разработчиков реализовала стек **ZigBee PRO** для своего однокристалльного 32-разрядного беспроводного контроллера **JN5139**. Решение предусматривает два варианта применения: в качестве самостоятельного встраиваемого процессора и в качестве сопроцессора. Предполагается, что это обеспечит проектировщикам дополнительную гибкость в выборе средств. Дополнительно сократить время проектирования можно за счет использования готовых радиочастотных модулей Jennic, имеющих сертификацию FCC и ETSI.

Работая как самостоятельный процессор, **JN5139** обеспечивает поддержку **ZigBee PRO** и выполнение пользовательского приложения. В качестве сопроцессора, JN5139 позволяет добавить функциональность ZigBee PRO в существующие проекты.

К особенностям JN5139, помимо поддержки ZigBee PRO, относится большой объем внутренней памяти и развитые средства управления питанием, позволяющие минимизировать энергопотребление. В конфигурацию микроконтроллера входит 192 кБ ROM для IEEE802.15.4 MAC и 96 кБ RAM для приложений. Кроме того, она включает интерфейсы UART, SPI и I²C, линии ввода-вывода общего назначения (GPIO), таймеры, 12-разрядный аналогово-цифровой и цифроаналоговый преобразователь, компараторы. Завершает картину встроенный 2,4 ГГц, соответствующий спецификации IEEE802.15.4 приемопередатчик, обеспечивающий дальность связи 30...50 м, и средство шифрования по алгоритму AES (128 бит). Примечательно, что совокупный потребляемый ток в спящем режиме не превышает 5 мкА. Поставки ознакомительных образцов должны начаться в июле, а поставки набора разработчика компания обещает начать в октябре.



МОДУЛИ ПИТАНИЯ TurboTrans™
для питания нагрузок, чувствительных к переходным процессам

Наименование	U _{вх} , В	U _{вых} , В	I _{вых} , А	Размеры, мм
PTH08T230Wxx	4.5-14	0.7-5.5	6	19x16x8
PTH08T240Wxx	4.5-14		10	22x16x9
PTH08T220Wxx	4.5-14		16	22x19x9
PTH05T210Wxx	4.5-5.5	0.7-3.6	30	35x16x9
PTH08T210Wxx	5.5-14		30	35x16x9
PTV08T250Wxx	8-14	0.8-5.5	50	59x24x10

ПРИМЕНЕНИЕ:

- Системы передачи данных
- Телекоммуникационные системы
- Беспроводные решения
- Сетевое оборудование
- Серверы
- Рабочие станции
- Системы хранения данных

 **Образцы доступны со склада в Москве**





Владимир Бродун (Терразлектроника)

НОВЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ И DSP TEXAS INSTRUMENTS

В статье рассматриваются новые средства разработки компании OLIMEX для микроконтроллеров и цифровых сигнальных процессоров от Texas Instruments. Представлено типовое решение датчика движения с микроконтроллером MSP430F2013, макетная отладочная плата с сигнальным процессором TMS320F28016 и JTAG-эмулятор для DSP с развитыми функциями и рекордно низкой ценой.

Известный производитель инструментальных средств компании OLIMEX выпустила в свет несколько изделий, поддерживающих популярные семейства микроконтроллеров и цифровых сигнальных процессоров (DSP) от Texas Instruments. На основе рекомендаций по применению (Application Note SLAA283, [1]) для семейства MSP430 разработана плата инфракрасного датчика движения **MSP430-PIR**. Проектирование устройств на основе DSP семейства TMS320 может быть быстрее освоено с помощью макетной отладочной платы **TMS320-P28016**. Для программирования и отладки систем на основе DSP компания OLIMEX предлагает бюджетный JTAG программатор-эмулятор **TMS320-JTAG** с развитыми инструментальными функциями и рекордно низкой ценой.

Средства разработки для MSP430

Семейство 16-разрядных микроконтроллеров MSP430 появилось в середине 90-х. Его архитектура ориентирована на высокую производительность при предельно низком потреблении энергии, как в активном режиме, так и в специальных режимах энергосбережения. С этой целью в качестве исходной выбрана система команд PDP-11, обеспечивающая быстрый доступ к операндам

во всем адресном пространстве. Адреса памяти программ и данных, ввода/вывода и регистров общего назначения объединены (архитектура фон Неймана). Из исходного набора образовано 27 «настоящих» команд и 24 эмулируемых, что сократило мощность, потребляемую дешифратором команд. По этой причине устройства семейства MSP430 называют RISC-микроконтроллерами, хотя цикл команд составляет от 1 до 6 тактов. Главной целью является минимальная длительность (в машинных тактах) фрагмента программы, выполняющего некоторую функцию.

Использование RISC-ядра совместно с современной КМОП-схемотехникой позволило достичь впечатляющего результата: при напряжении питания +3,3 В и тактовой частоте 1 МГц потребление в активном режиме составляет 250 мкА. Дополнительно для снижения потребляемого тока могут быть использованы пять режимов энергосбережения.

Архитектура MSP430 включает большой набор интерфейсных модулей. Микроконтроллеры этого семейства имеют аналого-цифровой преобразователь и аппаратный умножитель 16x16 разрядов, поэтому компания-производитель называет их аналого-цифровыми процессорами (mixed signal processor). Микроконтроллеры MSP430 широко применяются в



портативной измерительной аппаратуре и других областях, где требуется низкое потребление, точное аналого-цифровое преобразование и наличие разнообразных интерфейсов.

В настоящее время в семейство MSP430 входит около 140 типов микроконтроллеров. Микроконтроллеры линейки MSP430F20xx Tiny с тактовой частотой 16 МГц и напряжением питания 1,8...3,6 В изготавливаются в 14- и 16-выводных корпусах. Они предназначены для использования совместно с сенсорами и приходят на смену линейке MSP430x11xx с тактовой частотой 8 МГц. Программирование флэш-памяти программ и отладка резидентного ПО ведется через интерфейс типа SBW (Spy-Bi-Wire Interface). Этот двухпроводной JTAG-интерфейс при отладке позволяет рабочей программе использовать практически все линии портов микроконтроллера.



Рис. 1. Плата датчика движения MSP430-PIR

Типовое решение инфракрасного датчика движения на базе микроконтроллера MSP430F2013 демонстрирует

MSP430-PIR (рис. 1). В датчике в качестве чувствительного элемента используется пироэлектрический пассивный инфракрасный сенсор (PIR).

Датчики движения на основе PIR широко используются в системах контроля доступа и в бытовой автоматике для включения освещения. Сенсор включает два пироэлектрических элемента. Инфракрасное излучение (длина волны 7...14 мкм) от движущегося тела принимается вначале одним элементом, затем другим. Неподвижные источники излучения воздействуют на оба элемента одновременно.

В датчике движения MSP430-PIR сигнал сенсора PIR обрабатывается микроконтроллером с многоразрядным АЦП, применяемым из-за специфики сигнала от пассивного инфракрасного сенсора и необходимостью уменьшить вероятность ложных срабатываний. Микроконтроллер включает центральный процессор с тактовой частотой 16 МГц, флэш-память программ 2 кБ, ОЗУ 128 байт, 10 линий ввода-вывода, 16-разрядный АЦП, сторожевой таймер, 16-разрядный таймер с двумя регистрами сравнения-захвата и универсальный интерфейс USI (SPI или I²C).

Управляющая программа датчика, текст которой доступен на сайте Texas Instruments (www.ti.com/litv/zip/slaa283), демонстрирует возможности архитектуры MSP430 при использовании режимов пониженного энергопотребления. Благодаря этим режимам значение среднего тока, потребляемого датчиком, не превышает 10 мкА, из которых 6 мкА потребляет сенсор. Малое энергопотребление самого микроконтроллера является следствием раздельной работы блока АЦП и процессора (особенность архитектуры MSP430). При этом средний ток блока АЦП с источником опорного напряжения составляет 2,7 мкА, а процессор в среднем потребляет всего 0,08 мкА, поскольку работает очень короткое время. Внешний кварц отсутствует, синхронизация осуществляется от внутреннего генератора VLO с частотой 12 кГц и низким потреблением.

Схема платы датчика доступна на сайте компании OLIMEX (www.olimex.com/dev/). На плате датчика, кроме сенсора и микроконтроллера, установлен также держатель батареи питания, разъемы SPI и JTAG 2x7, светодиод для индикации состояния. Плата датчика имеет размеры 42x26 мм.

Приобретение датчика MSP430-PIR позволяет сразу перейти к изучению исходного текста управля-

ющей программы и работы блоков микроконтроллера в различных режимах. Цель дальнейшей модификации программы – усовершенствовать обнаружение движения в различной обстановке.

Программирование флэш-памяти, модификация и отладка программы датчика MSP430-PIR могут быть выполнены при помощи недорогого и быстрого USB-программатора-эмулятора **MSP430-JTAG-TINY** от OLIMEX. Этот прибор программирует все флэш-микроконтроллеры серии MSP430Fxxx, в том числе новые микросхемы по интерфейсу Spy-Bi-Wire. Программирование скоростное – 14 кБ/сек (1,4 кБ/сек через Spy-Bi-Wire), используется стандартный JTAG-разъем 2x7 выводов компании TI. Прибор совместим с демонстрационной системой программирования KickStart от компании IAR. При совместной работе обеспечивается программирование, эмуляция в реальном масштабе времени, пошаговое выполнение, работа механизма контрольных точек и другие режимы отладки. Система **KickStart** доступна для бесплатного скачивания на сайте фирмы IAR. При программировании в ее среде на ассемблере размер кода не ограничен, а при программировании на языке Си для микроконтроллеров MSP430 ограничение составляет 2 кБ. Возможна также работа с бесплатными Си-компилятором (**GCC C compiler**) и отладчиком Insight MSP430 toolchain and debugger.

Компания Texas Instruments для программирования и отладки устройств на микроконтроллерах MSP430 предлагает отладочный интерфейс MSP-FET430UIF. Прибор подключается к USB-порту компьютера, позволяет программировать все flash-микроконтроллеры серии MSP430Fxxx, в том числе по интерфейсу Spy-Bi-Wire. Его особенностью является возможность программной установки напряжения питания в пределах 1,8...5 В. В комплект поставки входит компакт-диск с документацией и демо-версией системы программирования с ограниченным по размеру кода Си-компилятором.

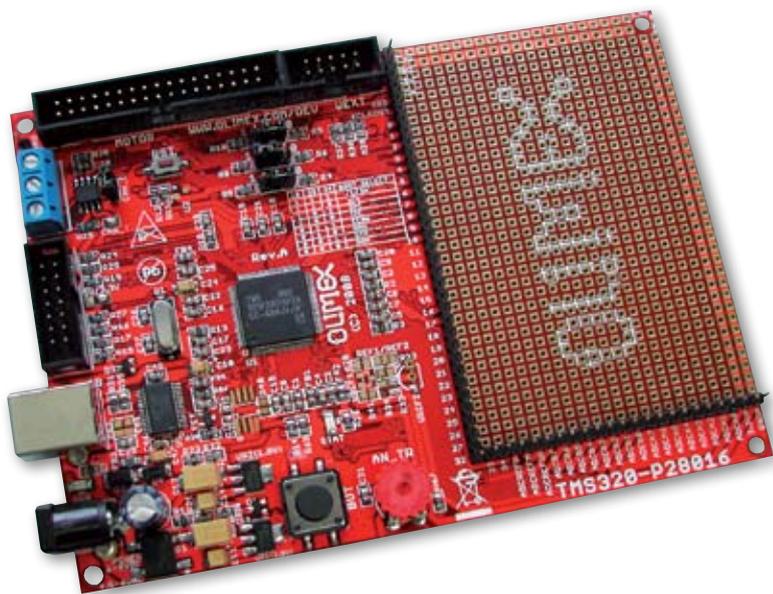


Рис. 2. Лабораторная отладочная плата TMS320-P28016

Компания Elprotronic для программирования и отладки микроконтроллеров семейства MSP430 предлагает очень быстрый прибор USB-MPS430-FPA-STD. Скорость программирования через JTAG достигает 26 кБ/сек, по интерфейсу Spy-Bi-Wire более 8 кБ/с, по интерфейсу BSL около 11 кБ/с. У прибора к неиспользуемым выводам JTAG разъема подключены линии интерфейса BSL. Такое решение позволяет экономить место на целевой плате. Прибор поставляется со стандартной версией программного обеспечения **Flash Pro430**, поддерживающей интерфейсы JTAG и BSL. Он охватывает все микроконтроллеры семейства MSP430 и рекомендуется к применению как инструментальный третьего производителя. **Multi-FPA API-DLL** позволяет управлять программатором из других программ.

Средства разработки для TMS320

Цифровые сигнальные процессоры семейства **TMS320F280xx** ориентированы на применение в преобразователях мощности и управлении электроприводами, отличаются низкой стоимостью. DSP этого семейства выполняют операции умножения 32x32 за один такт, их особенностями является сверхбыстрая реакция на прерывания и наличие ШИМ-контроллера, который обеспечивает высокое разрешение выходных сигналов.

Лабораторная отладочная плата **TMS320-P28016** на базе DSP TMS320F28016 позволяет разработчику быстро приступить к изучению процессора, используя проверенную производителем аппаратуру (рис. 2). Этот DSP — один из самых недорогих на рынке, но при этом обладает вполне достойными характеристиками — 32-разрядный прибор работает на частоте 60 МГц и обеспечивает производительность 60 MMACS. Плата включает типовую конфигурацию контроллера на основе DSP для управления электроприводами, а также макетное поле, вдоль которого расположен штыревой разъем с сигналами портов



Рис. 3. Программатор-эмулятор TMS320-JTAG

DSP. Разработчик может быстро добавить к отлаженному ядру свою часть схемы и провести отладку в масштабе реального времени. На плате реализована гибкая система выбора интерфейса для загрузки памяти программ микроконтроллера. Загрузка может быть осуществлена через интерфейсы SCI, SPI, CAN, I²C и по параллельной 16-разрядной шине.

Лабораторная плата имеет размеры 100x80 мм. На ней установлены:

- DSP TMS320F28016: 32-разряда, 60 МГц, флэш-память программ 32 кБ, 12 кБ ОЗУ, 8 каналов ШИМ (6 из них имеют разрешение 150 пс), два 8-канальных 12-разрядных АЦП (3,75 msp/s), порты RS232, SPI, I²C, CAN;

- Разъем JTAG для программирования и отладки;

- Преобразователь интерфейсов USB — RS232;

- Микросхема драйвера и разъем CAN;

- Разъем UEXT с интерфейсами SPI, RS232, I²C для подключения дополнительных модулей фирмы OLIMEX, например MOD-NRF24Lx, MOD-MP3 и т.п.;

- Разъем MOTOR (для добавления модулей с ADC, PWM, сигналами прерываний);

- Кнопки пользователя и RST;

- Подстроечный потенциометр на аналоговом входе;

- Светодиоды питания и пользователя;

- порты DSP, выведенные на штыревой разъем.

На сайте компании OLIMEX (www.olimex.com/dev/) находится схема платы **TMS320-P28016**, руководство пользователя и спра-

вочный материал по работе платы с системой Code Composer Studio (CCS), а также исходные тексты на языке Си и файлы проектов демонстрационных программ для этой системы.

TMS320-JTAG — позиционируется фирмой OLIMEX как самый бюджетный JTAG-программатор/эмулятор для DSP (рис. 3). Вместе с интегрированной системой Code Composer Studio 3.30 позволяет программировать и отлаживать целевую систему в реальном масштабе времени, а также обеспечивает пошаговое выполнение программы, работу механизма контрольных точек, отображение карты памяти и предоставляет другие возможности, присущие более дорогим моделям.

Программатор-эмулятор TMS320-JTAG имеет размеры 50x40 мм, длина кабеля составляет 20 см. Его отличительные особенности:

- программирует все DSP семейства TMS320F с флэш-памятью, не совместим с XDS510;

- имеет собственный драйвер в системе Code Composer Studio 3.30;

- использует разъем JTAG 2x7;

- не требует внешнего источника, питание от целевой платы.

На сайте компании OLIMEX доступны руководство пользователя JTAG-программатора/эмулятора и драйвер для системы CCS.

Микроконтроллеры и DSP компании Texas Instruments позволяют создать цифровые и аналого-цифровые системы с выдающимися характеристиками, но при условии полного знания возможностей этой элементной базы и умения ими воспользоваться.

Приобретение бюджетного инструментария от компании OLIMEX дает возможность сразу перейти к освоению новой архитектуры, не сомневаясь в работоспособности аппаратуры, уже отлаженной производителем. Все рассмотренные средства разработки от OLIMEX совместимы с инструментарием компании Texas Instruments и ПО других производителей (компании IAR, Elprotronic).

По вопросам приобретения и применения можно обращаться в компанию Терраэлектроника, e-mail: sale@terraelectronica.ru, тел. в Москве: (495) 221-7803.

Литература

1. Пантелейчук А. Датчик движения с низким энергопотреблением на основе MSP430F2013 // Новости электроники. 2007. №9. 

ROHM приобретает 95% акций OKI Semiconductor

Excellence in Electronics
ROHM

29 мая 2008 года компания **OKI Electric Industry Co., Ltd.** объявила, что её совет директоров одобрил выделение бизнеса полупроводников в отдельную компанию OKI Semiconductor Co., Ltd. Окончание процесса намечено на 1 октября 2008. «OKI в настоящее время осуществляет ряд мер, призванных обновить структуру компании, гарантировать устойчивую прибыль и достигнуть запланированных показателей бизнес-плана,» — заявил Кацумаса Шинозукэ, президент и главный администратор в OKI. «Мы считаем, что наш полупроводниковый бизнес должен осуществлять более гибкую политику, обладать эффективной и оперативной структурой управления, которая соответствует быстро изменяюще-

муся полупроводниковому рынку, и, разумеется, приносить прибыль.»

Новая компания, OKI Semiconductor планирует повысить продажи логических и системных плат LSI и высокоскоростных оптических устройств связи, в которых сочетаются такие характеристики, как низкое энергопотребление, возможность работы в цифровом и аналоговом режимах, а также небольшие размеры. Кроме того, OKI планирует интегрировать в новые продукты собственные технологии, в частности Silicon-on-Insulator (SOI) и Wafer-level Chip-size Packaging (W-CSP). Филиалами новой компании будут полупроводниковые подразделения OKI — Miyazaki OKI и Miyagi OKI.

OKI намерена передать 95% акций нового предприятия японской компании **ROHM** для получения синергетического эффекта от объединения ряда дополняющих друг друга технологий ROHM и OKI. Сумма сделки оценивается в 90 млрд. иен (около 900 млн. долл.)

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: info@terraelectronica.ru

ТЕРРА
ЭЛЕКТРОНИКА
www.terraelectronica.ru

Отладочные средства для микроконтроллеров MSP430

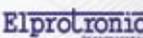
СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ И ОТЛАДКИ

НОВИНКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТЧИКОВ

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ:

- отладочные платы и наборы
- эмуляторы и программаторы

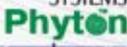
    



ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ:

- среды разработки
- утилиты для программирования
- Си-компиляторы

Code Composer Essentials
Embedded Workbench for MSP430
Project-430
FET-Pro430



Справка о наличии: (495) 221-7804. Тел: (495) 221-7803. Факс: (495) 221-7802. E-mail: sale@terraelectronica.ru

ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ



Меня заинтересовала микросхема **CC2430** для применения в автомобильной охранной сигнализации. Каким образом на **CC2430** можно реализовать защищенный радиоканал точка-точка?

Отвечает руководитель бизнес-подразделения по беспроводной продукции
Олег Пушкарев

Существует несколько способов защиты Ваших данных. «Микросхемонезависимый» способ — реализовать шифрование данных на уровне Вашего приложения, используя какой-либо стандартный алгоритм шифрования, может быть даже на базе свободно распространяемого кода. Второй вариант — использовать шифрование AES-128 на уровне MAC 802.15.4., которое аппаратно поддерживается **CC2430**. В этом случае вашему приложению необходимо только организовать взаимодействие с аппаратными средствами шифрования **CC2430**.

Большую помощь вам окажет пример применения (Application Note AN060) от TI — «Security on TI IEEE 802.15.4 Compliant RF Devices», в котором не только детально и наглядно расписан процесс кодирования, но и приведен пример готовой программы с включенным шифрованием для радиопотока BasicRF (на базе 802.15.4). Полную информацию можно найти по ссылке <http://focus.ti.com/lit/an/swra209/swra209.pdf>.



Для нашего устройства необходим инструментальный усилитель очень малых сигналов с высокой линейностью, работающий в диапазоне температур (-40...125°C). Какие микросхемы можно использовать для решения этой задачи?

Отвечает инженер-консультант
Евгений Звонарев

Для этой цели подойдут ультрапрецизионные инструментальные усилители компании **MAXIM MAX4208** или **MAX4209** с однополярным питанием. Они обеспечивают очень высокую линейность передаточной характеристики благодаря запатентованной архитектуре Indirect Current-Feedback. Кроме того, имеют встроенный буферный усилитель опорного напряжения и оригинальную систему автоматической коррекции. Ультранизкое напряжение смещения ± 20 мкВ при

25°C и низкий дрейф этого параметра 0,2 мкВ/В, очень низкий входной ток 1 пА, выход Rail-to-Rail (полный размах питания). Все перечисленные особенности позволяют с успехом применять эти приборы для прецизионного усиления очень слабых сигналов датчиков давления, для усиления сигналов датчиков тока нижнего плеча, а также во многих других приложениях, где требуется очень высокая точность при температуре окружающей среды от -40 до 125°C.



Наша текущая задача заключается в разработке портативного электронного компаса. Подскажите, на базе каких датчиков предпочтительнее было бы построить данное устройство?

Отвечает руководитель бизнес-подразделения по датчикам
Александр Маргелов

Поскольку принцип действия электронного компаса основан на измерении горизонтальных составляющих магнитного поля Земли, величина которого очень мала и составляет порядка 0,6 Гаусс, мы порекомендовали бы использовать высокочувствительные магнито-

резистивные датчики **Honeywell** в интегральном исполнении. Это микросхемы **HMC1022** с чувствительностью ± 2 Гаусс, или же более дешевые **HMC1052** с чувствительностью ± 6 Гаусс. Данные компоненты включают в состав не только набор из двух ортогонально ориентированных магнитоиндуктивных мостов, но и плоские катушки SET/RESET и OFFSET. Эти катушки необходимы для проведения двухступенчатой методики измерения составляющих магнитного поля, которая исключает влияние температурного дрейфа элементов моста и внешней схемы усиления; ошибку, вызванную нелинейностью характеристики; межосевой эффект, а также потерю слабого сигнала на фоне сильных паразитных полей. Также следует отметить, что пространственное положение готового устройства в горизон-

тальной плоскости влияет на величину показаний магнитоиндуктивных датчиков, а в итоге — и азимута. Поэтому для компенсации бокового и поперечного крена на практике применяют МЭМС-акселерометры, позволяющие измерять угол наклона по осям XY, и тем самым вносить соответствующие поправки в математику расчета, реализованную на микроконтроллере. Оптимальным выбором с точки зрения цена/качество/функциональность являются двухосевые акселерометры серии **LIS302DL** с цифровым выходом. Поскольку большинство электронных компасных решений — изделия портативные, то в качестве микроконтроллера мы рекомендуем использовать сверхмалопотребляющие высокопроизводительные МК серии **MSP430** компании **Texas Instruments**.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА!

Вниманию потенциальных авторов!

Редакция журнала «Новости электроники» ищет новых авторов статей в рубрики «Аналоговые микросхемы», «Управление питанием», «Микроконтроллеры», «DSP», «Беспроводные технологии» (с акцентом на практическое применение).

Желателен личный опыт реальной практической работы в области разработки электроники, опыт написания научных или практических материалов по данной тематике, знание тенденций развития мировой электроники.

Оплата материалов от 1500 руб. за 5000 печатных знаков с пробелами.

Предложения просьба присылать на электронный адрес: vesti@compel.ru, указав в теме письма «автор».



УЛЫБКА ЭЛЕКТРОНЩИКА

Список смешных и нелепых названий сайтов в интернете

Газета The Sun опубликовала список найденных ею забавных названий доменных имен.

Это подчас смешные или нелепые имена сайтов. Газета называет эти названия дурацкими и нелепыми, предполагая, что такие имена сайтов появлялись случайно.

Примером такого названия может служить адрес penisland.com. Из названия вовсе не очевидно, что речь идет всего лишь о сайте (своеобразном «острове»), где можно купить авторучки.

Среди других названий, найденных журналистами The Sun, можно отметить:

whorepresents.com - это вовсе не сайт проституток, а база данных по поиску известных людей.

expertsexchange.com - не сайт специалистов по смене пола, а сообщество по обмену знаниями между программистами.

therapistfinder.com - помогает искать не насильников, а врачей-терапевтов.

Кто такие ламеры

— Вань, у тебя есть (прим. — читает внимательно, видимо, по бумажке) Ви-индос Хэ Рэ? Есть? Перепиши на дискетку, пожалуйста...

— Вааань! Не работает! Я щелкаю-щелкаю, а она пишет «невозможно

произвести чтение с устройства» и дисковод так клац-клац-клац... Может, мне перезагрузиться?

— Вань, а у нас опять принтер кыркыркыркает...

— Вань, я тут пишу документ важный, а он мне зеленым подчеркивает (прим. - видимо, проверка грамматики). А мне не надо чтобы подчеркивалось! Это в налоговую везти! Я уже три раза перезагрузилась. Подойди, пожалуйста.

— Вань, тут свет погас и все так страшно запищало! (прим. — видимо, UPS). Как сделать так, чтобы не пищало? А то мы боимся!

— Вань, я тут на калькуляторе считаю, и что-то такое нажала, и у меня теперь нажимаются только кнопки ноль и один. А мне больше цифирек нужно! Подойди, пожалуйста!

— Вань, а у меня компьютер белый, а я черный хочу. Можно его краской покрасить? Он не сломается? А у тебя краска есть?

— Вань, а электронные письма легко отправлять? А это дорого? А на мой ящик можно отправить? Ой, а я свой индекс не помню... Как думаешь, дойдет? А откуда я знаю, электронный у меня ящик или нет. Нет, железный. А надо электронный? А где такие продаются?

— Вань, у меня компьютер не работает! Пароль поменять? Теперь мне больше один-два-три не вводить? А какой новый? 1234321?

Ой, надо записать, а то я не запомню...

— Вань, я себе документ на диск Цэ кладу, а Любовь Александровна его не видит! Как где открывает? У себя на компьютере! Диск Цэ. А куда класть? На диск Аш? А какая разница? Да? Путаешь нас, Ванька, все сложно так сделал... А если на дискету, то на какой... На диск три-и-пять А? А Любовь Александровна куда? Тоже на А? А что, с Цэ так не получится? А почему? Ничего ты не умеешь, а еще программист! Надо на тебя служебную написать, чтобы тебя премии лишили.

— Вань, а Линух это что такое? Программа? Это что игра такая с пингвинами? Нет? А? Что? Операции... как? А зачем это нужно? А мне поставь? Где взяла? У тебя на столе взяла. Диск такой интересный. Мы думали, музыка сначала, только он в плеере не играет.

— Вань, а что это за коробочка у нас в кабинете под тумбочкой с лампочками? Как-как? Свич? А зачем он нужен? Ну знаешь, мой дорогой, он тебе нужен, себе и ставь в кабинет. Нам он не нужен. Мы тут его выключили. Нам магнитофон некуда втыкать. Э-э-э, слушай, не клади трубку, тут Татьяна Николаевна говорит, у нее диск Аш не открывается. Что? Включить обратно? Я намного старше тебя и знаю, что мне делать! Не груби мне тут!