

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

1
2007

www.soel.ru

Компоненты
ВЧ- и СВЧ-электроники



Компакт-диск
компаний
CIRRUS LOGIC,
SHARP,
CREE

Компоненты ВЧ и СВЧ оборудования ЦАП и АЦП

SHARP

CREE 
LIGHTING

 **CIRRUS LOGIC**



Реклама

PROSOFT

ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

Главный редактор

Александр Майстренко

Зам. главного редактора

Татьяна Крюк

Научный редактор

Роберт Алексанян

Дизайн и верстка

Татьяна Крюк, Александр Либков,
Дмитрий Юсим

Web-мастер

Дмитрий Романчук

Служба распространения

Ирина Самохина (circul@soel.ru)

Служба рекламы

advert@soel.ru

Издательство «СТА-ПРЕСС»

Директор Константин Седов

Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26

Телефон: (495) 232-0087

Факс: (495) 232-1653

Сайт: www.soel.ru

E-mail: info@soel.ru

Журнал выходит 9 раз в год

Тираж 13 000 экземпляров

Журнал зарегистрирован в Федеральной

службе по надзору за соблюдением

законодательства в сфере массовых

коммуникаций и охране культурного наследия

(свидетельство ПИ № ФС77-18792

от 28 октября 2004 года)

Свидетельство № 00271-000 о внесении

в Реестр надёжных партнеров Торгово-

промышленной палаты Российской Федерации

Цена договорная

Отпечатано:

Полиграфический комплекс

«Пушкинская площадь»

www.pkpp.ru

Перепечатка материалов допускается только

с письменного разрешения редакции.

Ответственность за содержание рекламы

несут рекламодатели.

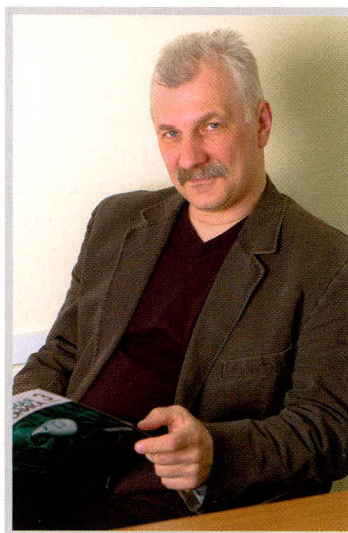
Ответственность за содержание статей

несут авторы.

Материалы, переданные редакции,

не рецензируются и не возвращаются.

© СТА-ПРЕСС, 2006



Уважаемые читатели!

От имени редакции журнала «Современная электроника» поздравляю вас с Новым 2007 годом и желаю вам в новом году крепкого здоровья и новых творческих успехов в столь непростой сфере приложения интеллектуальных усилий, как электроника.

Первый номер этого года посвящен ВЧ- и СВЧ-электронике.

Может показаться удивительным, но первые опыты Попова по передаче и приёму радиоволн проводились в диапазоне СВЧ. В этих опытах в качестве генератора использовался искровой разрядник, а в качестве детектора – когерер. Отдадим должное нашему великому предшественнику: несмотря на примитивность «компонентной базы», дальность связи составила 20 км!

Ключевым моментом в развитии вакуумной СВЧ-электроники стало изобретение в 1921 г. магнетрона. Тогда это был маломощный прибор, не нашедший достойного применения. В 1940 г. наши соотечественники создали мощный многорезонаторный магнетрон, успешно применённый в радиолокации.

Сегодня СВЧ-электроника из вакуумной стала полупроводниковой. В отличие от цифровой электроники, развивающейся в области уменьшения технологических норм, характерной особенностью развития СВЧ-электроники является освоение новых материалов и структур. В этой связи нельзя не упомянуть ещё одного нашего соотечественника – Жореса Алфёрова, получившего Нобелевскую премию за разработку теории гетероструктур.

Наши соотечественники внесли большой вклад в развитие электроники вообще и СВЧ-электроники в частности. Сейчас российская электроника переживает не лучшие времена, но накопленный и ещё не растроченный потенциал позволяет надеяться на её возрождение.

*С наилучшими пожеланиями,
Александр Майстренко*

Market

News of the Russian Market	4
Russian Microelectronics: Ways to Get Over a Crisis	8
<i>Vladimir Bartenev</i>	

Components

Analog Devices DAC with Interpolated Oversampling	12
<i>Vladislav Golub</i>	
Gigavac High-Voltage Relays	18
<i>Olga Klyuchnikova, Yurii Grenkov</i>	
AD7142 Capacitance-to-Code Converter for Input Interfaces	22
<i>Aleksey Vlasenko</i>	
Pc2000 (Arm7tdmi-S) Microcontrollers from Philips – One More Step on the Road to Creating an Ideal Platform for Embedded Applications (Part 1)	24
<i>Pavel Red'kin</i>	

Circuit design

Application of BIMOSFET in High-voltage Circuits	32
<i>Nadjim Khamzin</i>	

Units and Modules

Sharp Components for Satellite and Digital Television	42
<i>Vadim Smirnov</i>	
Microwave Attenuators with Digital and Analog Control	46
<i>Igor Ocheretyanko</i>	

Projects

Module for Wireless Telemetric Data Transmission at 2.4 GHz (Part 2)	50
<i>Aleksandr Alyi</i>	
USB – RS485 Adapter	54
<i>Oleg Val'pa</i>	

Design and Simulation

Designing Multi-Stage Class C Amplifiers for Pulsed Radar Applications	56
<i>Jim Curtis</i>	
Theoretical Grounds of the Correlation Technique for Detecting Noise Sources (Part 2)	64
<i>Vladimir Boldyrev</i>	
Practical Course of Design of Digital Devices Based on Xilinx FPGA (Part 1)	70
<i>Valeriy Zotov</i>	

Events

RADEL-2006 Like Reflection of Electronics Market	76
International Conference & Exhibition Mobile & Wireless Technologies 2007	77
Photonics-2007 – Impulse for New Successes	78
AWR and CST Software Seminar	79

РЫНОК

- 4 Новости российского рынка
8 Российская микроэлектроника: пути выхода из кризиса
Владимир Бартенев

Компоненты

- 12 ЦАП фирмы Analog Devices с интерполируемой передискретизацией
Владислав Голуб
18 Высоковольтные реле фирмы Gigavac
Ольга Ключникова, Юрий Гренков
22 AD7142 – преобразователь ёмкость/код для интерфейсов ввода
Алексей Власенко
24 Микроконтроллеры семейства LPC2000 (ARM7TDMI-S) от Philips –
ещё один шаг к идеальной платформе для встраиваемых приложений (часть 4)
Павел Редькин

Схемные решения

- 32 Использование транзисторов BIMOSFET™ в схемах с высоким рабочим напряжением
Наджим Хамзин

Узлы и модули

- 42 Компоненты Sharp для систем спутникового и цифрового телевизионного приёма
Вадим Смирнов
46 СВЧ-аттенюаторы фирмы Herley General Microwave с аналоговым и цифровым управлением
Игорь Очеретянко

Проекты

- 50 Разработка модуля беспроводной передачи телеметрических данных в диапазоне частот 2,4 ГГц
(часть 2)
Александр Альй
54 Адаптер USB – RS-485
Олег Вальпа

Проектирование и моделирование

- 56 Разработка многокаскадных усилителей класса С для импульсных радарных применений
Джим Кертис
64 Теоретические основы и моделирование корреляционного метода обнаружения источников шума
(часть 2)
Владимир Болдырев
70 Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx
(часть 1)
Валерий Зотов

События

- 76 «РАДЭЛ-2006» как отражение конъюнктуры рынка электроники и приборостроения
77 Международная выставка и конференция «Беспроводные и мобильные технологии»
78 «Фотоника-2007» – импульс для новых успехов
79 Семинар по программному обеспечению AWR и CST

Новости российского рынка

Узлы и модули

Futaba расширяет стандартный температурный диапазон на VFD-модули

Компания Futaba расширила стандартный рабочий температурный диапазон до $-40^{\circ}\text{C}..+85^{\circ}\text{C}$ для следующих продуктов:

- GP1183A01A;
- GP1184A01A;
- GP9002A01A/B;
- GP1157A01B;
- M162SD13AA (162SD013INK).

Кроме того, в температурном диапазоне $-40^{\circ}\text{C}..+85^{\circ}\text{C}$ теперь выпускаются все LCD-эмуляторы:

- M122MD03AA;
- M162MD05AA/GA;
- M162MD05AJ/GJ;
- M162SD07AA/FA/GA;
- M162SD07AJ/FJ/GJ;
- M16SD08AA/FA/GA;
- M16SD08AJ/FJ/GJ;
- M202MD15AA/FA/GA;
- M202MD15AJ/FJ/GJ;
- M202MD15DA;
- M202SD16AA/FA/GA;
- M202SD16AJ/FJ/GJ;
- M204SD02AA/FA/GA;
- M204SD02AJ/FJ/GJ;
- M242SD04AA/FA/GA;
- M242SD04AJ/FJ/GJ;
- M402SD10AA (FA/GA);
- M402SD10AJ (FJ/GJ).

Более подробную информацию можно получить в фирме МТ-Систем.

<http://www.mt-system.ru/>

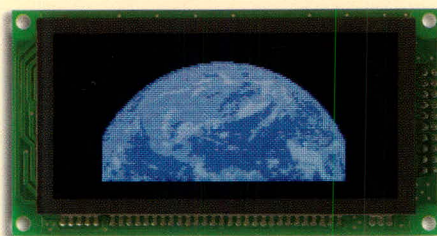
Тел. (812) 325-3685

Новые бюджетные модули Futaba

Компания Futaba расширила линейку бюджетных VFD-индикаторов. Эту серию отличает меньшая функциональность, но значительно более низкая цена по сравнению со стандартными VFD-индикаторами. На данный момент для заказа доступны модели M162SD13AA, GP9002A01A/B, GP1183A01A и GP1184A01A.

Основные параметры модуля M162SD13AA:

- количество символов/строк: 16×2 ;
- видимая область: $86,7 \times 12$ мм;
- шаг пикселей: $3,45 \times 5,45$ мм;
- яркость: 700 кд/м²;



- интерфейс: последовательный;
- градации яркости: 240 уровней;
- температурный диапазон (рабочий): $-40..+70^{\circ}\text{C}$;
- цена: \$15,50.

Основные параметры модуля GP9002A01A/B:

- количество пикселей: 128×64 ;
- видимая область: 57×29 мм;
- шаг пикселей: $0,45 \times 0,45$ мм;
- яркость: 500 кд/м²;
- интерфейс: параллельный 8-разрядный/последовательный синхронный или асинхронный;
- температурный диапазон (рабочий): $-40..+70^{\circ}\text{C}/85^{\circ}\text{C}$;
- градация серого: 4 уровня;
- градации яркости: 72 уровня;
- GP9002A01B имеет дополнительный набор шрифтов;
- цена: \$35,35/\$39,55.

Основные параметры модуля GP1183A01A:

- количество пикселей: 112×16 ;
- видимая область: 53×12 мм;
- шаг пикселей: $0,50 \times 0,73$ мм;
- яркость: 700 кд/м²;
- интерфейс: 8-разрядный/RS-232C;
- градации яркости: 8 уровней;
- температурный диапазон (рабочий): $-40..+85^{\circ}\text{C}$;
- цена: \$26,75.

Основные параметры модуля GP1184A01A:

- количество пикселей: 140×16 ;
- видимая область: 70×12 мм;
- шаг пикселей: $0,50 \times 0,73$ мм;
- яркость: 700 кд/м²;
- интерфейс: 8-разрядный/RS-232C;
- градации яркости: 8 уровней;
- температурный диапазон (рабочий): $-40..+85^{\circ}\text{C}$;
- цена: \$29,80.

Стоимость приведена для партии 1000 шт. и действительна до 31.12.2006.

Получить более подробную информацию и приобрести индикаторы можно в фирме МТ-Систем.

<http://www.mt-system.ru/>

Тел. (812) 325-3685

Futaba анонсировала новые бюджетные графические модули

Компания Futaba анонсировала выход новых бюджетных графических VFD-модулей GP1193A01 и GP1198A01.

Основные данные модуля GP1193A01:

- количество пикселей: 190×80 ;
- видимая область: 89×38 мм;
- шаг пиксела: $0,47 \times 0,47$ мм;
- яркость: 1500 кд/м²;
- градация серого: 8 уровней;
- интерфейс: 8-разрядный параллельный;
- начало производства: 2-й квартал 2007 г.;
- ожидаемая цена: менее \$50.

Основные данные модуля GP1198A01:

- количество символов/строк: 44/2 (режим 6×8) или 32/1 (режим 8×16);
- шаг пиксела: $0,65 \times 0,65$ мм;
- видимая область: 166×13 мм;
- интерфейс: 8-разрядный параллельный;
- начало производства: 3-й квартал 2007 г.

Альтернативная версия модуля GP1198A01:

- количество пикселей: 320×32 ;
- шаг пиксела: $0,45 \times 0,45$ мм.

Получить более подробную информацию и приобрести графические модули можно в фирме МТ-Систем.

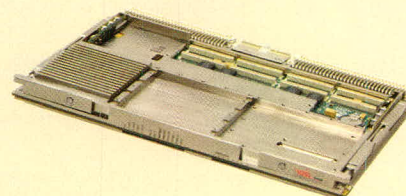
<http://www.mt-system.ru/>

Тел. (812) 325-3685

Одноплатные компьютеры военного применения на базе двухъядерного микропроцессора Intel Core Duo

Компания Curtiss Wright Controls Embedded Computing – производитель встраиваемых компьютерных плат и систем для военных применений – выпустила одноплатные компьютеры на базе двухъядерного микропроцессора Intel Core Duo.

Одноплатный компьютер SVME/DVM-1901, построенный на базе микропроцессора Intel Core Duo с тактовой частотой 1,67/2,0 ГГц, выпускается в формате 6U VME64x и содержит 2 Мб L2-кэш, до 4 Гб ECC DDR2 SDRAM, 2/4 Гб USB Flash, гра-



Новости российского рынка

фический процессор ATI Radeon, два порта Gigabit Ethernet, два слота расширения PMC 64 бит/66 МГц, порты USB, RS232/422, serial ATA, AC97 audio, PS/2.

Одноплатный компьютер SCP/DCP-1201, построенный на базе микропроцессора Intel Core Duo с тактовой частотой 1,67 ГГц, выпускается в формате 3U CompactPCI и содержит 2 Мб L2-кэш, до 1 Гб ECC DDR2 SDRAM, 2 Гб USB Flash, два порта Gigabit Ethernet, слот расширения PMC 64 бит/66 МГц, порты USB, RS232/422, serial ATA.

Оба компьютера выпускаются в расширенном диапазоне температур $-40...+85^{\circ}\text{C}$ в исполнениях для воздушного и кондуктивного охлаждения. Поддерживаемые операционные системы: Windows, Solaris, Wind River VxWorks 6.3 и Wind River Linux 2.6.

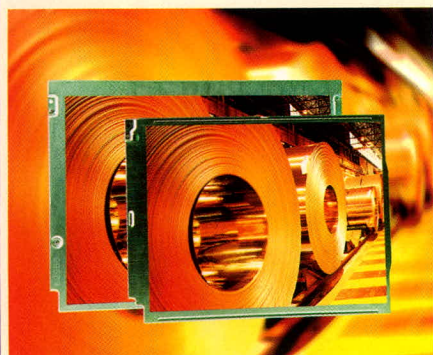
www.embedded32.ru/cw

Тел. (495) 148-9677

Дисплей LQ121S7LY11 и LQ121S7LY01: оптимальное восприятие информации при изменении условий освещённости

Фирма Sharp представляет две новые модели 12,1-дюймовых ЖК-дисплеев – LQ121S7LY11 и LQ121S7LY01 для промышленных применений, обеспечивающих считывание данных даже при изменении условий внешнего освещения.

В основе конструкции моделей – структура дисплеев серии Strong 2, оснащённая просветно-отражательной системой подсветки, которую Sharp первоначально разработал для автомобильного сектора, но успешно применяет и в другом оборудовании, например, в мобильных телефонах. Эта технология сочетает основную технологию отражательного TFT-дисплея с яркостью подсветки просветного TFT-дисплея. В данной конструкции часть внутренней структуры дисплея покрыта отражательным материалом, что позволяет получить очень яркое изображение даже



при прямом солнечном свете, тогда как активная подсветка обеспечивает хорошее считывание изображения в более тёмной обстановке. Мощные люминесцентные лампы с холодным катодом задней подсветки обеспечивают яркость до 300 кд/м² с ресурсом не менее 50 000 ч при непрерывной работе. Для сравнения, стандартные системы задней подсветки имеют ресурс от 25 000 до 40 000 ч.

Благодаря технологии Advanced Super View (ASV), отражательные жидкокристаллические TFT-дисплеи обеспечивают чрезвычайно широкий угол обзора во всех направлениях – 160°. Это особенно важно для промышленных дисплеев, применяющихся в рекламных установках, поскольку они должны быть идеально считываемыми со всех направлений.

Новые просветно-отражательные жидкокристаллические TFT-дисплеи найдут применение во всех областях, где требуется хорошая считываемость изображения в условиях резко меняющегося освещения: мобильное измерительное оборудование, диагностическое медицинское оборудование, транспортные средства и устройства управления производственными процессами.

Образцы 12,1-дюймовых ЖК-дисплеев на основе просветно-отражательной технологии уже доступны через дистрибьюторские каналы. Серийное производство дисплеев начнётся в первом квартале 2007 г.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Sharp представляет ЖК-дисплей с высоким коэффициентом контраста 1500 : 1

Компания Sharp представляет недавно разработанный ЖК-дисплей для применений на борту транспортных средств. Он характеризуется высоким коэффициентом контраста и в настоящее время является дисплеем с наивысшим значением коэффициента контраста.

Изменение конструкции различных компонентов дисплея, в особенности, цветочного фильтра, и изменение конструкции пикселей ЖК-панели сделало возможным получить дисплей, который обеспечивает беспрецедентную глубину и насыщенность чёрного цвета. Коэффициент контраста 1500 : 1 превышает этот показатель предыдущей модели в три раза, в то же время сохраняя высокий срок службы и надёжность, необходимые дисплеям для применения в оборудовании транспортных средств.



По сравнению с ЖК-дисплеями для потребительского оборудования, дисплеи для транспортных средств применяются в автомобильных навигационных системах и в качестве мониторов для развлекательных систем. Устанавливаемыми с задней стороны сидений дисплеи должны быть более стойкими к воздействию вибрации и должны функционировать в широком диапазоне температур. Поэтому новый высококонтрастный дисплей разработан для работы в диапазоне температур от -30 до $+85^{\circ}\text{C}$. Кроме того, широкий угол наблюдения 176° во всех направлениях гарантирует свободный обзор с любого сидения автомобиля. Например, высококонтрастный дисплей может применяться в информационных панелях для улучшения считывания информации. Это обеспечивает замечательные конструкторские варианты, предоставляя определённый унифицированный внешний вид при объединении с типовой измерительной панелью чёрного цвета.

Во время движения транспортного средства ЖК-дисплей может обеспечивать информацию о скорости (служить в качестве спидометра) наряду с другой информацией; при парковке транспортного средства тот же ЖК-дисплей может служить в качестве карты или видеокамеры заднего вида. Применение механического спидометра просто не даёт возможности получения такой информации. Новый высококонтрастный ЖК-дисплей позволяет предоставлять различную информацию в зависимости от соответствующей ситуации, это в значительной степени содействует безопасности и комфорту водителей.

В последнее время расширение карт и быстрое увеличение объёма видеозаписей на DVD приводит к увеличению потребности в экранах больших размеров и с более высоким разрешением. Вместе с тем, ожидается, что ЖК-дисплеи для транспортных применений будут использоваться в измерительных панелях для отображения важной информации, необходимой для управления автомобилем.

Компания Sharp последовательно разрабатывает такие дисплеи для транспортных применений, как ЖК-дисплеи с двумя направлениями обзора (Dual-Directional

Новости российского рынка

Viewing LCD), и ЖК-дисплеи с тремя направлениями обзора. Sharp будет продолжать разрабатывать чрезвычайно надёжные, современные дисплеи, используя технологии, основанные на длительном опыте разработки широкого ряда ЖК-дисплеев.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Жидкокристаллические дисплеи с системой задней подсветки на светодиодах

Компания LiteMax продемонстрировала новую линию жидкокристаллических дисплеев, в качестве источника излучения системы задней подсветки которых используются массивы светодиодов белого свечения. Линия ЖК-дисплеев состоит из моделей с размерами диагонали от 6 до 15 дюймов: LF0615E, LF1055E, LF1236E, LF1555E. Серия новых дисплеев называется DURApixel. Основные применения новой серии ЖК-дисплеев: транспорт, медицинское оборудование, измерительное оборудование и др., где требуются стойкость к воздействию вибрации, водостойчивость, считывание информации при яркой солнечной засветке и т.д.

Основные преимущества системы задней подсветки на основе массива светодиодов:

- обеспечивается широкая цветовая гамма при применении мощных светодиодов;
- для питания светодиодов применяется постоянное напряжение: нет необходимости в применении инверторов напряжения;
- низкое напряжение источника питания: таким образом обеспечивается низкий уровень электромагнитных помех;
- короткое время включения светодиодной подсветки (<50 нс);
- возможны водостойчивые применения;
- стойкость к вибрационным и ударным воздействиям;
- низкий профиль конструкции;
- отсутствие в конструкции ртути, свинца;
- срок службы 100 000 ч (вдвое больше, чем у систем подсветки на основе люминесцентных ламп с холодным катодом).

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Модульный конфигурируемый источник питания обеспечивает увеличение мощности на 11% в стандартном шасси

Компания XP Power анонсировала новую модель источника питания семейства

fleXPower конфигурируемых источников питания. Модель X10 семейства fleXPower обеспечивает 11%-е увеличение мощности при использовании шасси того же размера, что и для более ранних 900-Вт моделей. Выходная мощность до 1000 Вт обеспечивается во всём диапазоне входных напряжений от 85 до 264 В переменного тока. При входных напряжениях от 180 до 264 В одно шасси может обеспечить до 1200 Вт. Особенностью fleXPower X10 является применение сдвоенных плат, когда выходы соединяются параллельно, что обеспечивает до 2400 Вт при входных напряжениях от 180 до 264 В.

В дополнение к новым 1000-ваттным шасси X10, XP Power анонсировала выпуск своих новых модулей с двумя выходами для расширения всей серии fleXPower. Сейчас существуют 18 комбинаций сдвоенных выходных напряжений. Доступны выходные напряжения 2; 3,3; 5; 12; 15 и 24 В с токами в нагрузке до 10 А.

Модули X10 fleXPower снабжены различными логическими сигналами, включая общий сигнал включения/выключения, сигналы состояния переменного и постоянного напряжений. Отдельный выходной канал 5 В (standby) обеспечивает электропитанием ответственные схемы управления.

Изделия семейства fleXPower сертифицированы для коммерческих, промышленных и медицинских применений. Коммерческие и промышленные исполнения соответствуют требованиям стандартов электробезопасности UL60950, EN60950 и ГОСТ Р 50377-92. Модели для применений в медицинском оборудовании соответствуют требованиям стандартов UL60601-1 и EN60601-1.

Семейство fleXPower модульных конфигурируемых источников питания AC/DC разработаны для обеспечения удельной мощности в корпусе, на 25% меньшем по объёму, чем у других имеющихся на рынке изделий. Повышенная выходная мощность при входных напряжениях от 180 до 264 В обеспечивает значение удельной мощности до 6,67 Вт/дюйм³. Диапазон рабочих температур -20...+70°C с понижением выходной мощности.

Значение КПД модулей fleXPower зависит от конкретной конфигурации, но типовое значение равно 85% при полной нагрузке. Защита от перенапряжения на выходе работает при значениях выходного напряжения от 115 до 130% номинального значения выходного напряжения. Модули также оснащены защитой от перегрева и перегрузки по току и короткого замыкания нагрузки, нестабильность по напряжению и току

меньше 0,1 и 1% соответственно. Максимальная пульсация выходного напряжения 50 мВ, или 1% (от пика до пика) выходного напряжения для полосы частот 20 МГц.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Популярная серия DPP источников питания для монтажа на DIN-рейку увеличивает мощность

Компания Lambda расширила популярную серию DPP-источников питания для установки на DIN-рейку новыми 480-ваттными моделями DPP480-24-1 и DPP480-48-1.

Модули оснащены корректором коэффициента мощности (КМ = 0,99 при входном напряжении 230 В). Диапазон входных напряжений – от 90 до 264 В (изменение частоты 47...63 Гц) и 120...370 В постоянного тока. Нестабильность по сети и по нагрузке – 0,5% (5% – при параллельной работе). Имеется возможность включения до трёх модулей параллельно. Модули обладают следующими функциями: защитой по току, защитой от перенапряжения, релейным выходом статуса выходного напряжения (только модель с выходом 24 В), регулировкой выходного напряжения (диапазон 22,5...28,5 В для 24-вольтовой модели; 47...56 В для 48-вольтовой модели), а также светодиодными индикаторами статуса выходного напряжения. Время поддержания выходного напряжения при входном напряжении 230 В – 35 мс.

Диапазон рабочих температур – от -25° до +71°C (линейное снижение выходной мощности равно 2,5%/°C от +61° до +71°C).

Гальваническая развязка между входом и выходом равна 3000 В в течение 1 мин. Вес модуля в металлическом корпусе – 1920 г; габариты – 175 × 125 × 123 мм. Гарантийный срок – 2 года.

В ближайшие планы компании Lambda входит выпуск моделей для работы от трёхфазных сетей (DPP480-24-3 и DPP480-48-3) и более мощных 960-ваттных моделей DPP960-24-3.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Источники питания серии NV соответствуют требованиям военного стандарта устойчивости к вибрации и ударам

Компания Lambda сообщила: результаты тщательных испытаний компактных конфигурируемых источников питания се-

Новости российского рынка

рий NV-175 и NV350 подтвердили соответствие требованиям военного стандарта США MIL-STD-810E к устойчивости к воздействию ударов, вибрационным воздействиям при транспортировке на судах и наземном транспорте.

Испытания, включающие воздействие на серийные изделия механических ударов с пиковым ударным ускорением до 40g, предназначены для имитирования воздействий внешних факторов на изделия в жёстких условиях военных применений. Изделия также подвергались испытаниям на ударную нагрузку при падении с высоты 1,2 метра на торцевые поверхности, углы и грани, а также испытаниям на виброустойчивость (воздействием 10 циклов синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 10 до 500 Гц). Затем изделия были подвергнуты визуальному контролю, контролю на механическую целостность и функциональность.

Источники питания NV-175 доступны в вариантах исполнений от одноканальных до четырёхканальных и характеризуются стандартной площадью основания 3 × 5 дюйма (76,2 × 127 мм). Модули могут

быть с установленной крышкой и внутренним охлаждающим вентилятором. Модули NV-350 поставляются с шестью выходными каналами и удобны для монтажа в шасси высотой 1U.

Приобрести изделия можно у официального дистрибьютора – компании ПРОСОФТ.

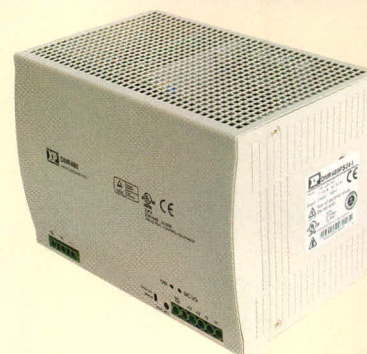
www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Серия источников питания AC/DC для монтажа на DIN-рейку: увеличение мощности

Фирма XP Power расширила серию DNR источников питания AC/DC для монтажа на DIN-рейку моделями с выходными мощностями 480 Вт: Теперь серия DNR включает модели с выходными мощностями от 5 до 480 Вт.

Модули питания характеризуются универсальным входом 90...264 В переменного тока (изменение частоты 47...63 Гц) и 120...370 В постоянного тока, причём выходная мощность не понижается при низких значениях входных напряжений. Другим достоинством новых моделей является широкий диапазон рабочих темпе-



ратур: от -25 до +55°C без снижения мощности в нагрузке и со снижением мощности – до +70°C.

Как и другие модели серии DNR, 480-Вт источники питания доступны в исполнении с винтовыми зажимами и съёмными соединителями. Функция параллельной работы является стандартной; есть также модели, обеспечивающие заряд аккумуляторных батарей.

Среднее время наработки до отказа 200 000 часов (рассчитано для температуры +40°C). Приобрести данные продукты можно у официального дилера XP Power – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Приборы

Логические анализаторы GLA-1016, GLA-1032, GLA-1132 GW Instek

Основные возможности:

- компактные анализаторы под управлением ПК;
- 16 или 32 канала;
- передача данных по интерфейсу USB 2.0 на управляющий компьютер;
- удобный программный интерфейс, большой экран (монитор ПК), настраиваемый интерфейс (панель задач, масштабирование, компоновка окна, цветовое разделение, возврат к заводским настройкам и др.);
- расширенная система запуска: по фронту, спаду, по шаблону, по окну, по урону, по времени (1...65 535 мс), по событию (1...65 535 мс), по состоянию, по логическим условиям;

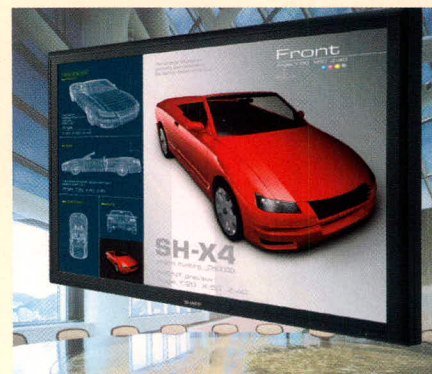
- сохранение данных в различные форматы, полное или выборочное сохранение (определяется пользователем);
 - анализ протоколов RS-232C, I²C;
 - длинная память до 1 Мбит на канал с возможностью компрессии данных в 255 раз.
- Технические характеристики:
- количество каналов: 16 (GLA-1016), 32 (GLA-1032, GLA-1132);
 - частота дискретизации 200 МГц;
 - анализ входных сигналов с тактовой частотой до 100 МГц;
 - память на канал 256 Кбит (GLA-1016), 128 Кбит (GLA-1032), 1 Мбит (GLA-1132);
 - уровень запуска: -6...+6 В;
 - максимальное входное напряжение: ±30 В;
 - питание от USB;
 - габариты: 102 × 39 × 137 мм;
 - масса 0,35 кг.

www.prist.ru

Тел. (495) 777-5591

Профессиональные мониторы Sharp: рекордная диагональ 65"

Компания Sharp приступила к серийному производству рекордного по диагонали 65-дюймового профессионального монитора



Sharp PN-655E. Монитор полностью удовлетворяет требованиям стандартов изображения высокой чёткости 1920 × 1080. Монитор имеет превосходные характеристики для применения в широком перечне приложений, таких как телеконференции, медицина, в корпоративных презентациях, в правительственных учреждениях, университетах, комнатах контроля, геоинформационных системах, симуляторах/CAD системах, в банках и страховых компаниях, розничных сетях, телевидении, в аэропортах, на спортивных аренах.

Поступление первого в Европе экземпляра ожидается в начале февраля на склад компании Прософт, Москва.

www.prochip.ru

Тел. (495) 232-2522



На правах рекламы

Российская микроэлектроника: пути выхода из кризиса

Владимир Бартнев (Москва)

В сентябре 2006 г. Правительство России одобрило стратегию развития электронной промышленности на 2007–2011 гг. Программа ставит своей целью наполовину сократить использование импортных комплектующих в производстве военной и специальной техники, что в конечном итоге должно послужить развитию отечественной электронной промышленности и выведению её на более высокий, конкурентоспособный уровень. Ничуть не сомневаясь в важности поставленной задачи, автор статьи высказывает свой взгляд на способы её решения и эффективность принятой программы.

ВВЕДЕНИЕ

В основе всех современных высоких технологий развитых стран лежит микроэлектроника. При этом состояние и перспективы развития микроэлектроники в России – важнейший фактор развития как её экономики, так и безопасности.

Казалось бы, зачем развивать отечественную микроэлектронику, если в магазинах в достатке компьютеров, телевизоров, сотовых телефонов и другой современной импортной электронной техники. Та же картина наблюдается в медицине, где в соответствии с национальной целевой программой переоснащаются импортным медицинским оборудованием больницы и даже тонометров отечественного производства уже не встретишь.

Но хуже всего дело обстоит в оборонной промышленности. Отсутствие современной элементной базы заставляет военную приёмку идти на уступки разработчикам военной аппаратуры, разрешая применять импортную элементную базу в надежде на то, что когда-нибудь и в России начнут выпускать аналоги сверхбольших ПЛИС и сверхбыстрых программируемых цифровых сигнальных процессоров. Нельзя сказать, что правительство не озабочено этой проблемой. Статья «национальная оборона» в бюджете 2007 г. самая большая. Да и программа развития технопарков уже запущена. Но всё на самом деле не так просто.

Хорошо известно, что электронная техника в России практически не производится (имеется незначитель-

ное производство отечественных компьютеров из импортных комплектующих). В то же время в России наблюдается быстрый рост продаж электроники и средств телекоммуникаций. К концу десятилетия объём этих продаж составит не менее 100 млрд. долл., а с учётом стран СНГ рынок электронных компонентов в ближайшие годы достигнет очень заметных размеров. Но покрываться он будет исключительно импортом.

Отставание в области микроэлектроники чревато полной потерей конкурентоспособности очень многих отраслей промышленности. Так, доля электронных узлов в стоимости современного автомобиля в среднем составляет ~30%; электронные системы питают стратегическую многомиллиардную отрасль мировой экономики – телекоммуникации; применение цифровой микроэлектроники позволит более эффективно решать проблемы энергосбережения.

Особая роль принадлежит микроэлектронике в авиационной и авиакосмической отраслях. Отсутствие сверхбыстрых специализированных информационных систем делает бессмысленными любые традиционные системы вооружения, а по мере развёртывания космических систем противоракетной обороны – и ядерные.

ПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

За развитие микроэлектроники в СССР отвечали сразу несколько министерств – Министерство радиопро-

мышленности, Министерство электронной промышленности, Министерство промышленности средств связи и частично Министерство электро-технической промышленности. В современной России этими вопросами ведаёт Минпромэнерго. Это министерство недавно разработало «Стратегию развития электронной промышленности на 2007–2011 годы», которую одобрил кабинет министров. Предполагается активное бюджетное финансирование производства микроэлектроники военного и двойного назначения. Окончательный объём госзаказа на военную электронику ещё не определён. Но, по словам главы АФК «Система» Владимира Евтушенкова, речь идёт о заказах на общую сумму примерно 1 млрд. долл. Основные расходы на возрождение отечественной электроники будут извлекаться из источников, предусмотренных Федеральной целевой программой (ФЦП) «Национальная технологическая база», в которую входит подпрограмма «Развитие электронной компонентной базы» на период 2007–2011 гг. ФЦП «Национальная технологическая база» на 2007–2011 гг. предусматривает финансирование отрасли в объёме более 23 млрд. руб.

По словам главы Минпромэнерго Виктора Христенко, это практически десятикратное увеличение господдержки. «Реальные достижения зеленogradских предприятий «Микрон» и «Ангстрем» внушают лично мне абсолютную уверенность в том, что наши управленческие и инженерные кадры будут востребованы этими компаниями в не меньшей степени, чем зарубежными производителями», – признался Виктор Христенко. В правительстве понимают, что отсутствие в России современной микроэлектроники делает неконкурентоспособным, в частности, и отечественное оружие. По мнению Виктора Христенко, это создаёт угрозу национальной безопасности в военном, технологическом, информационном и экономическом аспектах. Именно поэтому в

одобренной правительством стратегии развития электронной промышленности акцент сделан именно на военные разработки. Например, особое внимание будет уделено созданию «радиационно-стойких монокристаллических интегральных схем, а также элементов оснащения перспективных ядерных и неядерных боеприпасов». По данным Минпромэнерго, доля импортных элементов в российской военной или специальной продукции уже превышает 65%. А в случае успеха стратегии Минпромэнерго к 2015 г. доля импортных составляющих, используемых при производстве российской военной электроники, может снизиться до 50%. «А в гражданском сегменте мы рассчитываем увеличить долю российского производства с нуля до 15% рынка электронных компонентов», – сказал В. Христенко.

Казалось бы, всё предусмотрено в представленной программе и есть надежда прорыва в этом важнейшем технологическом направлении. Но так ли это? Всё ли учтено в целевой программе?

Электронный проект для России важен так же, как был важен атомный проект для СССР

Сразу же следует сказать, что возрождение научно-технического потенциала страны в области микроэлектроники и современных электронных систем – задача не менее приоритетная, чем в советское время создание ракетно-ядерного щита. Более того, без современных электронных средств обнаружения, наведения, управления и защиты ядерный щит становится бессмысленным. Сегодня возрождение российской микроэлектроники возможно только с использованием экономических методов и с привлечением широкого круга специалистов и научно-технической общественности. Команду для подготовки проекта и отбора компетентных, энергичных взаимодополняющих специалистов следует формировать на основе многоуровневого конкурса с привлечением экономических экспертов, представителей заинтересованных предприятий, министерств и ведомств. Для этого должен быть создан оперативный штаб проекта, который должен иметь непосредственный выход на высшее руководство страны. Итак, какие же ша-

ги нужно предпринять, чтобы возродить микроэлектронику в России?

Прежде всего, следует констатировать, что в данный момент российская электронная промышленность пока находится на низком технологическом уровне. Говорю об этом с болью в сердце, так как хорошо знаю, что все современные сверхбольшие интегральные микросхемы, например, 1879ВМ2 или 1892ВМ4, разработанные в России такими передовыми отечественными предприятиями, как НТЦ «МОДУЛЬ», «ЭЛВИС», и имеющие военную приёмку, изготавливаются за рубежом. Без нормального развития этой отрасли промышленности в нашей стране огромный научный, образовательный и кадровый потенциал, накопленный за многие десятилетия, будет продолжать работать на Запад. Наиболее эффективным методом для развития электронной промышленности оказывается система технопарков. Но технопарк только тогда становится эффективным, когда он создаётся вокруг основного предприятия, которое служит непосредственным заказчиком для фирм-разработчиков.

Сегодня в определённом отношении ситуация лучше, чем в советские времена, когда из-за запретов комиссии КОКОМ в СССР были вынуждены абсолютно всё делать сами. Сегодня мы можем многое купить – и это нужно делать для того, чтобы микроэлектроника стала двигателем экономики и социальных изменений в стране. Для предприятия, вокруг которого будет создан технопарк, необходимо организовать закупки оборудования с самой передовой на сегодняшний день технологией и запустить производство тех же самых интегральных микросхем для оборонки, которые сейчас производятся за рубежом. Эта работа должна вестись с участием зарубежных партнёров на территории России под государственные гарантии инвесторам. Для экономического стимулирования инвестиций в развитие передовых разработок на основе планируемого микроэлектронного производства придётся предоставить налоговые и таможенные льготы предприятиям и инвесторам и оказывать поддержку малым высокотехнологическим компаниям. Если все эти рекомендации воплотить в жизнь, то через несколько лет российская полупроводниковая электроника до-

стигнет конкурентоспособного уровня. И тогда Россия встанет в один ряд с крупнейшими производителями микроэлектроники. Короче говоря, государству следует установить приоритет воссоздания мощной электронной промышленности.

Практическими же могут стать следующие шаги:

- участие в финансировании двух-трёх конкурирующих полупроводниковых заводов, принадлежащих разным группам собственников (создание исходной базы электронной промышленности);
- установление таможенных барьеров на продукцию, аналогичную производимой на вводимых в строй заводах (практически возможно лишь после их запуска);
- финансирование фундаментальных работ в приоритетных для развития микроэлектроники областях;
- инкубация компаний, совместное финансирование таких компаний частным бизнесом и государством;
- финансовая поддержка компаний с перспективными прототипами и развитой интеллектуальной собственностью, предоставление возможности покупки таких компаний стратегическими партнёрами. Если рассматривать создание высокотехнологических компаний как приоритетную задачу государства, то страна, не имеющая практически никаких природных ресурсов, может быстро выйти в лидеры по уровням роста ВВП и доходов населения (как, например, Финляндия);
- стимулирование государством бесприбыльных научных организаций и университетов к созданию интеллектуальной собственности и её передаче компаниям на взаимовыгодных условиях;
- государственное финансирование конкурсных программ по созданию высокотехнологических компаний за счёт инвестиций, достаточных для разработки интеллектуальной собственности. При этом иногда ставится условие закрепления деятельности компании в стране;
- формирование многоуровневой рыночной цепочки. Несмотря на огромное значение рынка электронных компонентов для развития экономики страны, эти компоненты являются лишь промежуточным продуктом, бессмысленным без конкретного применения. Вокруг

каждого крупного предприятия по производству интегральных микросхем формируется целая совокупность компаний: от занятых только разработкой микросхем или созданием программного обеспечения до компаний, выпускающих конечные продукты потребительского рынка, созданные на основе инноваций;

- строительство основных предприятий электронной промышленности в непосредственной близости от крупных научно-промышленных центров (Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска) и формированию вокруг них технологических центров. Безусловно, земельные наделы для такого строительства очень дороги. Поэтому государство обязано жёстко защищать учёных, инженеров, менеджеров от криминального воздействия, технического шпионажа и других правонарушений;
- подбор и подготовка кадров. Для выявления перспективных учёных и инженеров необходимы конкурсы идей и программ, оцениваемых в первую очередь по результату исполнения, а не по заявленным целям. Большое значение может иметь реэкспорт высококвалифицированных российских учёных и инженеров, колоссальное число которых сегодня играет ключевую роль в успешном развитии зарубежных фирм. Для эффективного привлечения квалифицированных специалистов в отечественную электронную промышленность необходимо развёртывать системы их социальной защиты, а также целевое строительство для них ипотечного жилья;
- активное развитие системы экспертизы на основе РАН, в которой сконцентрированы основные интеллектуальные ресурсы страны. Экспертиза должна проводиться и независимыми научными обществами. Создание таких обществ, в которые могут войти учёные как Академии наук, так и университетов, позволит иметь независимые и конкурирующие группы экспертов, проводящих оценку предлагаемых проектов;
- формирование компаний, специализирующихся на разработке программного обеспечения. Число квалифицированных программистов в России огромно. Проблема заключается в том, что программное обес-

печение ориентировано на определённую систему или тип электронного устройства, и поэтому его успешная разработка возможна лишь при тесном взаимодействии либо с конечным потребителем, либо с проектировщиком или производителем этой системы или устройства;

- создание рынка перспективных изделий, основанных на новых архитектурах интегральных микросхем. Кризис традиционной фон Неймановской архитектуры современных микропроцессоров и переход к конструкциям с несколькими процессорными ядрами, а также появление сверхбыстродействующих программируемых сигнальных процессоров (DSP) с модифицированной гарвардской архитектурой и сверхбольших программируемых логических интегральных микросхем свидетельствуют о возрастании роли микросхем подобного типа. Определяющей становится проблема обеспечения баланса между устройствами с параллельно работающими процессорами, которые до недавнего времени специализировались на решении легко формализуемых задач, и необходимостью построения микросхем общего назначения с несколькими центральными процессорами с АЦП и другими вспомогательными устройствами цифровой обработки сигналов (система на кристалле). Продукция компаний, успешно решающих эту проблему, будет востребована на рынке.

Перечисленные пункты не исчерпывают всего того, что нужно сделать, чтобы возродить микроэлектронику в России. Но даже выполнение этих необходимых шагов приведёт не только к возрождению электронной промышленности страны, но и обеспечит ускоренное движение к интеллектуальному обновлению России.

ВРЕМЯ НЕ ЖДЁТ

Анализ государственной программы не создаёт никаких иллюзий, кроме, пожалуй, одной – что именно этим путём Россия сможет своевременно выйти из технологического кризиса. Принципы формирования данной программы традиционные – просить ассигнований как можно больше, насколько позволяет здравый смысл, чтобы получить хоть какой-нибудь результат. Хотя в про-

грамме и были уточнены приоритеты, но необходимые для полноценного планирования исходные посылки в отношении перспективного технологического импортного оборудования, а главное – стратегический замысел преодоления затяжного кризиса – остались по-прежнему невнятными. «А что ещё можно сделать на эти деньги за три года?» – вопрос, который можно поставить эпилогом к проекту этой новой государственной Программы возрождения отечественной микроэлектроники. Как же усовершенствовать данную программу?

Кроме всего уже сказанного, надо добавить следующее.

Во-первых, необходимо увеличить горизонт предвидения в научно-техническом планировании этой научной сферы. Для этого следует перейти к долгосрочному (более чем на 10–15 лет) планированию (прогнозированию). Ведь за 10–15 лет при нынешних ресурсах переломить обвал в электронике нельзя, и планирование на такой срок архиважно. С другой стороны, как показала практика, сегодня даже трёхлетняя исполнительская дисциплина плана является несбыточной, поскольку относительно достоверными, особенно в условиях кризиса и реформ, являются лишь показатели первых 1–2 лет. Что уж говорить о более далёкой перспективе? И всё-таки, в отличие от традиционной программы, принятой правительством, долгосрочный стратегический план-прогноз по своей сути и содержанию должен быть существенно более системным документом. В нём следует оперировать не отдельными образцами интегральных микросхем (сериями, семействами элементной базы), планируемыми к разработке и выпуску, а комплектами и наборами готовых изделий как для обновления оборонки, так и для широкого гражданского применения во вновь создаваемых направлениях цифровой телефонии, цифрового телевидения, цифрового радиовещания и т.д. Кроме того, прогноз такого масштаба не может рассматриваться отдельно от плана целенаправленной реструктуризации российской электронной промышленности. Фактически это промышленно-технологическое обновление должно стать частью единой государственной программы обеспечения оборонно-промышленной безопасности России в XXI в.

Предпочитая перспективу (а другого выбора в данных обстоятельствах, по видимому, просто нет), следует осознать, что продолжительность программы выхода из технологического кризиса должна иметь свой рациональный предел. Можно определить период реализации программы 2015 г. За это время, конечно, не просто развернуть и создать электронные фабрики будущего в условиях жёстких бюджетно-финансовых ограничений и возможного вступления России в ВТО. Но другого времени, по-видимому, у России просто не остаётся, ведь решение проблемы отечественной микроэлектроники уже давно назрело и подтверждением этому является «Стратегия развития электронной промышленности на 2007–2011 годы», одобренная правительством России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на все трудности и неустойчивость в течение последних пятнадцати лет, российская электронная промышленность всё-таки жива. Об этом говорят факты – множество наших научно-производственных коллективов сохранили и приумножили технологическое наследие Советского Союза и не только выжили, но и приспособились к новым условиям хозяйствования. Строго говоря, всё готово к тому моменту, когда государство российское окончательно очнётся от забытья.

В доказательство этого утверждения приведу следующий факт.


ЗАО МЦСТ и ГУП НПЦ «ЭЛВИС» заключили соглашение о стратегическом партнёрстве в области научных исследований и разработки высокопроизводительных многопроцессорных программируемых сверхбольших микросхем и систем на их основе. В настоящее время ЗАО «МЦСТ» – ведущий российский разработчик высокопроизводительных универсальных микропроцессоров семейства «Эльбрус», развивающий две линии проектирования – SPARC-совместимые микропроцессоры и микропроцессоры оригинальной архитектуры (класс широкого командного слова) на технологии с топологическими нормами 0,13 мкм. ГУП НПЦ «ЭЛВИС» – разработчик ряда процессоров «Мультикор» с многоядерной программируемой архитектурой, ориентированной на обработку сигналов и изображений. Цель

сотрудничества – возможность объединения технологий обеих фирм при участии ведущих российских университетов для создания многоядерной СБИС нового класса типа «Сеть на кристалле» (NOC – Network on the Chip). Такая микросхема может совмещать в единой системе возможности универсального микропроцессора разработки ЗАО «МЦСТ» и многоядерной архитектуры на базе DSP-ядер «ELcore-xx» разработки ГУП НПЦ «ЭЛВИС». Ожидается, что в результате партнёрства совместными усилиями может быть разработан чип, решающий задачу создания нового поколения высокопроизводительных вычислительных систем и комплексов. Кроме того, суперчип будет конкурентоспособен в областях, которые до сих пор были широко представлены только зарубежными производителями интеллектуальных встраиваемых систем обработки информации: системы безопасности, телекоммуникации, цифровое телерадиовещание, промышленная и бытовая робототехника, автомобильная электроника и многие другие. Важно отметить, что архитектура нового отечественного суперчипа может стать базовой платформой для поддержки новой концепции обработки информации – «объединения датчиков» (fusion sensors), для создания программируемой высокопроизводительной среды для обработки информации от интеллектуальных датчиков различного рода. Основная

проблема проектировщиков и производителей российской электронной техники, основанной на СБИС (сверхбольших интегральных схемах), – это отсутствие в России производственных мощностей для изготовления СБИС по современному техпроцессу, т.е. отсутствие фабрики по производству суперчипов. В сложившихся условиях построить такую фабрику и обеспечить её заказами невозможно без прямой поддержки государства.

Главный вывод – в России есть почти всё для проектирования и производства электронных систем и комплексов разного назначения на основе суперпроцессоров новой совершенной архитектуры. Нет пока только ясно выраженной воли государства, которое протекционистскими мерами и целевыми инвестициями позволит нашей микроэлектронной промышленности выйти на принципиально новый уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов Ю. Жить за счёт нефти и газа – не государственный подход. Газета «Коммерсантъ». № 103 (№ 3434). 09.06.2006.
2. Алферов Ж. Вырваться из сырьевой ловушки. Газета «Завтра». № 07 (639). 15.02. 2006.
3. Леденцов Н. Перспективы развития электронной промышленности в России. Электроника. 2005. № 1.
4. Texas Instruments unveiled details of a 45-nanometer (nm) semiconductor manufacturing process. 2006 Symp. on VLSI Technology, HONOLULU, June 12, 2006. 

СВЕРХМОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ LUXEON® K2

L U X E O N®

LUXEON® High Power LEDs





Model	Typical Lumens (white)
LUXEON I	~40
LUXEON III	~70
LUXEON K2	~110

- Высокий ток питания 1500 мА
- Большая светоотдача
- Устойчивость к внешним воздействиям
- Высокая теплоотдача корпуса
- Яркость белого светодиода 140 люмен/6500 К
- 70% яркости после 50,000 часов работы при токе 1000 мА



www.platan.ru

Офисы в Москве : м. Молодежная: Москва, ул.Ивана Франко, 40, стр.2, (495)97-000-99, почта: 121351, Москва, а/я 100, e-mail: platan@aha.ru м. Новослободская: Москва, 1-й Щемилковский пер., 17/19, стр.2 (495)744-70-70, platan@platan.ru

ЦАП фирмы Analog Devices с интерполируемой передискретизацией

Печатается с разрешения журнала CHIP NEWS Украина (<http://chipnews.com.ua>)

Владислав Голуб (г. Киев, Украина)

В статье рассматриваются интерполирующие и сигма-дельта-ЦАП фирмы Analog Devices, выпускаемые автономно и в составе других, более сложных микросхем. Интерполирующие ЦАП используются в системах связи на частотах до 1,2 ГГц, а сигма-дельта-ЦАП – в системах высококачественного воспроизведения звука.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно теореме Котельникова [1, 2], частота отсчетов (дискретизации) цифрового сигнала должна быть

$$f_d > 2F_B, \quad (1)$$

где F_B – верхняя частота спектра преобразуемого аналогового сигнала. Восстановление аналогового сигнала производится в цифро-аналоговых преобразователях. Обычно в ЦАП формируется последовательность импульсов, образующих сигнал ступенчатой формы, который дополнительно фильтруется при помощи ФНЧ. Уровни импульсов (на выходе ЦАП) пропорциональны значениям

кода преобразуемого цифрового сигнала, а длительность и период следования импульсов равны интервалу дискретизации

$$\Delta t = 1/f_d, \quad (2)$$

Цифро-аналоговое преобразование сопровождается двумя видами искажений преобразуемого сигнала. Искажения первого вида обусловлены конечной длительностью импульсов и определяются неравномерностью АЧХ преобразования, характеризуемой функцией

$$a(\pi F \Delta t) = \sin(\pi F \Delta t) / (\pi F \Delta t), \quad (3)$$

а также временной задержкой

$$t = \Delta t / 2 = \text{const} \quad (4)$$

(временная задержка обычно не считается искажением, но в некоторых случаях её нужно учитывать). В (3) и (4) F – частота спектральных составляющих аналогового сигнала, а Δt – длительность импульсов, согласно (2). Искажения второго вида, возникающие в области частот, близких к F_B , обусловлены фильтрацией выходного сигнала, которая не может быть идеальной.

Для уменьшения искажений первого вида обычно используется инверсный Sinc-фильтр (Sinc^{-1}), функция которого в полосе частот до $f_d/2$ обратна функции (3). А для уменьшения искажений второго вида производится передискретизация (увеличение частоты дискретизации), причём с интерполяцией промежу-

точных отсчетов и, соответственно, с увеличением разрешения цифрового сигнала в пределах его полосы частот. При этом в качестве интерполирующего используется цифровой ФНЧ (обычно КИХ-фильтр с конечной импульсной характеристикой), работающий с частотой передискретизации и имеющий почти прямоугольную АЧХ.

Существует два основных вида ЦАП с передискретизацией:

- с сохранением структуры сигнала и его разрядности;
- с изменением структуры, а именно – с преобразованием многоразрядного цифрового сигнала в сигнал сигма-дельта-модуляции.

Первые из них называются интерполирующими, вторые – сигма-дельта-ЦАП [3, 4].

Первый вид преобразования показан на рис. 1, где сигнал 1 – исходный аналоговый сигнал, синусоидальный для наглядности. Сигнал 2 – это дискретизированный, квантованный и кодированный цифровой сигнал, полученный в результате преобразования в АЦП. Вид сигнала 2 соответствует сигналу на выходе ЦАП. Трёхразрядный код цифрового сигнала показан слева.

Горизонтальные линии красного цвета соответствуют уровням срабатывания пороговых АЦП (на полшага ниже уровня кода) [12]. Вверху показаны импульсы дискретизации (для наглядности, с нулевой длительностью).

На рис. 1а показан случай, когда частота дискретизации равна $f_{d1} = 4F$, а на рис. 1б – с передискретизацией, когда $f_{d2} = 4f_{d1} = 16F$. Под номером 3 показана составляющая сигнала 2, соответствующая исходному сигналу 1 (с частотой F), но меньшей амплитуды, определяемой площадью сигнала 2, и с τ – согласно (3) и (4). Остальная часть сигнала 2 (разность между сигналами 2 и 3) – это шум квантования,

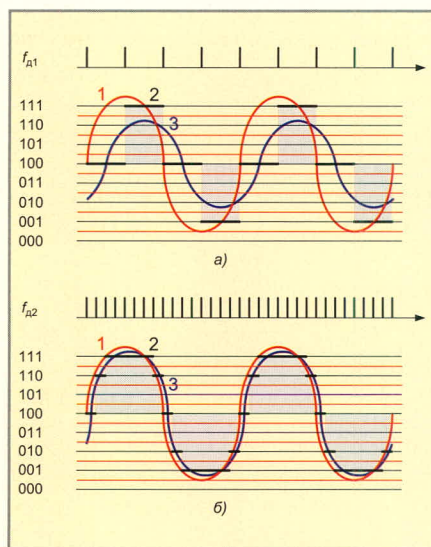


Рис. 1. Цифро-аналоговое преобразование

(а) при $f_{d1} = 4F$, (б) при $f_{d2} = 4f_{d1}$.

1 – аналоговый сигнал на входе АЦП,

2 – сигнал на выходе ЦАП (без ФНЧ),

3 – аналоговая составляющая на выходе ЦАП

который подавляют при помощи ФНЧ, включаемого на выходе ЦАП. Отметим, что эпюры на рис. 1б показаны без учёта частотных искажений и временной задержки, вносимых предшествующей дискретизацией (с частотой $f_{д1}$). Из сравнения рис. 1а и 1б видно, что указанные выше преобразования существенно снижают неравномерность АЧХ и шум квантования.

Второй вид преобразования рассмотрен в разделе «Сигма-дельта-ЦАП». Микросхемами интерполирующих ЦАП являются AD97xx, а сигма-дельта-ЦАП – AD185x и AD195x. Кроме того, интерполяция используется в кодеках серии AD73xxx, содержащих сигма-дельта-АЦП и ЦАП, а также в микросхемах нового семейства процессоров с ядром SigmaDSP.

ИНТЕРПОЛИРУЮЩИЕ ЦАП

К числу новых серий микросхем интерполирующих ЦАП относятся AD9734/35/36 и AD9776/78/79. Первые являются развитием AD9726, а вторые – AD9773/75/77 и AD9786, выпускаемых также и в настоящее время. Микросхемы AD9773/75/77 и AD9786 производятся по 0,35-микронной технологии, тогда как более новые AD9734/35/36 и AD9776/78/79 – по 0,18-микронной. Соответственно, последние из указанных микросхем являются более быстродействующими (AD9734/35/36 – с частотой отсчётов 1,2 ГГц, а AD9776/78/79 – 1,0 ГГц).

Серия AD9734/35/36

Прежде всего отметим, что формат входного цифрового сигнала, а также входных и выходных тактовых импульсов для рассматриваемой серии микросхем – типа LVDS (Low Voltage Differential Signaling). Указанный тип сигнала соответствует стандарту IEEE-1596 и представляет собой последовательность посылок ± 350 мВ, симметричных относительно постоянного уровня +1,2 В. Применение LVDS-импульсов способствует повышению быстродействия преобразования.

На рис. 2 [8] приведена структурная схема микросхем ЦАП AD9734/35/36 с числом разрядов 10, 12 и 14 соответственно. Перед ЦАП находится интерполятор, содержащий синхронизатор (Synchronizer), интерполирую-

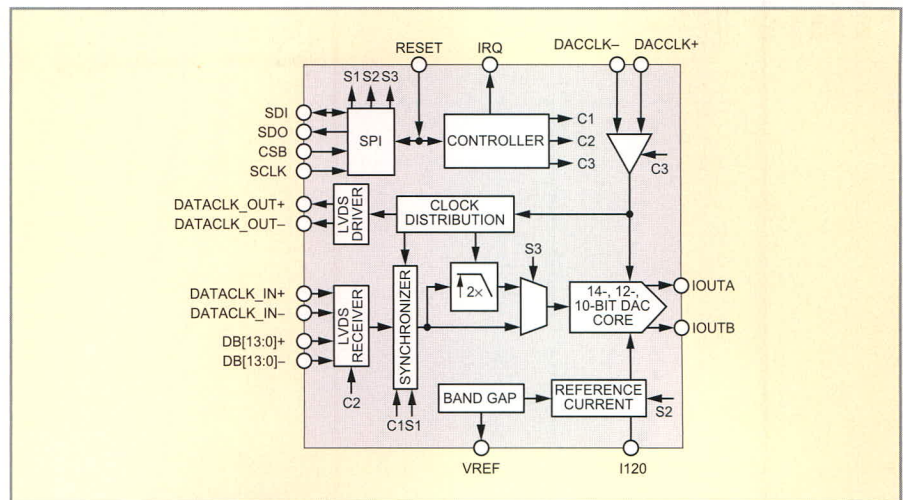


Рис. 2. Структурная схема AD9734/35/36

щий фильтр и переключатель на его выходе. Коэффициент интерполяции равен 2 (режим 2x); интерполяция может быть выключена (режим 1x). Микросхемы имеют дифференциальные входы цифрового сигнала DB[13:0]+ и DB[13:0]-, подлежащего преобразованию, и входных тактовых импульсов DataClk_In+ и DataClk_In-. Вход сигнала – 14-разрядный, параллельного типа. Сигнал и тактовые импульсы поступают на приёмник типа LVDS.

Микросхемы содержат также канал тактовых импульсов с дифференциальным входом DACClk+ и DACClk-, обеспечивающий высокостабильное (во времени) тактирование выходного сигнала ЦАП. Указанные тактовые импульсы поступают не только на ЦАП, но и через распределитель (Clock Distribution) на интерполятор и выходной драйвер тактовых импульсов с выводами DataClk_Out+ и DataClk_Out-. С указанных выводов импульсы поступают на внешнее устройство формирования входного сигнала, обеспечивая его синхронизацию. Требования к импульсам DACClk+ и DACClk- и рекомендуемые схемы их преобразования даны в [9]. Микросхемы AD9734/35/36 могут работать в одном из двух переключаемых режимов, указанных выше, – 1x и 2x. Значения частот дискретизации

и тактовых импульсов приведены в табл. 1. Тактовые импульсы, сопровождающие входной сигнал (DataClk_In+, DataClk_In-), поступают в режиме DDR (Double Data Rate), возможном благодаря формату LVDS, с уменьшенной вдвое частотой. При этом используются их положительный и отрицательный фронты, обеспечивая требуемое удвоенное значение тактовой частоты.

Параметры AD9734/35/36 и других микросхем приведены в табл. 2. Для интерполяции используется 16-разрядный цифровой ФНЧ (КИХ-фильтр). Неравномерность его АЧХ в полосе пропускания от 0 до $0,2f_{д}$ составляет 0,001 дБ, подавление в полосе от $0,3f_{д}$ до $0,5f_{д}$ – более 90 дБ. Коэффициенты фильтра приведены в [9]. Микросхемы снабжены последовательным интерфейсом типа SPI, управляющим режимами работы. Для микросхем используется корпус типа CSP_BGA со 160 выводами шарообразной формы, расположенными снизу корпуса.

Предшествующая 16-разрядная микросхема AD9726 [9, 10] является низкочастотным аналогом рассмотренных микросхем (частота отсчётов 400 МГц), но без интерполяции преобразуемого сигнала. Корпус микросхемы – типа TQFP_EP с 80 выводами.

Таблица 1. Частоты дискретизации и тактовых импульсов в цепях микросхем ЦАП серии AD9734/35/36

Режим	$f_{д}$, МГц	$f_{т.вх}^*$ (DataClock_In), МГц	$f_{т.вых}^*$ (DataClock_Out), МГц	$f_{ЦАП}$ (DACClk), МГц
1x	1200	600	600	1200
2x	600	300	600	1200

* $f_{т.вх}$, $f_{т.вых}$ – частоты тактовых импульсов типа LVDS (в режиме DDR).

Используются положительный и отрицательный фронты (с удвоенной частотой).

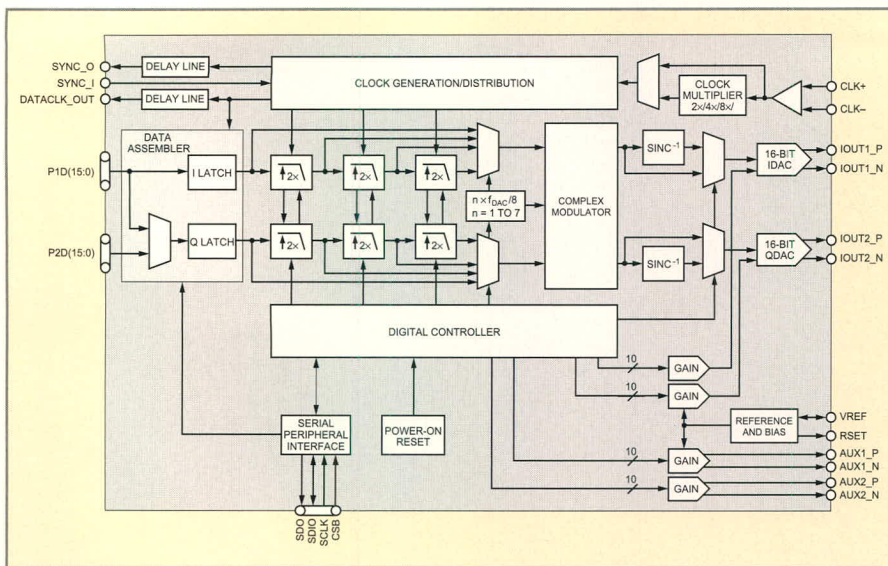


Рис. 3. Структурная схема AD9776/78/79

Серия AD9776/78/79

Микросхемы AD9776/78/79 являются более сложными, обладающими большими возможностями. Они содержат 12/14/16-разрядные интерполирующие ЦАП, управляемые, как и ЦАП в AD9734/35/36, тактовыми импульсами типа LVDS, но с несколько другими данными.

Микросхемы AD9776/78/79 не являются только интерполирующими. Они, как и более ранние AD9773/75/77 и AD9786, дополнительно снабжены квадратурным модулятором с комплексным выходом. Выход AD9776/78/79 может быть подключен, например, к модулятору (перемножителю) AD8349 или ADL5390 фирмы Analog Devices, кото-

рый будет выполнять в данном случае функцию повышающего преобразователя частоты. Такое сочетание микросхем позволяет осуществлять модуляцию и преобразование частоты в передающих каналах проводной и беспроводной связи.

Основным входным сигналом микросхем AD9776/78/79 является квадратурный. Его составляющие, I и Q, могут подаваться на два отдельных входа (рис. 3 [9]) или на один из них в режиме Interleaved с чередованием посылок (I и Q). Выходным сигналом является комплексный – с дополнительной гильбертовой составляющей. Соответственно, по выходу эти микросхемы являются двухканальными – с ос-

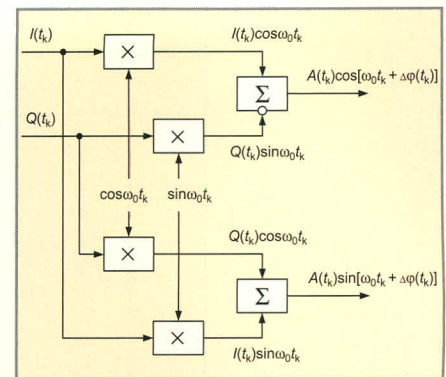


Рис. 4. Схема квадратурного модулятора с комплексным выходом

новным и гильбертовым каналами модуляции и цифро-аналогового преобразования.

На рис. 3 приведена структурная схема микросхем AD9776/78/79. Квадратурные составляющие I и Q входного цифрового сигнала подаются (в параллельном формате) на входные выводы P1D(15:0) и P2D(15:0). Через входное устройство (Data Assembler) составляющие I и Q поступают на коммутируемые трёхкаскадные интерполяторы, в которых осуществляется увеличение частоты отсчётов и интерполирующая фильтрация. Результирующие коэффициенты интерполяции (после мультиплексов, включенных на выходе интерполяторов) – 2x, 4x, 8x, без интерполяции – 1x.

На рис. 4 приведена схема модулятора, который на рис. 3 показан как Complex Modulator. Модулятор, как и

Таблица 2. Параметры интерполирующих ЦАП семейства AD97xx фирмы Analog Devices

Параметры	Микросхемы семейства AD97xx									
	AD9734	AD9735	AD9736	AD9773	AD9775	AD9777	AD9776	AD9778	AD9779	AD9786
Количество разрядов	10	12	14	12	14	16	12	14	16	16
Наличие модулятора	-						1 (Re, Lm)			1 (Re/ Lm)
Количество ЦАП на выходе	1						2			1
Коэффициенты интерполяции	1x, 2x						1x, 2x, 4x, 8x			
Максимальная частота f _д (вход), МГц	600 (2x)						160			200
Максимальная частота f _д (выход), МГц	1200						400			500
Нелинейность интегральная, МЗР	±1	±0,5	±0,12	±0,4	±1,5	±6	±0,6	±1	±3,7	±0,6
Нелинейность дифференциальная, МЗР	±0,6	±0,25	±0,06	±0,2	±1	±3	±0,1	±0,65	±2,1	±0,3
Интермодуляционные искажения, дБ	-88	-84	-83	-80	-81	-85	-87	-87	-91	-85
Сигнал/шум, дБ	-						69	74	75	-
Спектральная плотность шума, дБм/Гц	-165	-162	-154	-			-152	-155	-158	-164
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85									
Корпус (количество выводов)	CSP_BGA (160)			TQFP_EP (80)			TQFP_EP (100)			TQFP_EP (80)
Оценочная плата	AD9734-EB	AD9735-EB	AD9736-EB	AD9773-EB	AD9775-EB	AD9777-EB	AD9776-EB	AD9778-EB	AD9779-EB	AD9786-EB
Последняя редакция Data Sheet	Rev. 0, 2005			Rev. C, 2006	Rev. D, 2006	Rev. C, 2006	Rev. 0, 2005			Rev. B, 2005

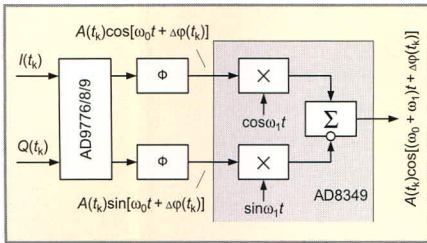


Рис. 5. Канал квадратурной модуляции (AD9776/78/79) и повышающего преобразования частоты (AD8349)

интерполирующий фильтр, – цифровой. Схема показана в общем виде, где $\cos\omega_0 t_k$ и $\sin\omega_0 t_k$ – дискретные значения синусоидального опорного колебания, а t_k – их точки отсчётов (во времени). В рассматриваемом случае опорное колебание – прямоугольной формы, одноразрядное. Продукты преобразования, обусловленные гармониками опорного колебания, подавляются при фильтрации на выходе ЦАП.

Тактовые импульсы, частота следования которых $f_{\text{Clk}} = 1$ ГГц (максимальное значение), подаются на выходы Clk+ и Clk-. Далее они поступают на блок формирования (в т.ч. деления) и распределения – Clock

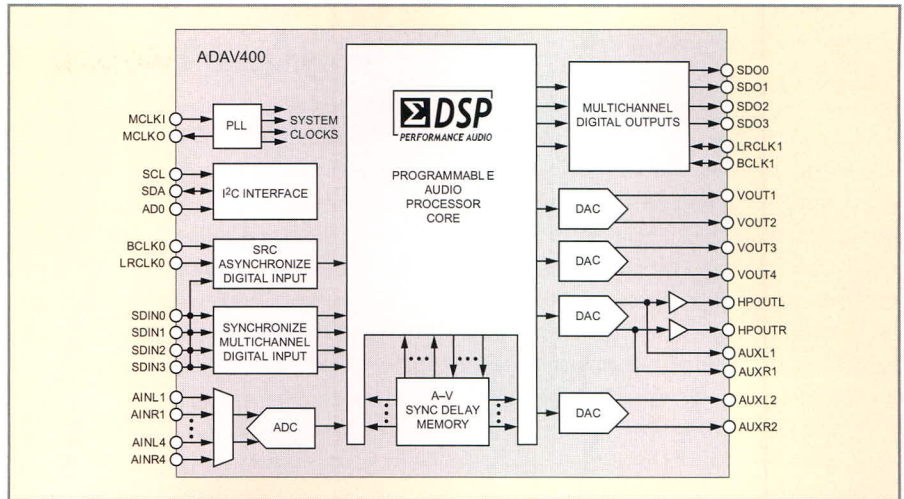


Рис. 6. Структурная схема ADAV400 – процессора с ядром SigmaDSP

Generation/Distribution, откуда поступают на внутренние цепи микросхемы (в т.ч. на интерполирующие фильтры), а также, с частотой 1 ГГц, на вывод DataClk_Out – для синхронизации внешнего источника входного сигнала ЦАП.

Частота дискретизации выходного сигнала ЦАП также равна $f_{\text{ЦАП}} = 1$ ГГц (максимальное значение). В модуляторе производится перенос спектра сигнала – от 0 до значений несущих,

определяемых частотой источника опорного колебания, обозначенного на рис. 3 как $n \times f_{\text{ЦАП}}/8$, где n – целое число от 1 до 7. Максимальное значение несущей равно $7f_{\text{ЦАП}}/8 = 875$ МГц при спектре (полосе) сигнала, например, около 100 МГц. При этом $f_{\text{ЦАП}} = 1$ ГГц, что допустимо с точки зрения теоремы Котельникова для узкополосного сигнала [1].

На рис. 5 приведена схема совместного включения ЦАП AD9776/78/79 и

Микросхемы для счётчиков электроэнергии:

Точность измерения, простота использования



Основные достоинства

- Высокая точность и стабильность
- Минимум внешних компонентов
- Низкая цена конечного устройства
- Простота калибровки
- Большое количество контролируемых параметров
- Расширенный диапазон температур –40...+85 °C

Наименование	Каналов	Линейность в диапазоне 1000:1	Импульсные выходы	Последовательный интерфейс	Текущ. I и V	Активная мощность	IRMS, VRMS	Полная мощность	Реактивная мощность	Температ. сенсор	Корпус
CS5451A	6	—	—	+	+	—	—	—	—	—	28 SSOP
CS5460A	2	0,1 % от значения	+	+	+	+	+	—	—	—	24 SSOP
CS5461A	2	0,1 % от значения	+	+	+	+	+	—	—	+	24 SSOP
CS5462	2	0,1 % от значения	+	—	—	+	—	—	—	—	24 SSOP
CS5463	2	0,1 % от значения	+	+	+	+	+	+	+	+	24 SSOP
CS5466	2	0,1 % от значения	+	—	—	+	—	—	—	—	24 SSOP

PROSOFT® ПРОСОФТ – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
 Телефон: (495) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

аналогового квадратурного модулятора AD8349 (диапазон рабочих частот 0,7...2,7 ГГц), между которыми включены аналоговые фильтры. Вместо AD8349 может быть использована микросхема векторного перемножителя ADL5390 (не содержащего фазорасщепителя) с диапазоном рабочих частот 0,02...2,4 ГГц [12], у которой цепь опорного колебания линейна (в AD8349 она нелинейна, что связано с получением более высокого коэффициента преобразования). Образуемые при преобразовании гармоники модулированной несущей частоты подавляются фильтром (на выходе AD8349). В [9] приведены схемы подключения 16-разрядного ЦАП AD9777, являющегося аналогом AD9776/78/79, к микросхемам AD8349 и ADL5390.

Микросхемы AD9776/78/79 также снабжены последовательным интерфейсом типа SPI. Корпус микросхем – типа TQFP_EP со 100 выводами и теплоотводом, расположенным со стороны монтажа.

Сигма-дельта-ЦАП

В системах обработки сигналов воспроизведения звука широко используются сигма-дельта-АЦП и ЦАП, причём последние являются также интерполирующими. К числу микросхем, в которых используются сигма-дельта-ЦАП, относятся AD185x, AD195x, AD73xxx, а также новое семейство процессоров с ядром SigmaDSP.

Сигма-дельта-ЦАП, в отличие от рассмотренных выше интерполирующих ЦАП, дополнительно содержат цифровой сигма-дельта-модулятор. Включается он между интерполирующим фильтром и собственно ЦАП. Аналоговый, используемый в АЦП, и цифровой, используемый в ЦАП, сигма-дельта-модуляторы отличаются входным сигналом. Оба типа сигма-дельта-модуляторов могут быть двух разновидностей, отличающихся выходным сигналом, – одноразрядные и многоразрядные. Указанное определение относится к общепринятому понятию разрядности и не учитывает «частотную многоразрядность» сигнала сигма-дельта-модулятора [13]. В соответствии с вышеизложенным, ЦАП на выходе также может быть одноразрядным или многоразрядным. И, наконец, после ЦАП используются

ФНЧ, выделяющие аналоговый сигнал и подавляющие шум преобразования (квантования).

Дополнительно отметим следующее. В АЦП сигнал аналогового сигма-дельта-модулятора преобразовывается в многоразрядный цифровой сигнал при помощи фильтра, суммирующего единичные посылки на интервале дискретизации. А в ЦАП цифровой сигма-дельта-модулятор вместе с интерполирующим фильтром на его входе выполняет обратную функцию – преобразует многоразрядный цифровой сигнал в сигнал сигма-дельта-модулятора (такой, каким он был на входе фильтра в АЦП).

В [10] показан пример кодека, содержащего сигма-дельта-АЦП и ЦАП, со следующими данными. Канал АЦП: частота следования посылок сигма-дельта-модулятора – 1 (1,024) МГц, частота отсчётов цифрового сигнала (на выходе преобразующего цифрового фильтра) – 8 кГц, количество разрядов – 16. Канал ЦАП: входной цифровой сигнал – те же 8 кГц и 16 разрядов, на выходе интерполирующего фильтра – 1 МГц и 16 разрядов, частота следования посылок одноразрядного модулятора – 1 МГц. Отметим, что в ИМС AD73xxx используются одноразрядные, а в AD185x и AD195x – многоразрядные сигма-дельта-модуляторы [13].

Для дальнейшего развития аудиосистем и, соответственно, компонентов для них фирмой Analog Devices разработаны более совершенные микросхемы нового поколения с ядром SigmaDSP, обладающие большей степенью интеграции: ADAV400, ADAU1701, ADAU1702. Им предшествовали AD1953/54 и AD1940/41, также содержащие ядро SigmaDSP.

На рис. 6 [8] приведена структурная схема новой ИМС – ADAV400, содержащей процессор SigmaDSP и четыре ЦАП на выходе [9]. Об аудиоусилителях мощности, подключаемых к ЦАП, можно прочесть в статье [14]. Микросхема ADAV400 выпускается в новом корпусе типа LQFP с 80 выводами, размеры корпуса – 16,2 × 16,2 × 1,45 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котельников В.А. Автоматизация производства и промышленная электроника. М.: Сов. энциклопедия, 1963. Т. 2.

2. Голуб В.С. Обобщение дискретизации сигналов с АМ и ВМ отсчетами. Радиотехника, 1985. № 12.

3. Analog-Digital Conversion. W. Kester, ed. Analog Devices, 2004.

4. Kester W. Analog Devices' Tutorials. MT-002, Rev. 0, Jan. 05, 2006; MT-015 (Basic DAC Architectures II: Binary DACs). Rev. 0. Jan. 05, 2006; MT-017. Rev. 0. Jan. 05, 2006 (www.analog.com).

5. Голуб В. Электронные компоненты и системы: 1999. № 6; 1999. № 10; 2000. № 6; 2001. № 2; 2001. № 7.

6. Макаренко В. Новые ИМС для обработки звука. Электронные компоненты и системы. 2002. № 6.

7. Голуб В. Квадратурные модуляторы и демодуляторы в системах радиосвязи. Электроника: НТБ. 2003. № 3.

8. Analog Devices' Press Releases: About AD9773/5/7, Norwood, MA, Oct. 15, 2001; About AD9786, San Jose, Calif., Sep. 25, 2002; About AD9734/5/6, Norwood, MA, Apr. 20, 2004; About AD9776/8/9, Norwood, MA, Jan. 12, 2005; About SigmaDSP, ADAV400, ADAU1701/2, Norwood, MA, Dec. 5, 2005 (www.analog.com).

9. Analog Devices' Data Sheets: AD9726, Rev. A, 2005; AD9734/AD9735/AD9736, Rev. 0, 2005; AD9773, Rev. C, 2006; AD9775, Rev. D, 2006; AD9777, Rev. C, 2006; AD9776/AD9778/AD9779, Rev. 0, 2005; AD9786, Rev. B, 2005; AD8349, Rev. A, 2004; ADL5390, Rev. 0, 2004; ADAV400, Rev. 0, 2006; ADAU1701, Rev. PrC, 2005; ADAU1702, Rev. PrC, 2005 (www.analog.com).

10. Analog Devices' Application Notes. *Bloomington C., Hendrickson G.* AN-283, Sigma-Delta ADCs and DACs; AN-586, LVDS Data Outputs for High-Speed Analog-to-Digital Converters; *Reine S., Colangelo G.* Rev. 0, 2002; AN-822, Synchronization of Multiple AD9779 TxDACs. Rev. 0, 2006; *Munson J.* AN-834, AD9786/AD9726 Calibration Engine. Rev. 0, 2006.

11. *Irrgang T.* Simplify Audio Setups with a SigmaDSP™ Pre-Programmed, Fully Configurable Digital Audio Processor. Analog Dialogue. 2002. 36-01.

12. Голуб В. Векторный перемножитель ADL5390 фирмы Analog Devices. Chip News Украина. 2004. № 8.

13. Голуб В. Сигма-дельта модуляторы и АЦП. Chip News Украина, 2006. № 2.

14. Голуб В. ИМС усилителей мощности класса D с сигма-дельта модуляцией входного сигнала. Chip News Украина, 2005. № 2.

15. Short Form 2005, Analog Devices' Catalog. P. 29, 218-220.

16. 2005 Designers' Reference Manual. Analog Devices' CD.



Выпрямители Шоттки в миниатюрном корпусе

Компания Vishay разработала миниатюрный корпус для своих планарных и TMBS-выпрямителей. Компоненты в корпусе SMPC имеют высоту 1,1 мм и опорную площадь 4,8 × 6,7 мм. Корпуса используются:

- для вторичных выпрямителей и гасящих диодов AC/DC- и DC/DC-преобразователей,
- для выходных выпрямителей сетевых адаптеров низкой и средней мощности,
- в импульсных источниках питания компьютеров,
- в ЖК-экранах и мобильных телефонах,
- для гасящих диодов и для защиты от неправильной полярности в схемах управления магнитами в автомобильных и промышленных системах,
- для диодов в схемах ИЛИ в телекоммуникационных и промышленных системах.

Три TMBS-выпрямителя в корпусе SMPC имеют запирающие напряжения до 100 В и нагрузочную способность от 8 до 12 А. Шестнадцать планарных выпрямителей Шоттки имеют запирающие напряжения от 20 до 100 В и нагрузочную способность от 3 до 10 А. Все компоненты устанавливаются на подложку с хорошей теплопроводностью. Корпус SMPC (ТО-277А) может использоваться для поверхностного монтажа, вмещать один или два чипа и совместим с другими компонентами поверхностного монтажа. Это означает, что в имеющихся разработках можно устанавливать новые компоненты, не изменяя разводку печатной платы.

www.vishay.com

Компараторы

Компания Austriamicrosystems представляет компоненты AS1970-75 из своего первого ряда продуктов компараторов с одним, двумя или четырьмя входами и потребляемым током 8,5 мкА на один вход компаратора. Интегральные схемы рассчитаны на напряжение питания от 2,5 до 5,5 В. Компараторы могут питаться от двух батареек размера AA, а также от биполярного источника напряжения от ±1,25 до ±2,75 В. Интегральные схемы обладают Rail-to-Rail-функцией, током покоя на входе 1 нА и напряжением смещения на входе 0,5 мВ. Модели AS1970/72/74 имеют выходной каскад Push/Pull, а модели AS1972/73/75 – выходной каскад Open-Drain, который может управляться через VCC. Простые компараторы AS1970/71 предлагаются в корпусе SOT23 с 5 выводами, двоянные AS1972/73

– в корпусе MSOP с 8 выводами, а компараторы с четырьмя входами AS1974/75 в корпусе TSSOP с 14 выводами.

www.austriamicrosystems.com

Пьезоэлектрический датчик растяжения

Датчик растяжения 740B02 фирмы PCB Piezotronics служит для измерения динамических растяжений в рамках исследований структур, машин и деталей под нагрузкой. Его пьезоэлектрический измерительный компонент размещён в прочном титановом корпусе вместе с миниатюризированным ICP-усилителем. Для проведения измерений корпус приклеивается к поверхности испытываемого объекта. Возможно также измерение динамических изменений при высокой статической нагрузке. Модель 740B02 используется в приложениях для гашения вибраций, для Noise-Path-анализа, для модульных исследований в автомобильной промышленности и для контроля производственных станков. В авиационной и космической технике они находят применение при разработке интеллектуальных структур.

Чувствительность датчика 50 мВ/мкм при диапазоне измерения ±100 мкм. Низкоомный выходной сигнал ±5 В выводится через интегрированный кабель.

www.synotech.de

Понижающие DC/DC-преобразователи

Компонентом MP2467 фирма MPS расширяет своё семейство асинхронных понижающих DC/DC-преобразователей. Диапазон входных напряжений до 36 В. При собственном потреблении 0,1 мА выход-



ной ток MP2467 достигает 2,5 А при КПД до 95% во всём диапазоне выходных напряжений. Выходное напряжение может устанавливаться в пределах от 0,8 до 0 В. Диапазон входных напряжений преобразователя от 6 до 36 В.

www.monolithicpower.com

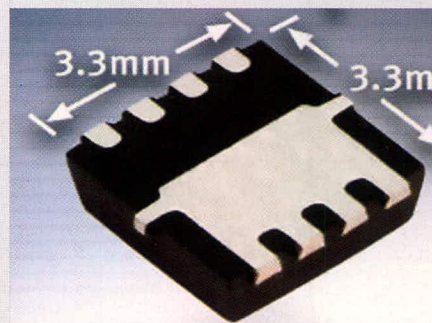
24-разрядный стереоаудиоконвертор

ЦАП CS4350 фирмы Cirrus Logic является комплектным стереоаудиоконвертором, представляющим собой Onchip-Mastertakt-схему с PLL, с разрешением 24 разряда, Sampling-скоростями до 192 кГц и динамикой 108 дБ. Благодаря Onchip-PLL компонент CS4350 является идеальным решением для приложений, в которых отсутствует синхросигнал аудиочасти. При разработке изделий каждая схема конфигурируется по необходимости в соответствующем режиме работы. Технология PopGuard фирмы Cirrus Logic служит для подавления шумов, возникающих в процессе включения-выключения (Power Cycling). ЦАП CS4350 поддерживает все стандартные форматы PCM-аудиоинтерфейсов, а также TDM-интерфейсов. Это позволяет включать в одну цепь до четырех компонентов CS4350 для 8-канального приёма цифровых аудиосигналов из потока данных. CS4350 предлагается в корпусе TSSOP с 24 выводами. С первого квартала 2007 г. ЦАП будет производиться серийно.

www.cirrus.com

FET-коммутатор мощности

Компания Fairchild расширяет свой ассортимент мощных коммутаторов тремя n-канальными UltraFET-компонентами, размещёнными в корпусах MLP (3 × 3 мм). Компоненты FDM3622 (100 В), FDMC2610 (200 В) и FDMC2674 (220 В) особенно подходят, по данным производителя, для первичных цепей изолированных DC/DC-преобразователей. В качестве дополнения к трём n-канальным компонентам Fairchild



предлагает также FDMC2523P – p-канальный UltraFET (150 В), размещаемый в том же корпусе. Эти компоненты обеспечивают инженерам-разработчикам полное решение коммутационных топологий. Чипы соответствуют всем требованиям, предъявляемым к продуктам, не содержащим свинец, согласно стандартам IPC/JEDEC и J-STD-020C. Сейчас предлагаются образцы и демонстрационные платы.

www.fairchildsemi.com

Высоковольтные реле фирмы Gigavac

Ольга Ключникова, Юрий Гренков (Москва)

В статье представлены вакуумные и газонаполненные высоковольтные реле фирмы Gigavac, которые могут использоваться как для «холодной», так и для «горячей» коммутации. В статье описываются различные конструкции реле, приводятся их характеристики, даётся представление о свойствах контактов реле из различных материалов и об их поведении при различных условиях эксплуатации.

В перечень производимой продукции Gigavac входят следующие типы реле:

- вакуумные реле – для радиочастотных приложений и «горячей коммутации»,
- газонаполненные реле – для приложений с большими бросками и разрядами емкостных нагрузок,
- высоковольтные герконовые реле – для маломощных приложений с очень большим сроком службы,
- герметичные контакторы постоянного тока – для высоковольтных и низковольтных приложений.

Как известно, высоковольтными называются реле, которые коммути-

руют цепи, имеющие напряжения выше 500 В и высокие токи. Именно благодаря способности управлять большими мощностями, реле и контакторы Gigavac впервые были применены в радиочастотных приложениях аэрокосмического назначения. В этой аппаратуре требуются малогабаритные реле, имеющие низкие радиочастотные потери, обладающие превосходными диэлектрическими свойствами на высоких напряжениях и способные работать на больших высотах под влиянием жёстких климатических условий. Кроме того, широкое применение реле Gigavac нашли в медицинском оборудовании и

различных коммерческих приложениях. Внешний вид реле Gigavac показан на рис. 1.

Для повышенной электрической прочности изоляции высоковольтные реле делают вакуумными или газонаполненными, так как диэлектрическая прочность вакуума, гексафторида серы (SF₆) или инертного газа выше, чем воздуха. Также в вакууме или в среде изоляционного газа SF₆ не происходит окисления контактов, что делает возможным применение медных или родиевых контактов, способных выдерживать большие токи.

Для возможности применения в приложениях, где имеет место «горячая коммутация» при малых токах, Gigavac разработал вакуумные реле с контактами, выполненными из высокопрочных материалов, таких как вольфрам и молибден. Таблица 1 даёт представление о диэлектрических свойствах и материалах контактов и об их поведении при различных условиях эксплуатации.

Таблица 1. Поведение реле с контактами из различных материалов в зависимости от условий эксплуатации

Условия эксплуатации	Газонаполненные реле (газ SF ₆)		Вакуумные реле	
	вольфрам/молибден	медь (специальные приложения)	вольфрам/молибден	медь
Только включение нагрузки (постоянный ток)	Хорошее, но газ увеличивает сопротивление контактов, приводя к снижению (по сравнению с вакуумом) максимального тока через контакты	Лучше, чем с более прочными контактами, но газ увеличивает сопротивление контактов, приводя к снижению (по сравнению с вакуумом) максимального тока через контакты	Хорошее, но максимальные токи ниже, чем для медных контактов	Отличное
Только включение нагрузки (радиочастотные сигналы)	Не применяется. Газ будет вносить помехи в сигналы высокой частоты		Хорошее, но максимальные токи ниже, чем для медных контактов	Отличное
Включение и отключение нагрузки (не относится к герконовым реле Gigavac)	Хорошее для включения нагрузки, но для отключения – только на малых токах		Самое лучшее	Плохое, использовать только при очень малых токах
Только включение нагрузки	Отличное	Лучше, но не такое хорошее, как при более прочных контактах	Хорошее, но максимальные токи ниже, чем для медных контактов	Плохое, использовать только при очень малых токах
Длительные периоды без эксплуатации или приложения, в которых требуется низкий стабильный ток утечки	Отличное только для включения нагрузки	Лучше, чем с более прочными контактами, но газ увеличивает сопротивление контактов, приводя к снижению (по сравнению с вакуумом) максимального тока через контакты	Хорошее, но контакты могут шуметь на больших напряжениях	Плохое, как правило, контакты будут шуметь на больших напряжениях



Рис. 1. Внешний вид реле Gigavac

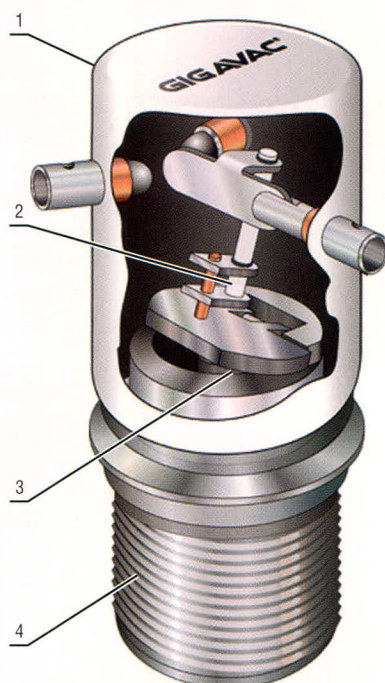


Рис. 2. Высоковольтное реле с вращаемой арматурой

1 – керамическая оболочка, 2 – вращаемая арматура, 3 – пружина, 4 – катушка в сборе



Рис. 3. Высоковольтное реле с диафрагмой

Используя современные технологические процессы герметизации, созданные для вакуумных реле, и прочнейшие материалы контактов для «горячей коммутации», Gigavac заполнил эти же самые реле газом марки SF₆. Такие реле идеальны при больших бросках тока и разрядах емкостных нагрузок, которые обычно происходят при работе аппаратуры тестирования на электростатический пробой, оборудования для проверки кабелей и сердечных дефибрилляторов. Газонаполненные реле также обеспечивают низкий стабильный ток утечки для приложений, чувствительных к флуктуациям тока, особенно через группы открытых контактов в течение длительных периодов времени. Для работы в таких условиях используются две наиболее широко применяемые конструкции высоковольтных реле, показанные на рис. 2 и 3.

Конструкция реле с вращаемой арматурой (рис. 2) обеспечивает достаточно высокую механическую надёжность и адаптацию к большому числу конфигураций контактов. Контакт приводится в действие благодаря движению подпружиненной арматуры, когда на катушку подано электропитание. Катушка (в сборе) конструктивно является внешним элементом по отношению к вакуумной оболочке и легко заменяема.

В конструкции реле с диафрагмой (рис. 3) используется молибденовая диафрагма, позволяющая металлическому стержню перемещаться поступательно. Стержень проходит через отверстие в первом контакте реле и электрически соединяется с ним. Как только стержень достигает второго контакта и перестаёт двигаться, контакты соединяются. Эта конструкция контактов используется в большом числе реле фирмы Gigavac. В таблице 2 приведены характеристики реле Gigavac.

Высоковольтные реле Gigavac могут использоваться как для «холодной», так и для «горячей» коммутации. Как известно, при «холодной коммутации» питание выключается до перемещения контактов, при «горячей» – реле могут коммутировать нагрузку в тот момент, когда через неё проходит ток. При выборе реле эти два параметра необходимо учитывать.

Компания Gigavac регулярно проводит модернизацию своей линии-

АППАРАТУРА СИСТЕМ СВЯЗИ

ЗАО «Аппаратура Систем Связи»

- официальный дистрибьютор компании Gigavac

- производителя высоковольтных реле

GIGAVAC

... Today's Expert in High Voltage Relays

Контакты военного и аэрокосмического применения

Реле для специализированных задач

Высоковольтные герконовые реле

Газонаполненные реле



125363, Россия, Москва, ул. Штурвальная, д.3, стр.1,

телефон/факс:

(495) 105-50-12,

492-40-31

e-mail:

klyuchnicova@escltd.ru

postavka@escltd.ru

Таблица 2. Характеристики реле Gigavac

Номер модели	«Горячая» коммутация	Уровень рабочего напряжения, кВ/максимальный ток, А для различных диапазонов частот			
		постоянный ток или 60 Гц	2,5 МГц	16 МГц	32 МГц
GR3 VJA335	Нет	1,5/3	1,5/3	1,5/3	1,5/3
GR6 CBA335	Нет	2/6	2/6	2/6	2/6
GR2DNA	Нет	3/2	3/2	3/2	3/3
GH1	Нет	3,5/25	2,5/14	2/9	1,5/7
GH3	Да	3,5/18	-	-	-
GH5	С ограничениями	3,5/8	-	-	-
GR6 FNA218	Нет	5/8	5/8	5/6	5/6
G41A	Да	5/30	4,5/24	3,5/16	2,8/12
G41B	Да	5/30	4,5/24	3,5/16	2,8/12
G41C	Да	5/30	4,5/24	3,5/16	2,8/12
G45C	Да	5/20	4,5/16	3,5/10	2,8/8
GR6 HBA318	Нет	7/10	7/10	7/10	7/10
GR6 JNB218	Нет	8/8	8/8	8/6	8/6
GH2	Нет	8/25	-	-	-
GH4	Да	8/15	-	-	-
GH6	С ограничениями	8/8	-	-	-
G12	Да	8/10	5/7	3/3	2/2
G12L	Да	8/10	5/7	3/3	2/2
G47A	Да	8/12	7,5/10	7/5	5/3
G47B	Да	8/12	7,5/10	7/5	5/3
G43A	Да	10/25	7/20	6/13	4/10
G43B	Да	10/25	7/20	6/13	4/10
G43C	Да	10/25	7/20	6/13	4/10
G81A G81B	Да	10/5	-	-	-
G81C	Да	10/5	-	-	-
GR5LTA	Да	10/5	-	-	-
GR5LTB	Да	10/5	-	-	-
G2	Нет	15/50	12/30	9/17	7/10
G2L	Нет	15/50	12/30	9/17	7/10
G8	Да	15/30	-	-	-
G8L	Да	15/30	-	-	-
G9	Да	15/75	13/35	10/22	-
G15	С ограничениями	15/12	-	-	-
G15L	С ограничениями	15/12	-	-	-
G13	С ограничениями	15/10	-	-	-
G13L	С ограничениями	15/10	-	-	-
G23	Нет	15/75	13/35	10/22	-
GR5MTA	Да	15/5	-	-	-
G22	Да	25/65	-	-	-
G62	Да	25/18	-	-	-
G62L	Да	25/18	-	-	-
G50	Да	25/110	-	-	-
G52	С ограничениями	25/150	15/120	10/75	7/30
G20	Нет	28/110	22/60	12/40	10/30
G60C	С ограничениями	35/12	-	-	-
G60L	С ограничениями	35/12	-	-	-
G61	С ограничениями	35/10	-	-	-
G61L	С ограничениями	35/10	-	-	-
G64C	С ограничениями	50/10	-	-	-
G64L	С ограничениями	50/10	-	-	-
G71	С ограничениями	70/10	-	-	-
G71L	С ограничениями	70/10	-	-	-

ки реле с целью улучшения их характеристик, а также постоянно работает над созданием новых типов реле. Кроме того, компания специа-

лизуется на разработке реле для специфических приложений. Ведётся постоянный контроль качества изделий.



Новости мира

System-on-Chip для беспроводных сенсорных сетей

Фирма Dust Networks, производитель Embedded Wireless сенсорных сетей (WSN), представляет новый продукт System-on-Chip, который одержит все компоненты и виды программирования для использования в сети. Чипы Smart Mesh-XD Chips фирмы Dust работают как на частоте 2,4 ГГц, соответствующей стандарту IEEE 802.15.4, так и в НЧ-диапазоне 900 МГц. Тест-продукты 900 МГц уже предлагаются. Версии 2,4 ГГц (IEEE 802.15.4) появятся в начале 2007 г.

www.dustnetworks.com

Полимерные UWB-антенны

Фирма Omron объявила о массовом производстве полимерных ультраширокополосных (UWB) антенн. Антенны предназначены для использования в таких приложениях, как Wireless Home Internet, HDTV-Streaming-Video, а также как замена кабелю. В антеннах Wi-PlaDs применяется специально разработанный для них полимер. Их преимуществом является обеспечение гибкости при изготовлении антенн различной формы. Omron поставляет антенны Wi-PlaDs в двух версиях. S1-Plug-in-антенна задумана для бытовых конечных устройств, таких как домашний телевизор, для которых требуются хорошие характеристики. Для переносных и других приложений, где самым важным фактором является миниатюризация, Omron предлагает в качестве SMD-варианта N1-чип-антенну. Omron Wi-PLADS WXA-S1FL является всенаправленной UWB-антенной, КСВН которой явно меньше 3,0 в частотном диапазоне от 3,1 до 4,9 ГГц. Это диапазон частот, который используется WiMedia UWB-Radio-платформой. Он определяет MAC- и PHY-слой, оптимизированный для компьютерных и бытовых электронных приложений. WXA-S1FL имеет высоту 39,5 мм и диаметр 23 мм. Для переносных приложений Wi-PLADS WXA-N1SL SMD Polymer-Chip-антенна имеет такие же характеристики при размерах 12 × 5 × 1,1 мм. WXA-N1SL разработана для UWB-Radio-платформы WiMedia Alliance, а также для Certified Wireless USB-спецификаций Implementers Forum (USB-IF). Omron хочет предложить также версию антенны для Bluetooth-Over-UWB-платформы.

www.omron.com

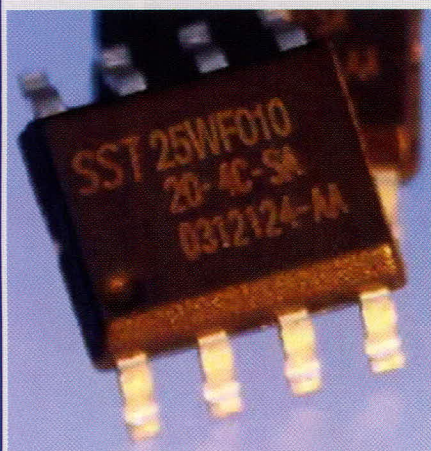
Интегральная схема датчика температуры

Компания STMicroelectronics представляет прецизионный температурный датчик с потреблением 4,3 мкА (тип.). Схема STLM20 является прямой заменой температурному датчику LM20 компании National Semiconductor, отвечающему требованиям промышленного стандарта. Сенсор работает в температурном диапазоне $-55...+130^{\circ}\text{C}$. При 25°C погрешность датчика составляет $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$, тогда как во всём температурном диапазоне она равна $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$. STLM20 предлагается в корпусе UDFN размером $1,0 \times 1,3 \times 0,5$ мм с четырьмя выводами, а также в корпусе SOT323 (SC70) с пятью выводами. Напряжение питания схемы от 2,4 до 5 В. Она потребляет во всём температурном диапазоне максимум 8 мкА.

www.st.com

Последовательная SPI-Flash-память 1,8 В

Фирма Silicon Storage Technology представляет семейство быстродействующей SPI-Flash-памяти SST25WFxxx, которое предназначается для таких радиосетей, как ZigBee, Bluetooth и Wi-Fi, модулей камер, переносных медиа-плееров, пультов дистанционного управления и переносных VoIP-продуктов. Вначале планируются к выпуску версии с объёмом памяти



512 Кбит и 2 Мбит. Serial-Flash-память семейства SST25WFxxx работает в режиме записи и считывания с напряжением питания от 1,65 до 1,95 В. Активный ток считывания составляет 9 мА (тип.) при 20 МГц, ток в режиме Standby составляет 2 мкА, максимальный ток записи – 15 мА для режимов программирования и стирания. Семейство компонентов предлагается в корпусе промышленного стандарта SOIC и в корпусе Z-Scale (XFBGA).

www.sst.com

Защита USB от электростатических разрядов

Для защиты от электростатических разрядов двух портов USB 2.0 Ports фирма EPCOS разработала CeraDiode-матрицу серии CDA6. При этом наряду с четырьмя линиями передачи данных осуществляется и защита от перенапряжений. Защита от электростатических разрядов соответствует требованиям IEC 61000-4-2, Level 4. В отличие от обычных диодов TVS, защита реагирует на положительные и отрицательные напряжения. Корпус 1012, а также конфигурация контактной площадки разработаны так, что более дорогие решения на диодах SOT23-6L могут быть заменены без доработки печатной платы. Кроме того, CeraDiode имеет лучшие температурные характеристики по сравнению с вариантами на базе полупроводников. Матрица предназначена для напряжений постоянного тока до 5,6 В. Время реакции – менее 0,5 нс, разлитная ёмкость составляет 5 пФ.

www.epcos.com

Интегральная схема управления питанием с шестью выходами

Компания Texas Instruments представляет Power Management IC (PMIC), которая выполняет все требования к питанию мультимедийного устройства на базе DaVinci. Компонент размещён в корпусе QFN размером 5×5 мм и включает в себя три понижающих преобразователя, которые поддерживают как напряжение ядра процессора, так и напряжение периферии, входов-выходов и памяти. TPS65023 использует для динамического масштабирования напряжения коммуникационный интерфейс I2C. Это позволяет устанавливать выходное напряжение ядра цифровым способом в пределах от 0,8 до 1,6 В. Интерфейс соответствует требованиям спецификации I2C для Standard/Fast-режима, а также для High-Speed-режима и обеспечивает передачу данных с частотой до 400 кГц. Каждый из трёх понижающих преобразователей TPS65023 поддерживает режим энергосбережения при малом токе заряда. При токе потребления менее 1 мкА преобразователи могут, кроме того, переключаться в режим Shutdown. Кроме того, в составе TPS65023 имеются два универсальных линейных стабилизатора напряжения 200 мА (LDO), которые реализованы с помощью внешнего входного PIN. Каждый LDO работает в диапазоне

входных напряжений от 2,5 до 6,5 В. Благодаря этому каждый LDO может питаться через интегрированный понижающий преобразователь или прямо от батареи.

www.ti.com

Интегральные схемы 8-разрядных датчиков угла поворота

Фирма Austriamicrosystems представляет интегральные схемы магнитных 8-разрядных датчиков угла поворота AS5030 и AS5130 с функцией пусковой кнопки и режимом энергосбережения. Интегральные схемы имеют угловое разрешение 1,4 градуса (8 бит) по всему диапазону 360° . Угловое положение выдаётся через цифровой последовательный интерфейс (SSI) или через широтно-импульсно-модулированные (ШИМ) выходы. Оба компонента имеют функцию пусковой кнопки с определяемыми пользователем пределами смещения между магнитом и компонентом. Оба компонента питаются от напряжения 5 В, рассчитаны на работу в температурном диапазоне $-40...+125^{\circ}\text{C}$ и работают со скоростью вращения до 30 000 об./мин. AS5030 предлагается в корпусе TSSOP16, а AS5130 – в корпусе SSOP16, оба корпуса не содержат свинца.

www.austriamicrosystems.com

Создана самая быстрая микросхема 512 Мб Mobile DRAM

Hynix Semiconductor разработала самую малогабаритную и быструю микросхему мобильной динамической памяти ёмкостью 512 Мб. Представленный корейским чипмейкером продукт удовлетворяет стандартам JEDEC и функционирует на частоте 200 МГц.

Память монтируется в корпусе с посадочными размерами всего 8×10 мм и подходит для применения в особо компактном оборудовании, таком как телефоны с DMB-приёмниками. Используя 32-битовый интерфейс, чип за секунду обрабатывает 1,6 Гб данных (32×400 Мб/с), что почти в 1,5 раза превышает возможности предыдущих продуктов Mobile DRAM этой компании.

В дальнейшем Hynix рассчитывает совместить 512 Мб Mobile DRAM и NAND Flash в мультичиповых модулях MCP, что должно ещё более усилить позиции компании в секторе комплектующих для компактных и многофункциональных моделей мобильных телефонов.

www.itc.ua

AD7142 – преобразователь ёмкость/код для интерфейсов ввода

Алексей Власенко (Москва)

В статье представлен новый преобразователь ёмкость/цифровой код, предназначенный для применения в системах ручного ввода и манипуляции. Рассмотрены принципы работы и возможности преобразователя, конструкция датчиков и особенности энергопотребления.

Преобразователи ёмкость/код на основе сигма-дельта-модулятора, которые недавно начала производить фирма Analog Devices [1], вызвали интерес у многих российских разработчиков. Преобразователи (далее CDC – capacitance to digital converters) обладают низкой ценой, но при этом обеспечивают высокую точность, имеют удобный цифровой интерфейс и довольно просты в применении.

ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

На рис. 1 показан принцип работы емкостного датчика для интерфейса ввода. Сигнал возбуждения частотой около 250 кГц, генерируемый непосредственно микросхемой-преобразователем, подается на проводящую площадку Tx и создает переменное магнитное поле между площадками Tx и Rx. Если поместить палец между Tx и Rx, то часть энергии поля замыкается на «землю», что приводит к уменьшению уровня сигнала, принимаемого площадкой Rx. Обычно «чувствительное поле» находится на

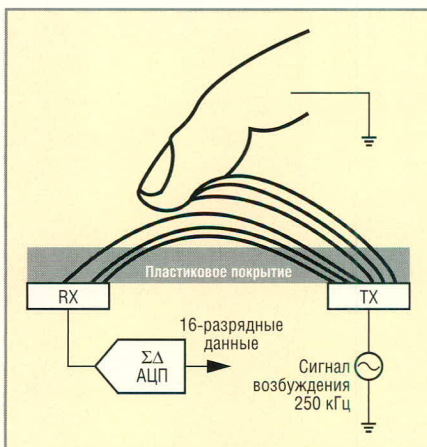


Рис. 1. Принцип работы емкостного датчика с сигма-дельта-преобразователем

расстоянии не более 4...6 мм от печатной платы. Разумеется, при этом нет электрического контакта пальца с площадками – эти площадки изолированы слоем пластика.

Сигма-дельта-преобразователь, работа которого синхронизирована с сигналом возбуждения, преобразует принятый сигнал в однобитный поток. Затем этот поток подвергается цифровой фильтрации. Полученный результат сравнивается с величинами, хранящимися в пороговых регистрах. Считывание сигнала и управление преобразователем производится через четырёхпроводной интерфейс SPI (AD7142) или двухпроводной интерфейс I²C (AD7142-1).

Как видно из рис. 2, в микросхеме имеется 14 входных каналов, снабжённых мультиплексором. Это поз-

воляет создавать весьма функциональные интерфейсы ввода. Частота обновления данных составляет 36 мс по каждому каналу. Для работы преобразователя не требуется внешних настраиваемых компонентов. Режимы работы преобразователя и его чувствительность программируются через интерфейс SPI или I²C. Чувствительность можно установить индивидуально для каждого датчика.

В микросхеме также имеется система автоматической подстройки под параметры окружения. Преобразователь работает по «пороговому» принципу. Микросхема выдаёт сигнал срабатывания, если входной сигнал перешёл через установленный порог. Однако в реальных системах ёмкость входного датчика изменяется с изменением влажности и температуры, что может привести к ложным срабатываниям или, наоборот, к тому, что датчик не будет срабатывать при действительном воздействии. Поэтому в микросхеме AD7142 предусмотрена автоматическая подстройка уровня срабатывания, чтобы избежать подобных сбоев.

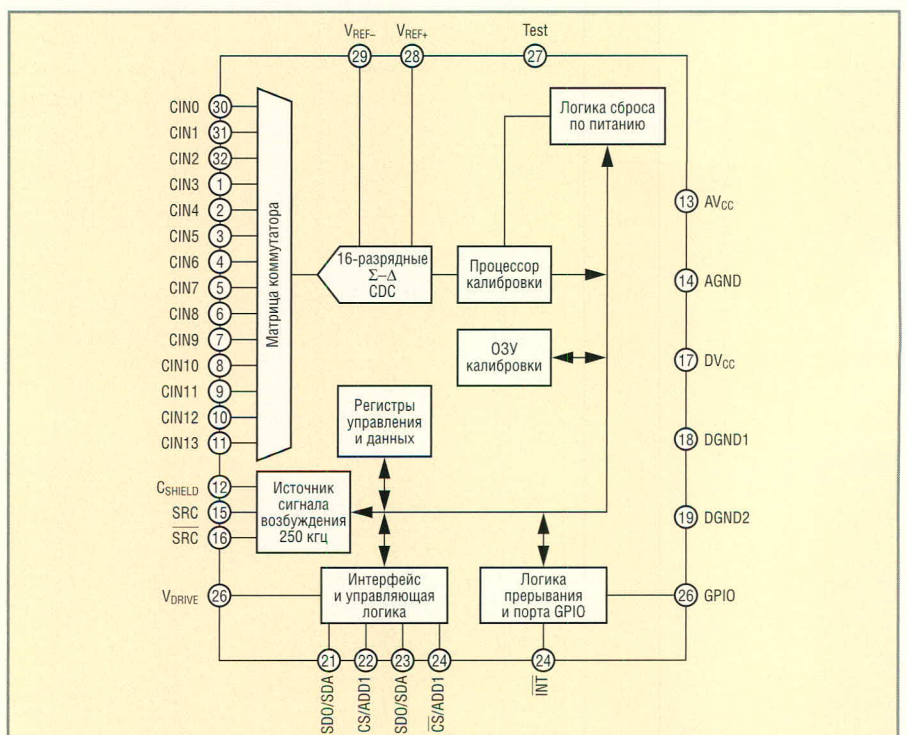


Рис. 2. Блок-схема преобразователя CDC AD7142

Измеряемая ёмкость при поднесении пальца к площадкам датчика составляет доли пикофарады. Ёмкость между контактными площадками – это единицы пикофарад. Поэтому в преобразователе предусмотрен специализированный ЦАП, который устраняет это «смещение» в пределах ± 20 пФ, что позволяет обойтись без внешних элементов подстройки и обеспечивает работу преобразователя с емкостными датчиками (площадками) различной конфигурации. Для каждого датчика, как уже говорилось, можно установить свой уровень чувствительности, выбрав один из 16 уровней в пределах 25...95% изменения ёмкости от полной шкалы.

Конструкция датчиков

Преобразователь AD7142 – многоканальный прибор. Преобразования осуществляются по каждому каналу последовательно. На базе преобразователя AD7142 можно создавать такие интерфейсы ввода, как «колесо прокрутки» или линейный «слайдер». Для таких интерфейсов требуется 8 входов. Для реализации простой «кнопки» достаточно только одного входа. Кроме этого, можно создавать «дифференциальные кнопки». Это две «кнопки», на обработку сигнала которых затрачивается столько же времени, сколько на одну, – 36 мс. Однако эти две «кнопки» не могут быть активированы одновременно.

Некоторые виды датчиков для преобразователя CDC AD7142 представлены на рис. 3. Датчики представляют собой проводящие дорожки различной конфигурации на печатной плате. Печатная плата может быть гибкой. В любом случае рекомендуется приклеивать эту плату к внутренней стороне пластикового покрытия, чтобы избежать воздушных зазоров. Рекомендуемая ширина дорожек датчиков – 0,2 мм, минимальный зазор между дорожками – 0,15 мм. Все металлические детали, находящиеся вблизи датчиков, должны быть заземлены. Расстояние от датчиков до самой микросхемы не должно превышать 10 см. Настоятельно рекомендуется использовать библиотеку паттернов датчиков, разработанную компанией Analog Devices, которая доступна на сайте компании. Разрабатывать свои датчики рекомендуется с использованием имеющихся паттернов в качестве прототипа.

На первый взгляд, сенсор-слайдер или «колесо прокрутки» могут обеспечить разрешение 1/8, что следует из числа задействованных входов. Однако на самом деле они могут обеспечивать очень высокое разрешение за счёт усреднения сигналов с нескольких контактов. Принцип работы слайдера с высоким разрешением понятен из рис. 4.

Для получения высокого разрешения слайдера результаты измерения сигналов с каждого датчика взвешиваются пропорционально величине сигнала. Затем результат усредняется, и распределение пересчитывается в код с разрешением $1/128$.

Энергопотребление

У микросхемы AD7142 имеется три различных режима энергопотребления.

Режим высокой производительности

В этом режиме энергопотребление составляет около 1 мА при напряжении питания 3,3 В. Преобразование осуществляется непрерывно, с частотой отсчётов около 36 мс на канал.

Режим низкого энергопотребления

В этом режиме микросхема AD7142 автоматически отключается, если на ёмкостный датчик не поступает сигнал. Период обновления сигнала можно установить программно из ряда 200, 400, 600 или 800 мс. Если появляется сигнал (палец пользователя приблизился к контактному площадкам), то AD7142 автоматически переходит в режим 1 (высокой производительности) и начинает работать с частотой отсчётов 36 мс на канал.

Режим отключения

В этом режиме преобразования сигнала не производится. Энергопотребление составляет около 2 мкА при напряжении питания 3,3 В.

Средства разработки, цены и поставки

Для разработчика доступны на сайте бесплатно:

- библиотека паттернов датчиков;
- программные драйверы для интерфейсов I²C, SPI, для «кнопок» и ключей на 8 положений (C-code);
- список часто задаваемых вопросов (FAQ);

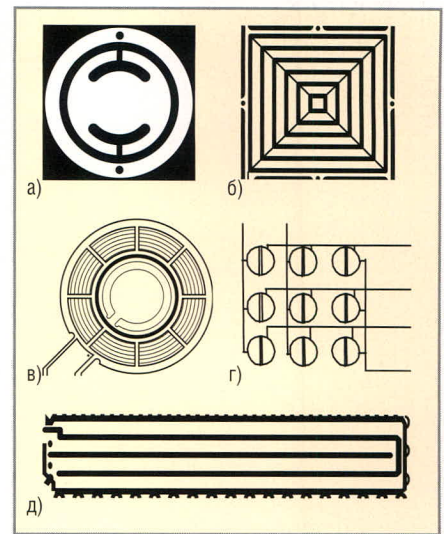


Рис. 3. Некоторые виды датчиков для преобразователя CDC AD7142

(а) Кнопка; (б) ключ на 8 направлений; (в) колесо прокрутки; (г) клавиатура-матрица; (д) слайдер-движок

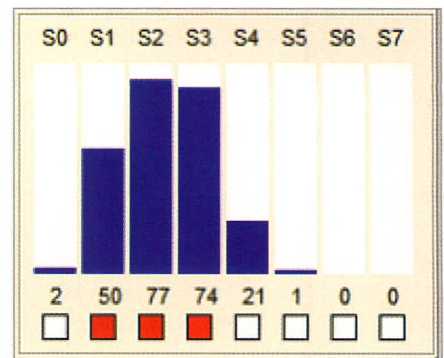


Рис. 4. Принцип получения высокого разрешения слайдера

- руководства по применению [2] (русских переводов пока нет, но, возможно, они скоро появятся).

Микросхемы выпускаются в компактных 32-выводных корпусах LFCSP размером 5 × 5 мм.

Стоит упомянуть также преобразователь AD7143. Это новая микросхема, она поставляется пока только в образцах. Это преобразователь аналогичного назначения, но представляет собой более дешёвый вариант, с уменьшенным числом выводов и набором функций. Выпускается AD7143 в 16-выводном корпусе LFCSP размером 4 × 4, только с интерфейсом I²C. Карта регистров у него такая же, как и у AD7142. В остальном эти микросхемы аналогичны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брукс М. Преобразователи ёмкость/код на основе сигма-дельта-модулятора. Компоненты и технологии. 2006. №1.
2. <http://www.analog.com>.
3. <http://www.analog.com.ru>.

Микроконтроллеры семейства LPC2000 (ARM7TDMI-S) от Philips – ещё один шаг к идеальной платформе для встраиваемых приложений

(часть 4)

Павел Редькин (г. Ульяновск)

Автор продолжает знакомить с 16/32-разрядными встраиваемыми микроконтроллерами семейства LPC2000 фирмы Philips Semiconductors. В этой части статьи рассматриваются построение и логика работы встроенных средств ввода-вывода и коммуникационных интерфейсов микроконтроллеров: GPIO, UART0/1, I²C, SPI.

Блок коммутации выводов

Блок коммутации выводов позволяет выбирать выводы МК для выполнения более чем одной функции. Выбор для вывода порта одной функции полностью исключает все другие функции, которые могут быть доступны на том же самом выводе. Модуль управления выводами устройств LPC2000 управляется регистрами, перечисленными ниже.

Регистры выбора функций выводов 0 (PINSEL0 – 0xE002C000) и 1 (PINSEL1 – 0xE002C004). Битовая структура регистра PINSEL0 и PINSEL1 для LPC2119/2129/2292 приведена в

табл. 26 и 27 соответственно. Регистры PINSEL0 и PINSEL1 управляют функциями выводов согласно параметрам настройки, перечисленным в табл. 28. Служебный бит направления в регистре IO0DIR эффективен только в том случае, когда для вывода выбрана функция линии ввода-вывода общего назначения (GPIO). Для других функций направление вывода устанавливается автоматически.

Регистр выбора функций выводов 2 (PINSEL2 – 0xE002C014). Битовая структура регистра PINSEL2 для LPC2119/2129/2194 приведена в табл. 29. Битовая структура регистра

PINSEL2 для LPC2292/2294 приведена в табл. 30. Служебный бит направления в регистре IO1DIR эффективен только в том случае, когда для вывода выбрана функция линии ввода-вывода общего назначения (GPIO). Для других функций направление вывода устанавливается автоматически.

Линии ввода-вывода общего назначения (GPIO)

Для линий ввода-вывода общего назначения (GPIO) устройств семейства LPC2000 характерны следующие особенности:

- управление направлением каждой линии индивидуально;
- раздельное управление установкой и сбросом выходного уровня линии;
- все линии по умолчанию после сброса являются линиями GPIO, сконфигурированными как входы.

Описание выводов GPIO устройств LPC2119/2129/2292/2194/2294 приведено в табл. 31.

МК LPC2000 в 64-выводном корпусе имеют два 32-разрядных порта ввода-вывода общего назначения (PORT0 и PORT1). В качестве линий GPIO PORT0 доступны 30 из 32 выводов PORT0. PORT1 имеет до 16 выводов, доступных как линии GPIO. PORT0 и PORT1 управляются с помощью двух групп по четыре регистра в каждой, как показано в табл. 32. МК в 144-выводном корпусе имеют, кроме того, два 32-разрядных дополнительных порта (PORT2 и PORT3), которые могут быть сконфигурированы как шина данных и шина адреса внешней памяти или как линии GPIO, а также для использования дополнительных цифровых и аналоговых функций. Блок

Таблица 26. Биты регистра выбора функций выводов 0 для LPC2119/2129/2292 (PINSEL0 – 0xE002C000)

PINSEL0	Имя вывода	Функция при 00	Функция при 01	Функция при 10	Функция при 11	Значение после сброса
1:0	P0.0	GPIO порт 0.0	TxD (UART0)	PWM1	Зарезервирован	0
3:2	P0.1	GPIO порт 0.1	RxD (UART0)	PWM3	EINT0	0
5:4	P0.2	GPIO порт 0.2	SCL (I2C)	Захват 0.0 (TIMER0)	Зарезервирован	0
7:6	P0.3	GPIO порт 0.3	SDA (I2C)	Совпадение 0.0 (TIMER0)	EINT1	0
9:8	P0.4	GPIO порт 0.4	SCK (SPI0)	Захват 0.1 (TIMER0)	Зарезервирован	0
11:10	P0.5	GPIO порт 0.5	MISO (SPI0)	Совпадение 0.1 (TIMER0)	Зарезервирован	0
13:12	P0.6	GPIO порт 0.6	MOSI (SPI0)	Захват 0.2 (TIMER0)	Зарезервирован	0
15:14	P0.7	GPIO порт 0.7	SSEL (SPI0)	PWM2	EINT2	0
17:16	P0.8	GPIO порт 0.8	TxD (UART1)	PWM4	Зарезервирован	0
19:18	P0.9	GPIO порт 0.9	RxD (UART1)	PWM6	EINT3	0
21:20	P0.10	GPIO порт 0.10	RTS (UART1)	Захват 1.0 (TIMER1)	Зарезервирован	0
23:22	P0.11	GPIO порт 0.11	CTS (UART1)	Захват 1.1 (TIMER1)	Зарезервирован	0
25:24	P0.12	GPIO порт 0.12	DSR (UART1)	Совпадение 1.0 (TIMER1)	Зарезервирован	0
27:26	P0.13	GPIO порт 0.13	DTR (UART1)	Совпадение 1.1 (TIMER1)	Зарезервирован	0
29:28	P0.14	GPIO порт 0.14	CD (UART1)	EINT1	Зарезервирован	0
31:30	P0.15	GPIO порт 0.15	RI (UART1)	EINT2	Зарезервирован	0

GPIO управляется регистрами, перечисленными ниже.

Регистр значений выводов порта GPIO (IO0PIN – 0xE0028000, IO1PIN – 0xE0028010, IO2PIN – 0xE0028020, IO3PIN – 0xE0028030). Битовая структура регистров IOPIN приведена в табл. 33. Этот регистр отображает текущие состояния линий GPIO. Значение регистра отражает любое влияние внешних сигналов, но только на те выводы, которые сконфигурированы как линии GPIO.

Регистр установки выходов порта GPIO (IO0SET – 0xE0028004, IO1SET – 0xE0028014, IO2SET – 0xE0028024, IO3SET – 0xE0028034). Битовая структура регистров IOSET приведена в табл. 33. Этот регистр используется, чтобы установить выводы порта, если они сконфигурированы как линии GPIO и для них установлен режим выходов. Запись «1» производит установку соответствующего выхода порта. Запись «0» не будет иметь никакого эффекта. Чтение регистра IOSET возвращает значение этого регистра, которое определено предыдущей записью в IOSET и IOCLR. Это значение не отражает эффект влияния внешних сигналов на линию ввода-вывода.

Регистр сброса выходов порта GPIO (IO0CLR – 0xE002800C, IO1CLR – 0xE002801C, IO2CLR – 0xE002802C, IO3CLR – 0xE002803C). Битовая структура регистров IOCLR приведена в табл. 33. Этот регистр используется, чтобы сбросить выводы порта, если они сконфигурированы как линии GPIO и для них установлен режим выходов. Запись «1» производит сброс соответствующего выхода порта и сбрасывает соответствующий бит в регистре IOSET. Запись «0» не будет иметь никакого эффекта.

Регистр направления порта GPIO (IO0DIR – 0xE0028008, IO1DIR – 0xE0028018, IO2DIR – 0xE0028028, IO3DIR – 0xE0028038). Битовая структура регистров IODIR приведена в табл. 33. Этот регистр используется, чтобы управлять направлением выводов, когда они сконфигурированы как линии GPIO.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИК UART0

Универсальный асинхронный приёмопередатчик МК семейства LPC2000 UART0 имеет следующие особенности:

- 16-байтовые приёмный и передающий буферы FIFO;
- размещение регистров соответствует промышленному стандарту '550;
- приёмный буфер FIFO «защёлкивается» 1, 4, 8 и 14 байт;
- встроенный генератор задания скорости обмена.

UART0 обслуживается выводами МК RxD0 (последовательный вход) и TxD0 (последовательный выход) и управляется регистрами, перечисленными ниже.

Регистр буфера приёма UART0 (UORBR – 0xE000C000, когда DLAB = 0, доступен только для чтения). Восьмиразрядный регистр UORBR является старшим байтом приёмного

буфера FIFO UART0, содержит самый «старый» (первый поступивший в приёмный буфер FIFO) принятый символ и может читаться через шинный интерфейс. Младший значащий разряд (МЗР, бит 0) UORBR представляет собой самый «старый» принятый информационный разряд. Если принятый символ кодируется менее чем восемью битами, неиспользованные старшие значащие разряды (СЗР) UORBR заполняются нулями. Чтобы обратиться к регистру UORBR, бит доступа к значению делителя (DLAB) в регистре UOLCR должен быть сброшен. После сброса значение UORBR неопределённое. Регистр UORBR доступен только для чтения.

Таблица 27. Биты регистра выбора функций выводов 1 для LPC2119/2129/2292 (PINSEL1 – 0xE002C004)

PINSEL1	Имя вывода	Функция при 00	Функция при 01	Функция при 10	Функция при 11	Значение после сброса
1:0	P0.16	GPIO порт 0.16	EINT0	Совпадение 0.2 (TIMER0)	Захват 0.2 (TIMER0)	0
3:2	P0.17	GPIO порт 0.17	Захват 1.2 (TIMER1)	SCK (SPI1)	Совпадение 1.2 (TIMER1)	0
5:4	P0.18	GPIO порт 0.18	Захват 1.3 (TIMER1)	MISO (SPI1)	Совпадение 1.3 (TIMER1)	0
7:6	P0.19	GPIO порт 0.19	Совпадение 1.2 (TIMER1)	MOSI (SPI1)	Захват 1.2 (TIMER1)	0
9:8	P0.20	GPIO порт 0.20	Совпадение 1.3 (TIMER1)	SSEL (SPI1)	EINT3	0
11:10	P0.21	GPIO порт 0.21	PWM5	Зарезервирован	Захват 1.3 (TIMER1)	0
13:12	P0.22	GPIO порт 0.22	Зарезервирован	Захват 0.0 (TIMER0)	Совпадение 0.0 (TIMER0)	0
15:14	P0.23	GPIO порт 0.23	RD2 (Контроллер CAN 2)	Зарезервирован	Зарезервирован	0
17:16	P0.24	GPIO порт 0.24	TD2 (Контроллер CAN 2)	Зарезервирован	Зарезервирован	0
19:18	P0.25	GPIO порт 0.25	RD1 (Контроллер CAN 1)	Зарезервирован	Зарезервирован	0
21:20	P0.26	Зарезервирован				0
23:22	P0.27	GPIO порт 0.27	AIN0 (АЦП)	Захват 0.1 (TIMER0)	Совпадение 0.1 (TIMER0)	0
25:24	P0.28	GPIO порт 0.28	AIN1 (АЦП)	Захват 0.2 (TIMER0)	Совпадение 0.2 (TIMER0)	0
27:26	P0.29	GPIO порт 0.29	AIN2 (АЦП)	Захват 0.3 (TIMER0)	Совпадение 0.3 (TIMER0)	0
29:28	P0.30	GPIO порт 0.30	AIN3 (АЦП)	EINT3	Захват 0.0 (TIMER0)	0
31:30	P0.31	Зарезервирован				0

Таблица 28. Биты регистров выбора функций выводов портов PORT0 и PORT1 для МК в 64-выводном корпусе и портов PORT0 – PORT3 для МК в 144-выводном корпусе

Pinsel0	Pinsel1	Функция бита	Значение после сброса
0	0	Первичная (заданная по умолчанию) функция, как правило, порт GPIO	0
0	1	Первая альтернативная функция	
1	0	Вторая альтернативная функция	
1	1	Третья альтернативная функция или зарезервировано	

Таблица 29. Биты регистра выбора функций выводов 2 для LPC2119/2129/2194 (PINSEL2 – 0xE002C014)

Номер бита	Функция бита	Значение после сброса
1:0	Зарезервированы	0
2	Когда 0, выводы P1.36:26 используются как выводы GPIO. Когда 1, выводы P1.31:26 используются как порт отладки	/(P1.26/RTCK)
3	Когда 0, выводы P1.25:16 используются как выводы GPIO. Когда 1, выводы P1.25:16 используются как порт трассировки	/(P1.20/TRACESYNC)
4:5	Зарезервированы*	11
6:31	Зарезервированы	NA

*Эти биты никогда не должны изменяться. Их изменение может привести к неправильному выполнению кода

Таблица 30. Биты регистра выбора функций выводов 2 для LPC2292/2294 (PINSEL2 – 0xE002C014)

Номер бита	Функция бита	Значение после сброса
1:0	Зарезервированы	0
2	Когда 0, выводы P1.36:26 используются как выводы GPIO. Когда 1, выводы P1.31:26 используются как порт отладки	P1.26/RTCK
3	Когда 0, выводы P1.25:16 используются как выводы GPIO. Когда 1, выводы P1.25:16 используются как порт трассировки	P1.20/TRACESYNC
5:4	Управляет использованием выводов строба и шины данных. В зависимости от значения битов PINSEL2[5:4] могут быть заданы две различные функции: Для выводов P2.7:0 при 11 = P2.7:0, при 0x или 10 = D7:0 Для выводов P1.0 при 11 = P1.0, при 0x или 10 = CS0 Для выводов P1.1 при 11 = P1.1, при 0x или 10 = OE Для выводов P3.31 при 11 = P3.31, при 0x или 10 = BLS0 Для выводов P2.15:8 при 00 или 11 = P2.15:8, при 01 или 10 = D15:8 Для выводов P3.30 при 00 или 11 = P3.30, при 01 или 10 = BLS1 Для выводов P2.27:16 при 0x или 11 = P2.27:16, при 10 = D27:16 Для выводов P2.29:28 при 0x или 11 = P2.29:28, при 10 = D29:28 Для выводов P2.31:30 при 0x или 11 = P2.31:30 или AIN5:4, при 10 = D31:30 Для выводов P3.29:28 при 0x или 11 = P3.29:28 или AIN6:7, при 10 = BLS2:3	BOOT1:0
6	Если биты 5:4 не равны 10, то этот бит управляет использованием вывода P3.29 следующим образом: 0 – разрешает P3.29, 1 – разрешает AIN6	1
7	Если биты 5:4 не равны 10, то этот бит управляет использованием вывода P3.28 следующим образом: 0 – разрешает P3.28, 1 – разрешает AIN7	1
8	Управляет использованием вывода P3.27 следующим образом: 0 – разрешает P3.27, 1 – разрешает WE	0
10:9	Зарезервированы	–
11	Управляет использованием вывода P3.26 следующим образом: 0 – разрешает P3.26, 1 – разрешает CS1	0
12	Зарезервирован	–
13	Если биты 25:23 не равны 111, то этот бит управляет использованием вывода P3.23/A23/XCLK следующим образом: 0 – разрешает P3.23, 1 – разрешает XCLK	0
15:14	Управляют использованием вывода P3.25 следующим образом: 00 – разрешают P3.25, 01 – разрешают CS2, 10 и 11 – зарезервированные значения	0
17:16	Управляют использованием вывода P3.24 следующим образом: 00 – разрешают P3.24, 01 – разрешают CS3, 10 и 11 – зарезервированные значения	0
19:18	Зарезервированы	–
20	Если биты 5:4 не равны 10, то этот бит управляет использованием выводов P2.29:28 следующим образом: 0 – разрешает P2.29:28, 1 – зарезервированное значение	0
21	Если биты 5:4 не равны 10, то этот бит управляет использованием вывода P2.30 следующим образом: 0 – разрешает P2.30, 1 – разрешает AIN4	1
22	Если биты 5:4 не равны 10, то этот бит управляет использованием вывода P2.31 следующим образом: 0 – разрешает P2.31, 1 – разрешает AIN5	1
23	Определяет, является ли P3.0/A0 выводом порта (0) или линией адреса (1)	1, если BOOT1:0 = 00 при RESET = 0, 0 в ином случае
24	Определяет, является ли P3.1/A1 выводом порта (0) или линией адреса (1)	BOOT1 при сбросе
27:25	Управляет количеством выводов из числа P3.23/A23/XCLK и P3.22:2/A2.22:2, которые будут являться линиями адреса: 000 = ни один; 100 = A11:2 – линии адреса 001 = A3:2 – линии адреса; 101 = A15:2 – линии адреса; 010 = A5:2 – линии адреса; 110 = A19:2 – линии адреса; 011 = A7:2 – линии адреса; 111 = A23:2 – линии адреса	000, если BOOT1:0 = 11 при сбросе, 111 в ином случае
31:28	Зарезервированы	

Таблица 31. Описание выводов GPIO для устройств LPC2119/2129/2292/2194/2294

Имя вывода	Тип	Описание
P0.0 – P0.31	I/O	Вход-выход общего назначения. Количество фактически доступных линий GPIO зависит от использования в приложении дополнительных функций
P1.16 – P1.31		
P2.0 – P2.31	I/O	Линии внешних шин данных/адреса, доступные в качестве линий GPIO, а также используемые для цифровых и аналоговых функций. Количество фактически доступных линий GPIO/линий цифровых и аналоговых функций зависит от выбранной структуры шины. PORT2 и PORT3 доступны только в устройствах в 144-выводном корпусе
P3.0 – P3.31		

Таблица 32. Карта регистров GPIO

Типовое имя	Описание	Доступ	Значение после сброса	PORT0 адрес & имя	PORT1 адрес & имя	PORT2 адрес & имя	PORT3 адрес & имя
IOPIN	Регистр значений выводов порта GPIO. Текущие состояния сконфигурированных как линии GPIO выводов могут всегда читаться в этом регистре независимо от заданного направления и режима вывода. Этот регистр не отражает состояния вывода, если он сконфигурирован не как линия GPIO	RO	NA	0xE0028000 IO0PIN	0xE0028010 IO1PIN	0xE0028020 IO2PIN	0xE0028030 IO3PIN
IOSET	Регистр установки выходов порта GPIO. Этот регистр управляет выходным состоянием выводов вместе с регистром IOCLR. Запись в этот регистр единиц производит установку соответствующих выводов порта. Запись нулей не имеет никакого эффекта	R/W	0x00000000	0xE0028004 IO0SET	0xE0028014 IO1SET	0xE0028024 IO2SET	0xE0028034 IO3SET
IODIR	Регистр управления направлением порта GPIO. Этот регистр индивидуально определяет направление каждого вывода порта	R/W	0x00000000	0xE0028008 IO0DIR	0xE0028018 IO1DIR	0xE0028028 IO2DIR	0xE0028038 IO3DIR
IOCLR	Регистр сброса выходов порта GPIO. Этот регистр управляет выходным состоянием выводов. Запись в этот регистр единиц производит сброс соответствующих выводов порта и сбрасывает соответствующие биты регистре IOSET. Запись нулей не имеет никакого эффекта	WO	0x00000000	0xE002800C IO0CLR	0xE002801C IO1CLR	0xE002802C IO2CLR	0xE002803C IO3CLR

Регистр буфера передачи UART0 (U0THR – 0xE000C000, когда DLAB = 0, доступен только для записи). Восемизрядный регистр U0THR является старшим байтом передаю-

щего буфера FIFO UART0. Старший байт передающего буфера FIFO содержит самый «новый» (последний поступивший в передающий буфер FIFO) символ и может быть записан

через шинный интерфейс. МЗР регистра передаётся через UART0 первым. Запись в регистр буфера передачи UART0 вызывает сохранение записанного байта в передающем

Таблица 33. Биты регистров значений выводов, установки выходов, сброса выходов и направления порта GPIO

Номер бита	Функция бита	Значение после сброса
31:0	Биты значения выводов GPIO. Бит 0 в регистре IO0PIN соответствует P0.0, бит 31 в регистре IO0PIN соответствует P0.31	Неопределённое
	Биты установки выходов. Бит 0 регистра IO0SET соответствует P0.0, бит 31 регистра IO0SET соответствует P0.31	0
	Биты сброса выходов. Бит 0 регистра IO0CLR соответствует P0.0, ... бит 31 регистра IO0CLR соответствует P0.31	0
	Служебные биты направления (0 = вход, 1 = выход). Бит 0 регистра IO0DIR управляет P0.0, бит 31 регистра IO0DIR управляет P0.31	0

Таблица 34. Регистр разрешения прерываний UART0 (U0IER – 0xE000C004, когда DLAB = 0)

U0IER	Функция	Описание	Значение после сброса
0	Разрешение прерывания RBR	0: Запретить прерывание RDA	0
		1: Разрешить прерывание RDA	
		Бит U0IER[0] разрешает прерывание при доступности принятых данных RDA (Receive Data Available) для UART0. Он также управляет прерыванием от тайм-аута при приёме символа CRT (Character Receive Time-out)	
1	Разрешение прерывания THRE	0: Запретить прерывание THRE	0
		1: Разрешить прерыванию THRE	
		Бит U0IER[1] разрешает прерывание THRE для UART0. Состояние этого прерывания может читаться путём чтения бита U0LSR[5]	
2	Разрешение прерывания по состоянию линии Rx	0: Запретить прерывания по состоянию линии Rx	0
		1: Разрешить прерывания по состоянию линии Rx	
		Бит U0IER[2] разрешает прерывания по состоянию линии Rx UART0. Состояние этого прерывания может читаться путём чтения битов U0LSR[4:1]	
7:3	Зарезервированы	Данные биты зарезервированы. Пользовательское программное обеспечение не должно производить запись в зарезервированные биты. Чтение зарезервированного бита возвращает неопределённое значение	NA

Таблица 35. Регистр идентификации прерываний UART0 (U0IIR – 0xE000C008, доступен только для чтения)

U0IIR	Функция	Описание	Значение после сброса
0	Отложенное прерывание	0: Не менее чем одно прерывание является отложенным	1
		1: Нет отложенных прерываний	
		Бит U0IIR[0] имеет низкий активный уровень. Отложенное прерывание может быть идентифицировано путём анализа битов U0IIR[3:1]	
3:1	Идентификация прерывания	011: 1. Состояние линии приёма (RLS)	0
		010: 2a. Доступны принятые данные (RDA)	
		110: 2b. Тайм-аут индикации принятого символа (CTI)	
		001: 3. Прерывание THRE	
		Все другие комбинации битов U0IIR[3:1], кроме вышеуказанных, являются зарезервированными (000, 100, 101, 111)	
5:4	Зарезервированы	Данные биты зарезервированы. Пользовательское программное обеспечение не должно производить запись в зарезервированные биты. Чтение зарезервированного бита возвращает неопределённое значение	NA
7:6	Разрешение FIFO	Эти биты эквивалентны биту U0FCR[0]	0

Таблица 36. Обработка прерываний UART0*

U0IIR[3:0]	Приоритет	Тип прерывания	Источник прерывания	Сброс прерывания
1	–	Нет	Нет	–
110	Наиболее высокий	Состояние линии Rx/ошибка	OE или PE, или FE, или BI	Чтение U0LSR
100	Вторичный	Принятые данные доступны	Принятые данные доступны или достигнут уровень триггера (защёлки) в приёмном буфере FIFO (U0FCR0 = 1)	Чтение U0RBR или понижения уровня триггера (защёлки) приёмного буфера FIFO UART0
1100	Вторичный	Индикация тайм-аута символа	Минимум один символ в приёмном буфере FIFO и отсутствие вводимых в него или удаляемых из него символов в течение периода времени, определяемого в зависимости от того, сколько символов находятся в буфере FIFO и какой уровень триггера (защёлки) установлен (от 3,5 до 4,5 периодов длительности символа). Точное время будет равно: [(Длина слова) × 7 - 2] × 8 + [(Уровень триггера - Количество символов) × 8 + 1] × RCLK	Чтение U0RBR
10	Третичный	THRE	THRE	Чтение U0IIR (если он – источник прерывания) или запись U0THR

*Значения 0000, 0011, 0101, 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1101, 1110, 1111 зарезервированы.

Таблица 37. Биты регистра управления буфером FIFO UART0 (UOFCR – 0xE000C008)

UOFCR	Функция	Описание	Значение после сброса
0	Разрешение буфера FIFO	Активный высокий уровень разрешает приёмный и передающий буферы FIFO UART0 с доступом, заданным битами UOFCR[7:1]. Этот бит должен быть установлен для корректного проведения операций UART0. Любое изменение этого бита приведёт к автоматическому сбросу содержимого приёмного и передающего буферов FIFO UART0	0
1	Сброс приёмного буфера FIFO	Запись 1 в бит UOFCR[1] очистит все байты в приёмном буфере FIFO UART0 и сбросит логику указателя. Этот бит сбрасывается сам	0
2	Сброс передающего буфера FIFO	Запись 1 в бит UOFCR[2] очистит все байты в передающем буфере FIFO UART0 и сбросит логику указателя. Этот бит сбрасывается сам	0
5:3	Зарезервированы	Данные биты зарезервированы. Пользовательское программное обеспечение не должно производить запись в зарезервированные биты. Чтение зарезервированного бита возвращает неопределённое значение	NA
7:6	Выбор уровня триггера (защёлки) приёмного буфера FIFO	00: уровень триггера 0 (по умолчанию 1 символ или 0x01h)	0
		01: уровень триггера 1 (по умолчанию 4 символа или 0x04h)	
		10: уровень триггера 2 (по умолчанию 8 символов или 0x08h)	
		11: уровень триггера 3 (по умолчанию 14 символов или 0x0Eh)	
		Эти два бита определяют, сколько символов будет записано в приёмный буфер FIFO UART0, прежде чем будет активизировано прерывание. Один из четырёх уровней триггера может быть выбран пользователем, чтобы настроить приёмный буфер FIFO UART0 для обмена с конкретным внешним устройством	

Таблица 38. Регистр управления линией UART0 (UOLCR – 0xE000C00C)

UOLCR	Функция	Описание	Значение после сброса
1:0	Выбор длины слова (символа)	00: Длина символа – 5 битов	0
		01: Длина символа – 6 битов	
		10: Длина символа – 7 битов	
		11: Длина символа – 8 битов	
2	Выбор стопового бита	0: 1 стоповый бит 1: 2 стоповых бита (1,5, если UOLCR [1:0] = 00)	0
3	Разрешение контроля чётности	0: Отключение генерации контроля чётности и его проверки	0
		1: Разрешение генерации контроля чётности и его проверки	
5:4	Выбор контроля чётности	00: Проверка на нечётность	0
		01: Проверка на чётность	
		10: Устанавливается «1» в бите чётности	
		11: Устанавливается «0» в бите чётности	
6	Контроль останова	0: Запретить передачу останова	0
		1: Разрешить передачу останова Вывод UART0 TxD сбрасывается в логический 0, когда бит UOLCR[6] имеет активный высокий уровень	
7	Бит доступа к значению делителя	0: Запретить доступ к значению делителя	0
		1: Разрешить доступ к значению делителя	

Таблица 39. Биты регистра состояния линии UART0 (UOLSR – 0xE000C014, доступен только для чтения)

UOLSR	Функция	Описание	Значение после сброса
0	Данные приёмника готовы (RDR)	0: UORBR пуст	0
		1: UORBR содержит достоверные данные	
		Бит UOLSR[0] устанавливается, когда UORBR содержит прочитанный символ, и сбрасывается, когда приёмный буфер FIFO UART0 пуст	
1	Ошибка переполнения (OE)	0: Состояние ошибки переполнения неактивно	0
		1: Состояние ошибки переполнения активно Состояние ошибки переполнения устанавливается, как только происходит переполнение. Чтение регистра UOLSR сбрасывает бит UOLSR[1]. Бит UOLSR[1] устанавливается, когда в приёмник UORSR UART0 поступил новый символ, а приёмный буфер FIFO UORBR UART0 полон. В этом случае в приёмный буфер FIFO UORBR UART0 не будет записан новый символ поверх старых, и поступивший в приёмник UORSR новый символ будет потерян	
2	Ошибка чётности (PE)	0: Состояние ошибки чётности неактивно	0
		1: Состояние ошибки чётности активно Когда бит чётности полученного символа находится в неправильном состоянии, происходит ошибка чётности. Чтение регистра UOLSR сбрасывает бит UOLSR[2]. Время обнаружения ошибки чётности зависит от бита UOFCR[0]. Ошибка чётности связана с символом, читаемым из приёмного буфера FIFO UORBR UART0	
3	Ошибка кадровой синхронизации (FE)	0: Состояние ошибки кадровой синхронизации неактивно	0
		1: Состояние ошибки кадровой синхронизации активно Когда стоповый бит полученного символа находится в лог. 0, происходит ошибка кадровой синхронизации. Чтение регистра UOLSR сбрасывает бит UOLSR[3]. Время обнаружения ошибки кадровой синхронизации зависит от бита UOFCR[0]. Ошибка кадровой синхронизации связана с символом, читаемым из приёмного буфера FIFO UORBR UART0. После обнаружения ошибки кадровой синхронизации линия Rx будет пытаться повторно синхронизировать данные, и логика UART0 предположит, что плохой стоповый бит является фактически стартовым битом. Однако при этом не может быть гарантировано, что следующий принятый байт будет корректен, даже если нет ошибки кадровой синхронизации	
4	Прерывание от останова (BI)	0: Состояние прерывания от останова неактивно	0
		1: Состояние прерывания от останова активно Когда линия Rx/D0 переводится в состояние наличия данных (постоянный уровень 0) для передачи полной последовательности символа (старт, данные, чётность, стоп), происходит прерывание от останова. Как только состояние останова обнаруживается, приёмник переводит линию Rx/D0 в состояние маркировки (постоянный уровень 1). Чтение регистра UOLSR сбрасывает этот бит состояния. Время обнаружения останова зависит от бита UOFCR[0]. Прерывание от останова связано с символом, читаемым из приёмного буфера FIFO UORBR UART0	
5	Буфер (холдинг) передатчика пуст (THRE)	0: UOTHR содержит достоверные данные	1
		1: UOTHR пуст Бит THRE устанавливается немедленно после обнаружения пустого регистра UOTHR UART0 и сбрасывается при записи в UOTHR	
6	Передатчик пуст (TEMT)	0: UOTHR и/или UOTSR содержит достоверные данные	1
		1: UOTHR и UOTSR пусты Бит TEMT устанавливается, когда регистры UOTHR и UOTSR пусты. Бит TEMT сбрасывается, когда любой из регистров UOTSR или UOTHR содержит достоверные данные	
7	Ошибка приёмного буфера FIFO (RXFE)	0: UORBR не содержит символов с ошибками приёма через UART0 или бит UOFCR[0] = 0	0
		1: UART0 UORBR содержит символ с не менее чем одной ошибкой приёма через UART0 Бит UOLSR[7] устанавливается, когда символ с ошибкой приёма типа ошибки кадровой синхронизации, ошибки чётности или прерыванием от останова помещается в регистр UORBR. Этот бит сбрасывается, когда регистр UOLSR читается и нет никаких последующих ошибок в FIFO UART0	

буфере FIFO UART0. Байт будет передан через UART0, когда он достигнет основания передающего буфера FIFO и когда передатчик станет доступен (свободен). Чтобы обратиться к регистру UOTHR, бит доступа к значению делителя (DLAB) в регистре UOLCR должен быть сброшен. После сброса значение UOTHR неопределённое. Регистр UOTHR доступен только для записи.

Регистры, содержащие МЗР делителя UART0 (UODLL – 0xE000C000, когда DLAB = 1) и **СЗР делителя UART0** (UODLM – 0xE000C004, когда DLAB = 1). Делитель UART0 представляет собой часть встроенного генератора скорости обмена через UART0 и содержит значение, на которое делится частота VPB (pclk) для того, чтобы в результате получить значение, большее требуемой скорости обмена в 16 раз. Восьмиразрядные регистры UODLL и UODLM совместно представляют собой 16-разрядный делитель, в котором UODLL содержит младшие 8 разрядов, а UODLM – старшие 8 разрядов. Регистры, содержащие МЗР и СЗР делителя, определяют скорость обмена через UART0. Значение делителя 0000h обрабатывается логикой UART0 как значение 0001h, поскольку деление на нуль не допускается. Чтобы обратиться к регистрам, содержащим делитель UART0, бит доступа к значению делителя (DLAB) в регистре UOLCR должен быть установлен. Значения после сброса – 0x01 и 0 соответственно.

Регистр разрешения прерываний UART0 (UOIER – 0xE000C004, когда DLAB = 0). Регистр UOIER используется, чтобы разрешать прерывания от четырёх источников UART0. Битовая структура регистра UOIER показана в табл. 34.

Регистр идентификации прерывания UART0 (UOPIR – 0xE000C008, доступен только для чтения). Регистр UOPIR содержит код текущего состояния, который отображает приоритет и источник отложенного прерывания. Во время осуществления доступа к регистру UOPIR его содержимое не меняется. Если прерывание происходит во время доступа к UOPIR, то отображение состояния этого прерывания будет производиться при следующем доступе к UOPIR. Прерывания обрабатываются как описано в табл. 35. С учётом состояния битов UOPIR[3:0] подпрограмма обработки прерывания может определить причину прерывания и способ сброса активного прерывания. Регистр UOPIR должен быть прочитан до окончания выполнения подпрограммы обработки прерывания, чтобы сбросить прерывание. Обработка прерываний иллюстрируется в табл. 36.

Регистр управления буфером FIFO UART0 (UOFCR – 0xE000C008). Битовая структура регистра UOFCR показана в табл. 37.

Регистр управления линией UART0 (UOLCR – 0xE000C00C). Регистр UOLCR определяет формат символов данных, который должен быть передан или получен через UART0. Битовая структура регистра UOLCR показана в табл. 38.

Регистр состояния линии UART0 (UOLSR – 0xE000C014, доступен только для чтения). Регистр UOLSR, доступный только для чтения, содержит информацию о состоянии принимаемых и передаваемых через UART0 блоков данных. Битовая структура регистра UOLSR показана в табл. 39.

Рабочий регистр клавиатуры UART0 (UOSCR – 0xE000C01C). Регистр

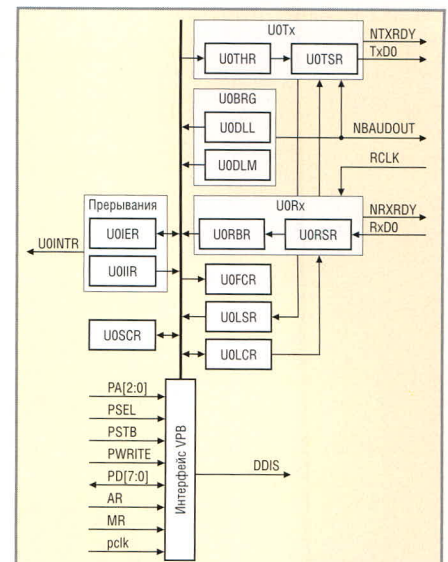


Рис. 14. Архитектура модуля UART0

UOSCR не оказывает никакого эффекта на операции UART0. Этот регистр может быть записан и/или прочитан по усмотрению пользователя. Архитектура модуля UART0 показана на блок-схеме, приведённой на рис. 14. Интерфейс VPB обеспечивает линию связи между центральным процессором и UART0.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИК UART1

Универсальный асинхронный приёмопередатчик МК семейства LPC2000 UART1 идентичен UART0, но имеет добавочный модемный интерфейс. UART1 обслуживается выводами МК, перечисленными в табл. 40, и управляется регистрами, перечисленными в табл. 41. Архитектура модуля UART1 показана на блок-схеме, приведённой на рис. 15. Более подробную информацию об операциях UART1 можно получить в книге [1].

Таблица 40. Описание выводов UART1

Имя вывода	Тип	Описание
RxD1	I	Последовательный вход. Последовательно принимает данные
TxD1	O	Последовательный выход. Последовательно передаёт данные
CTS1	I	Посылка сброса. Активный низкий уровень сигнала указывает, готов ли внешний модем принять данные, передаваемые через TxD1 от UART1. При нормальной операции модемного интерфейса (U1MCR4 = 0) дополнительное значение этого сигнала сохраняется в бите U1MSR4. Информация об изменённом состоянии сохраняется в U1MSR0, а для источников прерывания приоритетного уровня 4 сохраняется, если они разрешены (U1IER3 = 1)
DCD1	I	Обнаружение несущей данных. Активный низкий уровень сигнала указывает, установил ли внешний модем связь с UART1 и может ли обмениваться данными. При нормальной операции модемного интерфейса (U1MCR4 = 0) дополнительное значение этого сигнала сохраняется в бите U1MSR3, а для источников прерывания приоритетного уровня 4 сохраняется, если они разрешены (U1IER3 = 1)
DSR1	I	Готовность установки данных. Активный низкий уровень сигнала указывает, готов ли внешний модем установить связь с UART1. При нормальной операции модемного интерфейса (U1MCR4 = 0) дополнительное значение этого сигнала сохраняется в бите U1MSR5. Информация об изменённом состоянии сохраняется в бите U1MSR1, а для источников прерывания приоритетного уровня 4 сохраняется, если они разрешены (U1IER3 = 1)
DTR1	O	Готовность терминала данных. Активный низкий уровень сигнала указывает, что UART1 готов установить связь с внешним модемом. Дополнительное значение этого сигнала сохраняется в U1MCR0
RI1	I	Индикатор вызова. Активный низкий уровень сигнала указывает, что телефонный сигнал вызова был обнаружен модемом. При нормальной операции модемного интерфейса (U1MCR4 = 0) дополнительное значение этого сигнала сохраняется в U1MSR6. Информация об изменённом состоянии сохраняется в бите U1MSR2, а для источников прерывания приоритетного уровня 4 сохраняется, если они разрешены (U1IER3 = 1)
RTS1	O	Посылка запроса. Активный низкий уровень сигнала указывает, что UART1 хотел бы передать данные во внешний модем. Дополнительное значение этого сигнала сохраняется в U1MCR1

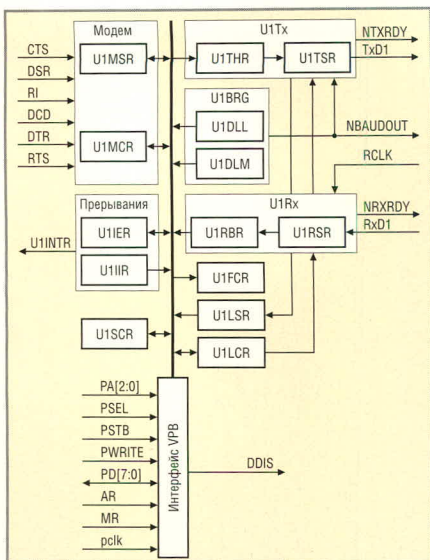


Рис. 15. Архитектура модуля UART1

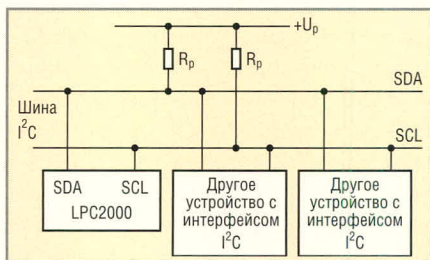


Рис. 16. Типичная аппаратная шинная конфигурация I²C

ИНТЕРФЕЙС I²C

Интерфейс I²C устройств LPC2000 имеет следующие особенности:

- шинный интерфейс стандарта I²C с возможностью конфигурирования

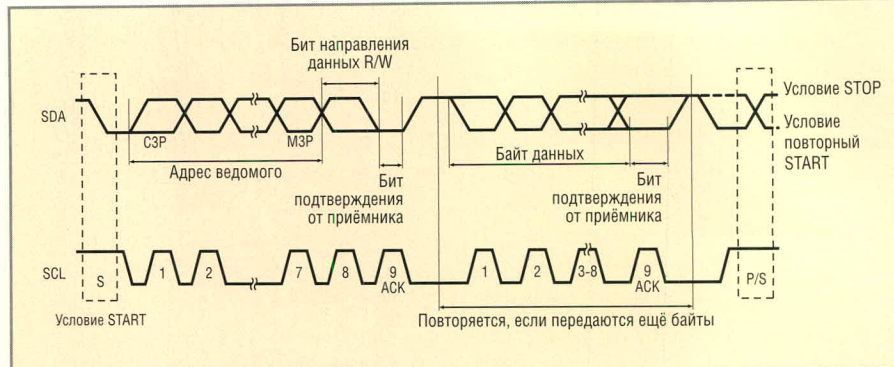


Рис. 17. Организация передачи данных по шине I²C

как ведущего, ведомого или как ведущего/ведомого;

- программируемое тактирование, дающее возможность управлять скоростью обмена;
- двунаправленная передача данных между ведущим и ведомым;
- мультимастерная шина I²C (без центрального ведущего);
- арбитраж одновременной передачи без искажений последовательных данных, передаваемых по шине.

Типичная аппаратная шинная конфигурация I²C показана на рис. 16. В исходном состоянии линии SDA и SCL «отпущены» всеми устройствами I²C, подключенными к шине, и напряжение на этих линиях близко к напряжению источника питания. В зависимости от состояния бита направления (R/W), входящего в состав

передаваемых по шине сигналов, на шине возможны два типа обмена данными:

- передача данных ведущего передатчика ведомому приёмнику. Первый байт в послылке, переданной ведущим, содержит адрес ведомого. Затем ведущий передаёт некоторое множество байтов данных. Ведомый возвращает бит «подтверждение» (ACK) после приёма каждого переданного ведущим байта;
- передача данных ведомого передатчика ведущему приёмнику. Первый байт (адрес ведомого) передаётся ведущим, а ведомый возвращает бит «подтверждение». Затем следуют байты данных, передаваемые ведомым для ведущего. Ведущий возвращает бит «подтверждение» после каждого принятого бай-

Таблица 41. Регистровая карта UART1

Имя	Описание	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	Доступ	Значение после сброса*	Адрес
U1RBR	Регистр буфера приёма	СЗР		Данные чтения				МЗР		RO	Неопределённое	0xE0010000 DLAB=0
U1THR	Регистр буфера (холдинга) передачи	СЗР		Данные чтения				МЗР		WO	NA	0xE0010000 DLAB=0
U1IER	Регистр разрешения прерываний	0	0	0	0	Разрешение прерывания по состоянию модема	Разрешение прерывания по состоянию линии Rx	Разрешение прерывания THRE	Разрешение прерывания при доступности принятых данных	R/W	0	0xE0010004 DLAB=0
U1IIR	Регистр идентификации прерывания	Разрешение буферов FIFO		0	0	IIR3	IIR2	IIR1	IIR0	RO	0x01	0xE0010008
U1FCR	Регистр управления буфером FIFO	Триггер (защёлка) Rx		Зарезервировано		-	Сброс передающего буфера FIFO	Сброс приёмного буфера FIFO	Разрешение FIFO	WO	0	0xE0010008
U1LCR	Регистр управления линией	DLAB	Установка стопового бита	Бит чётности	Выбор типа чётности	Разрешение чётности	Количество стоповых битов	Выбор длины слова		R/W	0	0xE001000C
U1MCR	Регистр управления модемом	0	0	0	«Шлейф» (петля)	0	0	RTS	DTR	R/W	0	0xE0010010
U1LSR	Регистр состояния линии	Ошибка приёмного буфера FIFO	TEMT	THRE	BI	FE	PE	OE	DR	RO	0x60	0xE0010014
U1MSR	Регистр состояния модема	DCD	RI	DSR	CTS	Дельта DCD	Трансляция фронта RI	Дельта DSR	Дельта CTS	RO	0	0xE0010018
U1SCR	Рабочий регистр клавиатуры	СЗР						МЗР		R/W	0	0xE001001C
U1DLL	Регистр, содержащий МЗР делителя	СЗР						МЗР		R/W	0	0xE0010000 DLAB=1
U1DLM	Регистр, содержащий СЗР делителя	СЗР						МЗР		R/W	0	0xE0010004 DLAB=1

* Значение относится к данным, содержащимся только в используемых битах, и не включает содержимое зарезервированных битов.

та, кроме последнего байта. После приёма последнего переданного байта ведущий возвращает бит «не-подтверждение» (NOT ACK).

Для всех типов обмена ведущий всегда генерирует тактовые импульсы последовательной синхронизации на линии SCL и условия START и STOP на линии SDA. Передача заканчивается генерацией условия STOP или повторного условия START. Так как повторный START является одновременно началом следующей последовательной передачи, шина при этом не «отпускается» ведущим. Временные диаграммы, иллюстрирующие передачу данных по шине I²C, приведены на рис. 17. Последовательный синхросигнал на линии SCL всегда генерируется ведущим. Сигналы данных на линии SDA могут генерироваться как ведущим, так и ведомым.

МК семейства LPC2000 имеют байт-ориентированный интерфейс I²C, т.е. все операции I²C аппаратно реализованы на уровне байтов. Устройства LPC2000 имеют четыре операционных режима I²C: режим ведущего передатчика, режим ведущего приёмника, режим ведомого передатчика и режим ведомого приёмника. Для получения более подробных сведений рекомендуется обратиться к [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Редкин П.П. Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips: полное руководство пользователя. М.: Додэка-XXI. 2006 (готовится к выпуску).
2. LPC2119/2129/2194/2292/2294 USER MANUAL. Feb. 2004. Philips Semiconductors (www.LPC2000.com).
3. ARM 7TDMI Data Sheet. Document Number: ARM DDI 0029E. Issued: August 1995. Copyright Advanced RISC Machines Ltd. (ARM) 1995 (www.arm.com).
4. ARM7TDMI-S Technical Reference Manual (Rev 4) Copyright © ARM Limited. ARM DDI 0234A (www.arm.com).
5. ARM Instruction Set. Quick Reference Card (www.arm.com).
6. Thumb Instruction Set. Quick Reference Card (www.arm.com).
7. 80C51 Family Derivatives 8XC552/562 Overview. Philips Semiconductors, 1996 Aug 06, (www.semiconductors.philips.com/acrobat/various/8XC552_562OVERVIEW_2.pdf). ©

Продолжение следует

Новости мира News of the World

Fairchild выпустил самый компактный р-канальный MOSFET

Компания Fairchild Semiconductor выпустила МОП-транзистор FDZ191P, который, по словам представителей компании, является самым компактным р-канальным МОП-транзистором. По термическим и электрическим характеристикам он пригоден для преобразования электроэнергии, зарядки и управления электрической нагрузкой в низковольтной (менее 20 В) переносной электронике. Он найдёт применение в сотовых телефонах, цифровых камерах, MP3-плеерах, медицинских приборах и других переносных изделиях.

Новое устройство превосходит большинство силовых МОП-транзисторов для низковольтных систем. FDZ191P выпускается в корпусе WL-CSP, обеспечивающем тепловое сопротивление 83°C/Вт и низкое сопротивление в открытом состоянии (67 мОм при 4,5 В).

Размеры корпуса составляют 1 × 1,5 × 0,65 мм. Благодаря этому FDZ191P занимает на 30% меньше места на плате, чем аналоги. Небольшая высота (0,65 мм) поможет уменьшить толщину готового изделия. Минимальное напряжение составляет 1,5 В, что очень важно для систем энергораспределения.

Новый транзистор соответствует всем «зелёным» стандартам, а также RoHS. Кроме того, он удовлетворяет требованиям IPC/JEDEC стандарта J-STD-020C или превосходит их.

www.e7e.ru

Одновольтный ОУ от National Semiconductor

Корпорация National Semiconductor расширила ряд своих низковольтных маломощных ОУ, выпустив модель LMV951. Новый усилитель работает при напряжении 1 В, обеспечивает выходной сигнал с размахом, равным напряжению питания, и поддерживает работу на более высоких частотах, чем все остальные серийные усилители. Широкий диапазон частот и низкое энергопотребление делают его очень удобным для использования в сотовых телефонах, переносных медицинских и измерительных приборах, а также в другой мобильной электронике.

Согласно пресс-релизу, LMV951 является единственным 1-В ОУ, который работает с частотами до 2,7 МГц и

обеспечивает стабильность при работе с емкостной нагрузкой 500 пФ. Он также отличается низким уровнем шума (25 нВ/Гц^{1/2}) в температурном диапазоне -40...+125°C. Коэффициент ослабления синфазного сигнала (CMRR) и коэффициент подавления пульсаций по напряжению (PSRR) составляют по 80 дБ. Благодаря перечисленным характеристикам усилитель пригоден для применения в системах, требующих высокого усиления и производительности.

ОУ LMV951 работает при напряжении питания от 1 до 3 В. На выходе установлен буфер, делающий усилитель независимым от омических нагрузок, что повышает линейность усиления и сокращает смещение.

www.e7e.ru

Крошечные дельта-сигма-АЦП

Корпорация Linear Technology выпустила четырёхканальный дельта-сигма-АЦП LTC2492, который имеет встроенный температурный датчик и отличается нестандартной конструкцией. Архитектура Easy Drive ведёт к нулевому среднему току на дифференциальном входе. Это позволяет измерять параметры источников питания с высоким значением импеданса без использования внутреннего буфера. Эта запатентованная технология упрощает конструкцию схем предварительной обработки сигнала и позволяет управлять преобразователем напрямую посредством шунта, термодар и датчиков с высоким полным сопротивлением. Входные сигналы могут быть легко оцифрованы с максимальной интегральной нелинейностью 2 ppm.

LTC2492 включает в себя высокоточный температурный датчик с разрешением 1/30°C и абсолютной точностью 2°C. АЦП преобразует сигнал датчика или входного мультиплексора, который может быть настроен на четыре несимметричных канала, два дифференциальных или один несимметричный и один дифференциальный.

Кроме LTC2492 Linear Technology также выпускает 16-разрядный АЦП LTC2488, совместимый по конфигурации выводов. Обе модели производятся в корпусе DFN-14 (4 × 3 мм) и рассчитаны как на коммерческий, так и на промышленный диапазоны температур.

www.e7e.ru

Использование транзисторов BIMOSFET™ в схемах с высоким рабочим напряжением

Наджим Хамзин (Москва)

Статья описывает транзисторы BIMOSFET™ и сравнивает их с транзисторами других типов. Приводится множество электрических характеристик, позволяющих оценить и сравнить работу транзистора в статическом и динамическом режимах. Даны примеры практической реализации высоковольтных применений транзисторов BIMOSFET™ с подробным описанием схем и рекомендациями по их использованию.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует большое количество приложений, которые требуют использования надёжных и эффективных транзисторных ключей, работающих при высоких напряжениях. Функциональность и эксплуатационные характеристики этих устройств можно было бы повысить за счёт использования оптимального по характеристикам полупроводникового прибора – транзисторного ключа с более высоким рабочим напряжением и высокой рабочей частотой повторения в импульсном режиме. В приложениях силовой электроники доминируют два типа транзисторных ключей – MOSFET и IGBT. Примерами могут служить различные схемы строчной развёртки в телевизионном оборудовании, радарные импульсные модуляторы, цепи разряда с использованием конденсаторов, твердотельные реле, источники резервной мощности для тягового оборудования и другие высоковольтные импульсные источники электропитания. В редких случаях можно найти

подходящий MOSFET-транзистор с напряжением запирания выше 1000 В и удовлетворительно низким значением сопротивления в открытом состоянии $R_{DS(on)}$. В перечисленных схемах иногда приходится соединять MOSFET-транзисторы в параллельные и последовательные цепи, чтобы выполнить требования по рабочему напряжению и току (при ограниченных значениях пробивного напряжения $V_{DS(br)}$ и сопротивления $R_{DS(on)}$).

Корпорация IXYS разработала новый IGBT-транзистор на гомогенной основе с прямым током 40 А и напряжением пробоя 1600 В, чтобы восполнить потребность в более высоковольтном полупроводниковом ключе. Однако высоковольтные IGBT-транзисторы, хотя и характеризуются наилучшими значениями напряжения сток-исток и сопротивления в открытом состоянии, оказываются слишком медленными для некоторых приложений. Новое семейство высоковольтных транзисторов BIMOSFET™ той же фирмы объединяет в себе преимущества MOSFET- и

IGBT-транзисторов, а также удовлетворяет растущим потребностям в высоковольтных полупроводниковых приборах [1].

Чтобы дать подробное описание семейства транзисторов BIMOSFET™, ниже рассматриваются их внутренняя структура и электрические характеристики, а также приводится сравнительный анализ с родственными структурами транзисторов MOSFET и IGBT. Кроме того, рассмотрена одна из распространённых схем обратного преобразователя в качестве внутреннего источника питания драйвера, управляющего затвором IGBT-транзистора в инверторе, и представлены некоторые разработки источников электропитания радарных передатчиков и импульсных модуляторов [2] с использованием транзисторов BIMOSFET™. Разумный выбор резонансного способа регулирования методом ZVS/ZCS, объединённый с контролем потребления тока, позволяет проектировать источники электропитания, обладающие преимуществами при работе с СВЧ-приборами: ЛБВ, клистроны и магнетронами. Те же самые подходы можно использовать и для того, чтобы строить высоковольтные источники электропитания для множества других применений.

ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА ТРАНЗИСТОРОВ BIMOSFET™

Обычную структуру MOSFET- и IGBT-транзисторов принято называть DMOS-структурой (МОП-структура, изготовленная методом двойной (двукратной) диффузии). Такая структура состоит из слоя эпитаксиального кремния, выращенного на поверхности толстого слоя кремниевой подложки с малым сопротивлением (рис. 1а). Однако при напряжениях более 1200 В толщина n-слоя кремния, требуемая для поддержания высокого напряжения запирания, становится чрезмерной, что делает

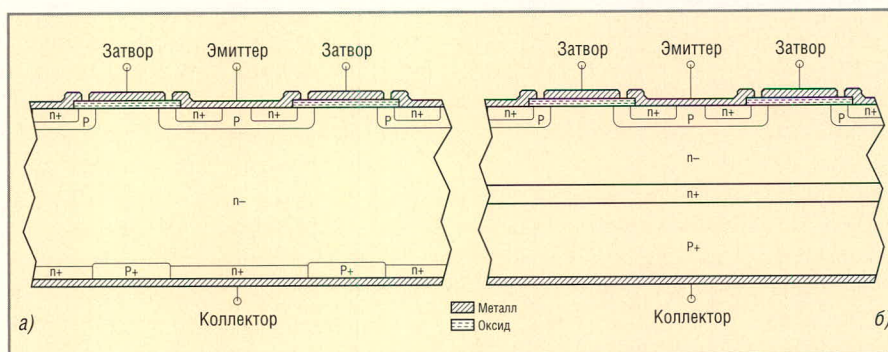


Рис. 1. Сравнение неэпитаксиальной структуры BIMOSFET™ (а) и эпитаксиальной структуры IGBT (б)

более привлекательным и менее дорогостоящим использование неэпитаксиальной структуры, приведённой на рис. 16. Этот тип структуры также известен как «однородная структура» (Homogeneous Base), или NPT (Non Punch Through – гомогенная структура).

Как было сказано выше, транзисторы BIMOSFET™ являются полупроводниковыми приборами, которые объединили в себе особенности транзисторов MOSFET и IGBT [1]. Согласно рис. 1а, транзистор BIMOSFET™ имеет типичную для IGBT р–п–р–п-структуру, но в то же время следует отметить, что в структуре сформировано соединение слоя n+ с коллектором для уменьшения усиления по току р–п–р-транзистора и, следовательно, для контроля за поведением транзистора при его выключении. Однако в такой структуре присутствует «свободный» паразитный диод между эмиттером и коллектором, ничем не отличающийся от аналогичного в MOSFET-транзисторе, благодаря которому и появилось название «транзистор серии BIMOSFET™». Поведение BIMOSFET™-транзистора при выключении определяется величиной контакта слоя n+ с коллектором. Для того чтобы внутренний диод мог быть использован при работе схемы и не создавал проблемы при переключении напряжения dV/dt , продолжительность жизни неосновных носителей должна быть уменьшена. В результате имеем силовой транзистор, который можно легко оптимизировать как для высоких, так и для низких частот переключения путём вариации величины соединения с коллектором наряду с установлением необходимого значения продолжительности жизни неосновных носителей.

Для многих схемных приложений электрические характеристики внутреннего паразитного диода не являются оптимальными, а именно, слишком велико прямое падение напряжения и заряд обратного восстановления или избыточна мощность рассеяния. Для устранения этих недостатков был разработан новый производственный процесс с целью исключения внутреннего паразитного диода без потери преимуществ, предоставляемых коллекторным контактом. Первым представителем семейства с блокированным

паразитным диодом является транзистор BIMOSFET™ типа IXLH45N160 с напряжением запирания 1600 В, предназначенный для приложений с большим импульсным током. Этот полупроводниковый прибор имеет минимальное напряжение насыщения (3,5 В при $I_C = 30$ А). Скорость его переключения зависит от качества контакта с коллектором: увеличение сопротивления контакта приводит к повышению напряжения насыщения из-за потерь проводимости, но скорость переключения при этом растёт.

В настоящее время разработаны два типа транзисторов семейства BIMOSFET™: стандартный, управляемый как обычный IGBT-транзистор с уровнем напряжения на затворе $V_{GE} = 15$ В и тип G, управляемый как MOSFET-транзистор с теми же самыми уровнями напряжения на затворе. Статическое и динамическое поведение обоих типов транзисторов идентично.

Рассмотрим требования к схеме управления затвором для обоих типов транзисторов.

Для стандартного типа резистор в затворе и уровень напряжения на нём оказывают существенное влияние на общие потери в силовом ключе. Установлено, что, как правило, последовательно включённый с затвором резистор сопротивлением меньше 30 Ом имеет тенденцию увеличивать паразитные колебания, в то время как при установке резистора сопротивлением выше 50 Ом увеличиваются главным образом потери на включение. Поэтому транзистор BIMOSFET™ IXBH9N160 работает лучше всего при затворном напряжении 15 В и при использовании в нём резистора сопротивлением от 30 до

50 Ом. Для достижения полной проводимости в драйвере затвора необходим уровень 15 В, потому что пороговое напряжение открывания транзистора 6 В соотносится с аналогичным параметром МОП-транзистора.

Для транзисторов типа G пороговое напряжение открывания обычно составляет примерно 4 В и, таким образом, ниже, чем для транзисторов стандартного типа. Благодаря этому можно включить такой полупроводниковый прибор, используя уровень напряжения открывания драйвера затвора 10 В. Таким образом, данный транзистор семейства BIMOSFET™ может заменить, например, обычный MOSFET-транзистор на напряжение 1000 В в обратномходовом преобразователе. Благодаря высокому напряжению стока (1400...1600 В) ёмкость демпфирующего устройства (Snubber) может быть уменьшена или даже исключена вовсе. Обозначения полупроводниковых BIMOSFET™ приборов типа G оканчиваются литерой «G»: IXBF9N140G и IXBF9N160G.

Характеристики некоторых транзисторов BIMOSFET™ приведены в табл. 1.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНЗИСТОРОВ В СТАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Предполагается, что транзисторы серии BIMOSFET™ должны найти применение как в высоковольтных ключевых схемах, так и схемах с повышенной рабочей частотой переключения (выше, чем у высоковольтного IGBT-транзистора). Таблица 2 позволяет сравнить электрические характеристики транзистора IXBH40N160 серии BIMOSFET™ с ха-

Таблица 1. Перечень транзисторов BIMOSFET™

Тип	V_{CES} , мин., В	V_{CESat} при 25°C, макс., В	I_C , А, при 25°C	t_r , нс	t_f , нс	Уровень напряжения на затворе, В	Корпус
IXBH9N140 IXBH9N160	1400 1600	7	9	60	40	15	T0247
IXBH9N140G IXBH9N160G	1400 1600	7	9	200	70	10	T0247
IXBF9N140G IXBF9N160G	1400 1600	7	7	200	70	10	i4-Pac™
IXBH15N140 IXBH15N160	1400 1600	7	15	60	40	15	T0247
IXBH20N140 IXBH20N160	1400 1600	6,5	20	60	40	15	T0247
IXBH40N140 IXBH40N160	1400 1600	7,1	28	60	40	15	T0247
IXBF40N140 IXBF40N160	1400 1600	7,1	28	60	40	15	i4-Pac™

характеристиками MOSFET-транзистора на 1000 В (IXFH12N100) и IGBT-транзистора на 1200 В (IXSH35N120A). Более подробные технические характеристики транзисторов приведены в технической документации (Datasheet), которая может быть получена на сайте производителя рассматриваемых полупроводниковых транзисторов или на сайте <http://www.alldatasheet.com>. Все три полупроводниковых компонента построены с использованием кремниевого кристалла одного размера (7,11 × 8,64мм). Полученные в результате эксперимента сравнительные данные вполне корректны, потому что конкурирующие компоненты оценивались при достаточно низких значениях рабочих напряжений.

При рассмотрении табл. 2 можно заключить следующее:

- пороговое напряжение открывания V_{DSS} транзистора BIMOSFET™ является самым высоким из всех, но величина заряда затвора $Q_{g(on)}$ сопоставима с аналогичным параметром сравниваемых компонентов. Это достигается благодаря относительно низкому значению ёмкости затвора. Для определённых приложений высокое пороговое напряжение открывания транзистора можно рассматривать как преимущество (особенно в электрических схемах с большим уровнем помех);
- проводимость и импульсное значение тока в проводящем состоянии

транзистора BIMOSFET™ ниже, чем у IGBT, что заставляет делать выбор в пользу последнего при работе на низких частотах переключения. Чтобы выдержать испытание на короткое замыкание при более высоких напряжениях, требуется ограничение тока за счёт низкой проводимости. Таким образом, появляется возможность использования BIMOSFET™ в схемах, где требуется устойчивость к данному типу аварии. Для обеспечения более высоких импульсных значений тока необходимо иметь напряжение 15 В на затворе с целью достижения надлежащей проводимости. С точки зрения потерь в открытом состоянии присутствует существенная разница. При рабочем токе 2 А и уровне напряжения на затворе 15 В, MOSFET имеет величину падения напряжения сток-исток 18 В, а транзистор серии BIMOSFET™ только 4 В. Это приводит к уменьшению потерь проводимости в 4,5 раза. Из рассмотрения документации на транзисторы также можно сделать вывод о том, что более высокую допустимую нагрузку по току имеет BIMOSFET™, который может легко обеспечить протекание тока более 28 А, по сравнению с MOSFET, имеющим ограниченное значение тока на уровне 12 А;

- согласно типовым выходным характеристикам BIMOSFET™ при 125°C, его значение $V_{CE(sat)}$ выше, чем у IGBT, но падение напряжения

в открытом состоянии при токе 20 А составляет всего лишь 15% от аналогичной величины MOSFET-транзистора на 1000 В при равных размерах кремниевого кристалла. В действительности величина $V_{CE(sat)}$ для MOSFET-транзистора с напряжением 1500 В увеличилась бы ещё больше – в 2,4 раза;

- температурный коэффициент характеристик транзисторов BIMOSFET™ V_{CES} и $V_{CE(sat)}$ положительный. Характеристика прямого падения напряжения на внутреннем паразитном диоде V_F также имеет положительный температурный коэффициент. Изменение величин V_{CES} и $V_{GE(th)}$ с ростом температуры такое же, что и у IGBT-транзисторов. Однако следует отметить, что так как характеристики $V_{CE(sat)}$ и V_F имеют положительный температурный коэффициент, транзисторы BIMOSFET™ будет намного легче соединять параллельно, чем IGBT-транзисторы, которые требуют очень тщательного согласования, гарантирующего равное распределение тока в коллекторе при параллельном включении транзисторов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНЗИСТОРОВ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Транзистор IXBH40N160 (как и все транзисторы BIMOSFET™) действительно обладает исключительными динамическими характеристиками для полупроводниковых приборов, рассчитанных на рабочие напряжения до 1600 В. Его полное время включения при работе на резистивную нагрузку с установленным в затворе сопротивлением 5 Ом составляет обычно 245 нс. При рассмотрении работы транзистора BIMOSFET™ на индуктивную нагрузку с коммутацией тока 20 А при фиксированном уровне напряжения запираания 1000 В в условиях повышенной температуры 125°C можно заключить следующее. Присутствует относительно небольшой «хвостовой» ток, приводящий к энергии потерь $E_{(off)} = 2,4$ мДж, которая у IGBT на 50% больше. Сопротивление последовательного резистора затвора R_G прежде всего определяет скорость нарастания напряжения в коллекторе, которая увеличивается при уменьше-

Таблица 2. Сравнительные электрические характеристики транзисторов

Параметры	IXBH40N160 BIMOSFET™	IXSH35N120A IGBT	IXFH12N100 MOSFET
Статические			
V_{DSS} при 3 мА, В	1600	1200	1000
$V_{GE(th)}$ при 4 мА, В	5...9	4...8	2...4,5
$V_{CE(sat)}$, В (при токе, А)*	7 (25)	4 (35)	13,9 (6)
g_{FS} , С (при токе, А)	20 (25)	26 (35)	10 (6)
C_{ISS} (25 В), пФ	3275	3750	4000
C_{DES} (25 В), пФ	210	235	310
C_{RES} (25 В), пФ	28	60	70
$Q_{g(on)}$, нК	121	150	122
$I_{C(on)}$, А	110	170	48
Динамические (Tj = 125°C)			
$t_{d(on)}$ ($R_G = 5$ Ом), нс	50	80	21
t_{ri} , нс	195	150	33
t_{fi} ($R_G = 22$ Ом), нс	240	1100	32
E_{off} /А (960 В), мДж/А	0,12	0,26	0,04

* Температура 125°C

нии сопротивления и соответственно при этом уменьшается энергия потерь на выключение $E_{(off)}$.

Теперь следует отметить единственный недостаток транзисторов VIMOSFET™, который заключается в том, что не гарантируется работа без «защёлкивания», особенно при повышенных рабочих температурах. При температуре кристалла $T_J = 125^\circ\text{C}$ максимальное значение скорости нарастания напряжения dV/dt должно быть ограничено на уровне менее 10 В/нс с помощью резистора R_G или простой демпферной цепи. Безопасное выключение транзистора без применения такой цепи при импульсном значении тока выше 40 А требует установки резистора R_G с рекомендованным минимальным значением сопротивления 47 Ом. Однако следует помнить, что транзистор IXBH40N160 является только первым представителем семейства транзисторов VIMOSFET™ и ожидается дальнейшее улучшение их параметров, как это произошло с IGBT-транзисторами.

Зависимости, приведённые на рис. 2, демонстрируют частотный диапазон, в котором транзисторы VIMOSFET™ обладают преимуществом перед IGBT и MOSFET. До рабочих частот 8 кГц IGBT-транзисторы могут проводить большие значения тока. Выше этой границы инициативу перехватывают транзисторы серии VIMOSFET™, пока их потери на переключение не вынуждают передать эстафету на пределе 50 кГц транзисторам MOSFET. Однако исследования по улучшению характеристик продолжаются для всех транзисторов с полевым управлением, и в ближайшее время ожидается появление новых усовершенствованных полупроводниковых приборов. IGBT-транзисторы с гомогенной структурой действительно обладают врождёнными преимуществами, которые будут использованы для оптимизации работы с высоким рабочим напряжением и повышенной рабочей частотой переключения.

СТАНДАРТНЫЕ СХЕМЫ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Многие из предлагаемых ниже схем достаточно хорошо известны и успешно используются в приложениях силовой электроники, но следует пересмотреть некоторые из них с целью продемонстрировать достиже-

ние преимуществ за счёт использования высоковольтных транзисторных ключей. Одна из схем, которая находит всё большее распространение среди импульсных схем, – схема с разрядкой ёмкости, используемая в источниках питания лазеров, дефибрилляторов, точечных сварочных машинах и других подобных схемах. Для перечисленных приложений использование высокого напряжения является существенным преимуществом, так как энергия, запасённая в ёмкости, пропорциональна квадрату напряжения и получить быстрое время нарастания импульса тока в данном случае легче.

На рис. 3 показана типичная схема последовательного соединения двух IGBT-транзисторов, которая может быть использована для коммутации высоковольтного напряжения. Здесь необходимы следующие компоненты:

- выравнивающие резисторы по постоянному току R_s , необходимые в связи с разбросом токов утечки двух транзисторов;
 - импульсный трансформатор управления затворами транзисторов;
 - демпферные цепи R_c, C_s , подавляющие высокочастотные колебания напряжений, которые возникают при коммутации высоковольтного напряжения транзистором, а также уменьшающие импульсные токи при открывании высоковольтных транзисторов;
 - стабилитроны $Z1, Z2$, исключающие перенапряжения при переходных процессах в высоковольтных транзисторах;
 - резисторы R_g, R_e в цепи управления затвором высоковольтного транзистора, необходимые для согласования импульса на выходе трансформатора со входом транзистора.
- Восемь из перечисленных компонентов могут быть исключены при использовании только одного высоковольтного транзисторного ключа. К тому же изготовить импульсный трансформатор будет гораздо проще, так как вторичная обмотка в данном случае будет только одна. Для некоторых приложений импульсный трансформатор можно и вовсе исключить.

В некоторых случаях, когда транзисторный ключ не обеспечивает работу с требуемым значением тока, используется параллельное соединение транзисторов. При параллельном соединении как MOSFET, так и IGBT для

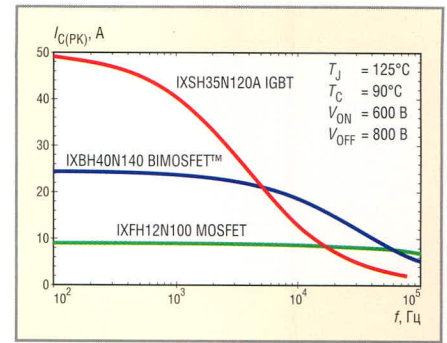


Рис. 2. Сравнение характеристик допустимой нагрузки по току BIMOSFET™ с IGBT на 1200 В и MOSFET на 1000 В

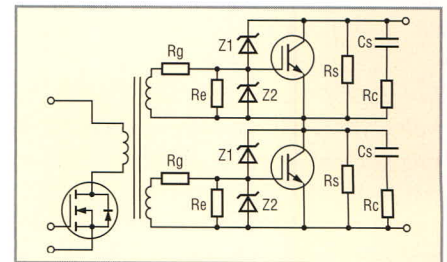


Рис. 3. Пример последовательного соединения транзисторов

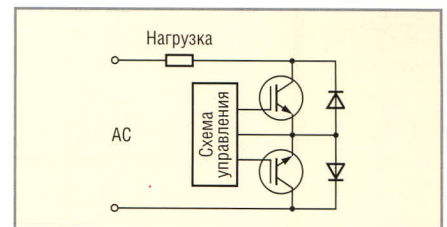


Рис. 4. Двунаправленный транзисторный ключ переменного тока

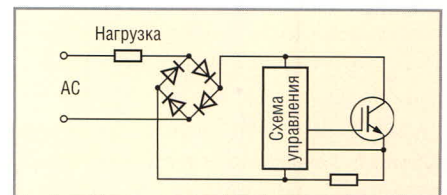


Рис. 5. Управление переменным током с использованием диодного моста

их удовлетворительной работы требуется выравнивание токов с помощью резисторов. Организовать параллельную работу транзисторов семейства VIMOSFET™ легче благодаря положительным значениям температурного коэффициента по напряжению как прямого падения напряжения на внутреннем паразитном диоде, так и напряжения насыщения транзистора.

Традиционно транзисторы используются как твердотельные переключатели переменного тока. Два возможных схемотехнических решения с использованием транзисторов показаны на рис 4 и 5. На первом из них

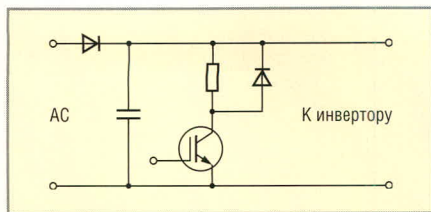


Рис. 6. Схема управления с динамическим торможением

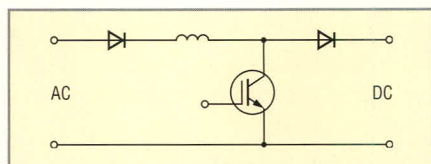


Рис. 7. Конфигурация повышающего инвертора

показано соединение двух транзисторов IXLH45N160 серии BIMOSFET™ с двумя высоковольтными диодами, в то время как во второй схеме используется один BIMOSFET™ совместно с диодным мостом. Обе схемы могут успешно использоваться при питающей сети переменного тока со среднеквадратическим значением напряжения 600 В и обеспечивают дополнительные функции точной регулировки и защиты по току. Нагрузочная способность по току схемы, приведённой на рис. 5, выше, так как ток делится между двумя транзисторами. Она также является более эффективной, так как ток протекает только через один из диодов. Преимуществом второй схемы является относительно невысокая стоимость из-за использования только одного транзистора.

Далее рассмотрим схемы с использованием тех же транзисторов, приведённые на рис. 6 и 7. Здесь показаны два варианта приложений, кото-

рые всё чаще используются в последнее время при построении силовых цепей, а именно: схема управления двигателем переменного тока с динамическим торможением и повышающие инверторы. Благодаря высокому быстродействию и возможности BIMOSFET™ работать при высоких рабочих напряжениях любой разработчик может без особых усилий спроектировать эти схемы на рабочем напряжении со среднеквадратическим значением 600 В или получить на выходе второй схемы выпрямленное напряжение 1200 В.

ОБРАТНОХОДОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В СХЕМЕ ВНУТРЕННЕГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДРАЙВЕРОВ ЗАТВОРОВ IGBT

Одним из распространённых применений обратного преобразователя является внутренний источник питания драйвера, управляющего затвором IGBT-транзистора в инверторе [3]. Существенным требованием к транзисторному ключу обратного преобразователя, используемого в инверторе для управления двигателями, является высокое напряжение пробоя наряду с высокой скоростью переключения. Для уменьшения доминирующих динамических потерь следует иметь минимальные значения энергии потерь на включение и выключение. Основными преимуществами BIMOSFET™ являются минимальное значение потерь при включении и наименьшие потери проводимости. При проведении сравнительного анализа полной энергии потерь MOSFET и BIMOSFET™ легко

выяснить, что последние имеют полные потери на 35% меньше.

Обратноходовой преобразователь относится к одному из простейших типов преобразователей напряжения. В него входит минимальное количество компонентов: транзисторный ключ, трансформатор, диод и два конденсатора. Энергия в данном типе преобразователя запасается в индуктивном компоненте или, как частный случай, в зазоре магнитного сердечника. В период времени, когда транзисторный ключ находится в открытом состоянии, ток первичной обмотки линейно нарастает и происходит запасание магнитной энергии в сердечнике. Далее транзисторный ключ закрывается, и начинается цикл передачи энергии в нагрузку через диод. Диапазон выходной мощности для данного типа преобразователя ограничен величиной 300 Вт. К преимуществам данной схемы относятся возможность варьирования коэффициента передачи по напряжению в широких пределах, а также возможность подключения нескольких вторичных обмоток для организации многоканального питания. Помимо этих преимуществ, здесь присутствует гальваническая развязка между входом и выходом преобразователя. Недостатками данной схемы являются необходимость выбора транзисторного ключа с высоким напряжением запирания и наличие электромагнитных помех, возникающих при использовании трансформатора с воздушным зазором. Также следует отметить, что обратноходовой преобразователь не будет функционировать должным образом без нагрузки или петли обратной связи, так как в противном случае выходное напряжение превысит допустимые значения и это может привести к выходу из строя транзистора.

Как было сказано выше, одним из стандартных применений обратноходового преобразователя является внутренний источник питания драйвера затвора IGBT-транзистора в инверторной схеме. Использование данного схемного приложения налагает строгие требования, которые могут быть удовлетворены за счёт использования топологии обратноходового преобразователя. Затенённая часть рис. 8 включает преобразователь и схему мягкого старта, интегрированную в схему управления затво-

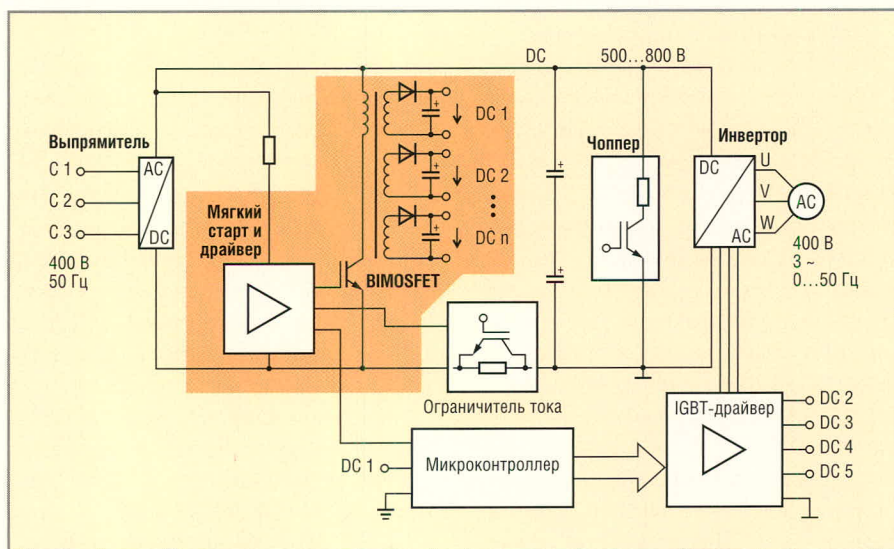


Рис. 8. Инвертор

ром транзистора BIMOSFET™. Внутренний источник питания может быть построен очень экономично, всего из нескольких компонентов. В данной схеме выпрямленное напряжение питания конвертора не стабилизировано и изменяется в достаточно больших пределах. Во время зарядки фильтрующих конденсаторов питания внутренний источник питания должен работать надлежащим образом при пониженном значении питающего напряжения. При торможении двигателя возникает обратная ситуация – напряжение питания может достигать 750 В. Выходное напряжение обратноходового преобразователя может легко регулироваться путём изменения рабочего цикла управляющих импульсов в затворе транзистора BIMOSFET™. Все необходимые изолированные выходные напряжения могут быть обеспечены требуемым количеством отдельных вторичных обмоток, например, напряжение 5 В – для питания микроконтроллера, ±15 В – для датчиков тока, общее питание +15 В – для драйверов управления нижними IGBT-транзисторами и три отдельных напряжения +15 В – для питания драйверов верхних IGBT.

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к транзисторному ключу. Существенным требованием к транзисторному ключу обратноходового преобразователя в инверторах управления двигателями является высокое напряжение запирающего. В обратноходовом преобразователе максимальное значение напряжения на транзисторном ключе примерно равно удвоенному значению напряжения питания. Следовательно, минимальная величина напряжения пробоя транзистора должна быть выше этого напряжения. Для стандартных инверторов, управляющих двигателями при питающем напряжении сети 400 В, выпрямленное напряжение шины может достигать значений 750 В в режиме торможения двигателя. В данной ситуации следует определить требуемую величину напряжения запирающего транзистора как минимум в 1600 В.

Обратноходовые преобразователи работают при номинальных частотах преобразования в пределах 50...100 кГц. Для минимизации доминирующих динамических потерь следует стремиться к снижению

энергии потерь на включение и выключение ключевых элементов. Одним из очевидных способов снижения потерь на переключение является сокращение времени перехода транзистора в выключенное или включенное состояния. Другим хитрым способом снижения или даже исключения потерь на включение в обратноходовых схемах является совмещение моментов включения транзисторного ключа и спада тока в выходном диоде (прерывистый режим работы). В данном случае необходим защитный интервал времени (Dead time) перед началом следующего рабочего цикла. Неоспоримым преимуществом данного способа построения обратноходового преобразователя является возможность использования транзистора меньших габаритов, экономия мощности, потребляемой от источника питания, снижение потерь коммутации, в том числе на выходном диоде. Перечисленные преимущества также позволяют повысить частоту коммутации с целью уменьшения габаритов индуктивных компонентов.

Используя исключительные свойства транзисторов серии BIMOSFET™, можно построить эффективные источники электропитания, рассчитанные на большие токи и напряжения, с превосходной регулировочной характеристикой и низкими пульсациями, которые идеально подходят для передающих устройств радиолокационных станций [2]. Также могут быть реализованы жёсткие конструктивные и электрические требования к импульсным модуляторам для радаров.

ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

Основными узлами мощных передающих устройств радиолокационных станций (РЛС) являются: высоковольтный источник электропитания, импульсный модулятор и СВЧ-прибор (ЛБВ, магнетрон и т.п.). Знания и опыт в области создания мощных высоковольтных модуляторов и источников питания, к сожалению, сокращаются, как сокращается и число поставщиков передающих устройств. Данная ситуация во многом связана с достаточно серьёзными проблемами, которые приходится решать при создании радиопередающего устройства. Концентрация

огромных мощностей (до 10 кВт для бортовой радиопередающей системы летательных аппаратов) в ограниченном объёме при жёстких требованиях к массе и габаритам многократно усложняет работу по созданию схемно-конструктивных решений и обязывает принимать дополнительные меры по обеспечению электрической прочности, установке дополнительных схем защиты и резервирования, а также по эффективному отводу тепла. При этом некоторые требования, как правило, противостоят друг другу (например, требования к габаритам и системе охлаждения), что также повышает сложность решаемых задач. Невыполнение перечисленных требований и мероприятий ведёт к существенному ухудшению рабочих характеристик аппаратуры, КПД, показателей надёжности и, как следствие, уменьшению срока службы.

В каждой импульсной РЛС присутствует передатчик с импульсным модулятором, в котором используются СВЧ-приборы, для каждого из которых требуется источник электропитания, формирующий стабильное высоковольтное напряжение с минимальными пульсациями и большим значением импульсного тока. Для импульсных модуляторов и источников сверхвысокого напряжения использование транзисторов BIMOSFET™ даёт определённые преимущества.

Существует два основных требования к конструкции РЛС:

- наличие высоковольтного источника электропитания с большим значением импульсного тока, требуемым значением регулировки и низкой величиной пульсаций, обеспечивающего защиту по току и напряжению;
- наличие импульсного модулятора.

Ниже описаны новые схемотехнические решения высоковольтного источника электропитания с большим импульсным током, которые позволяют конструировать эффективное, помехоустойчивое, лёгкое оборудование с применением современных силовых полупроводников и магнитных компонентов и использующее резонансные способы переключения при нулевом напряжении (ZVS).

Использование метода ZVS имеет следующие преимущества [4]:

- гарантируется переключение без потерь;

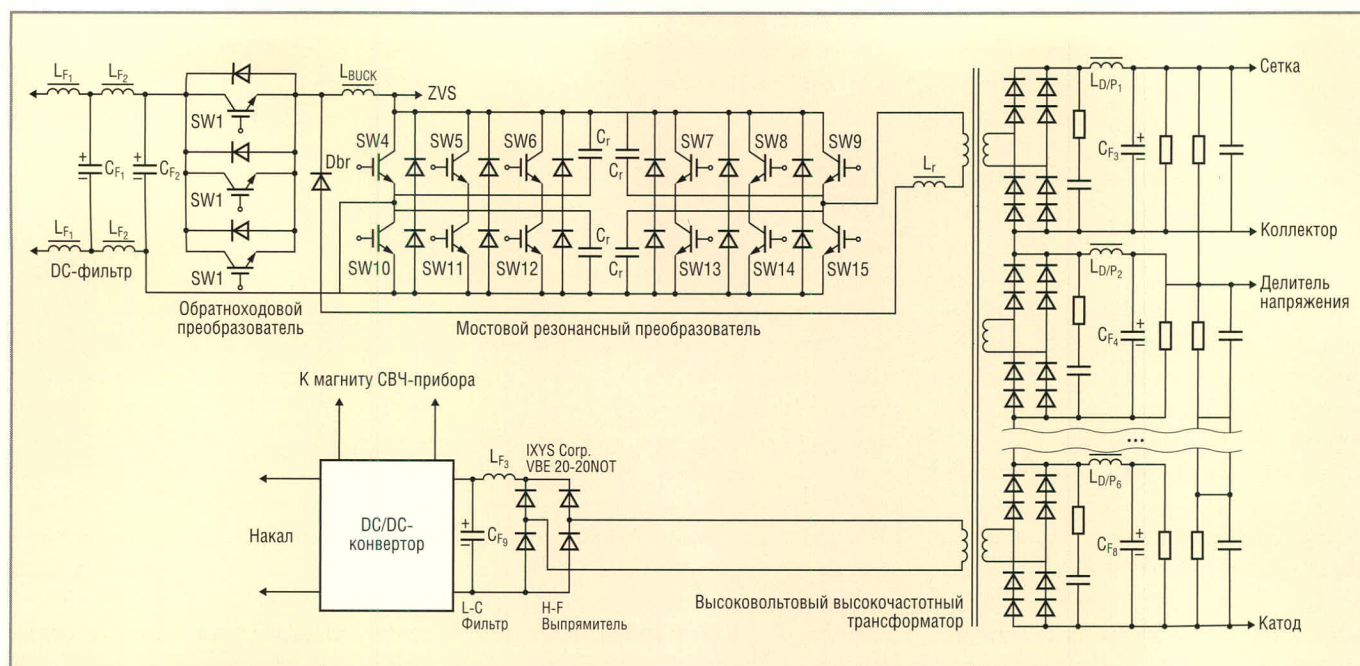


Рис. 9. Схема эффективного высоковольтного источника электропитания СВЧ-приборов мощных радиолокационных передатчиков

- обеспечивается отсутствие больших импульсных токов;
- большая эффективность для высоких значений постоянного входного напряжения сети;
- снижение требований к драйверу затвора из-за отсутствия эффекта Миллера;
- защита от коротких замыканий.

В предложенном уникальном преобразователе метод ZVS объединён с режимом управления по току, обеспечивая тем самым дополнительные преимущества. На рис. 9 показана схема с управлением по току с использованием ZVS-резонансного способа переключения преобразователя на фиксированной частоте. При этом в первичной обмотке высоковольтного высокочастотного трансформатора сформирован чистый синусоидальный сигнал. Для обеспечения высокой выходной мощности использована мостовая схема. Транзисторы VIMOSFET™ соединены параллельно, поскольку достаточно легко равномерно распределить токи между ними благодаря положительному температурному коэффициенту напряжений V_{CE} и V_F в самих транзисторах и в антипараллельных диодах. Синусоидальная форма сигнала фиксированной частоты на выходе преобразователя позволяет проектировать оптимальный трансформатор для работы с высокими рабочими частотами и высокими напряжениями. Также можно построить полную конфигурацию мостового преобразователя,

который питается от мостовой схемы выпрямления на тиристорах. На выходе такого преобразователя стоит LC-фильтр и один дополнительный дроссель. В результате образуется источник постоянного тока.

Благодаря чистому синусоидальному сигналу фиксированной частоты, в данных преобразователях EMI/RFI-излучение минимально и минимально же воздействие на активные и пассивные компоненты. Математический анализ становится более простым и предсказуемым. Преимуществом данного подхода является возможность работы силовой части в режиме источника тока, управляемого напряжением. Результирующие преимущества данного подхода с точки зрения работы с СВЧ-приборами объясняются ниже.

Высокочастотный источник тока для питания анодов имеет очень низкое значение запасённой энергии и обеспечивает автоматическое ограничение тока даже при замкнутой нагрузке. Таким образом, подведение мощности к СВЧ-прибору может быть приостановлено в течение нескольких микросекунд после обнаружения неисправности путём выключения сигнала управления затворами транзисторов VIMOSFET™.

Хотя СВЧ-приборы способны поставить киловатты микроволновой мощности к антенне, сами они не могут поглотить (рассеять) даже малую часть от этой величины. Следовательно, в нашем случае имеется потребность в

специально разработанном источнике электропитания с низким уровнем запасённой энергии, которая не сможет повредить сам СВЧ-прибор даже при возникновении неисправности.

В обычных схемах контроль мощности осуществляется за счёт регулирования тока через индуктивный компонент, вследствие чего время отклика увеличивается до нескольких секунд по сравнению с миллисекундами в представленных к рассмотрению схемах.

При использовании данного подхода даже в момент образования пробоя СВЧ-прибора выходное напряжение не может увеличиться, и значение тока может быть снижено до приемлемого уровня без потребности активизировать другие механизмы отключения.

Чтобы должным образом управлять источником напряжения накала, установлен дополнительный DC/DC-преобразователь с необычным управлением, которое позволяет задавать ток накала в зависимости от тока анода. Если этого не делать, то любой источник напряжения накала с примитивным управлением может привести к отказу СВЧ-прибора вследствие сдвига частоты или температурного перегрева или может вызвать неправильную эмиссию нити накала. Также следует отметить, что даже при питании нити накала от того же самого мощного высоковольтного источника через дополнительный DC/DC-преобразователь постоянного тока,

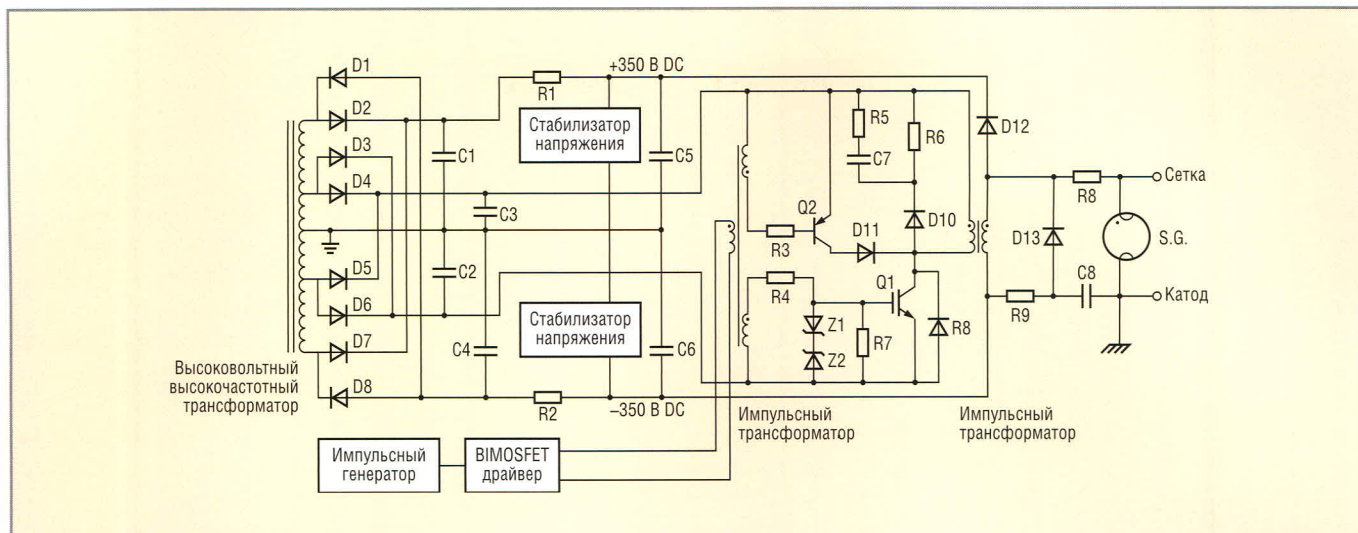


Рис. 10. Импульсный модулятор

им можно управлять с целью достижения гибкой регулировки тока нити накала. При оптимальном токе нити накала спектр выходного RF-сигнала СВЧ-прибора чистый с минимальными внеполосными спектральными составляющими.

Ещё одно эксплуатационное удобство, предлагаемое этим вариантом источника электропитания с режимом стабилизации по току, состоит в

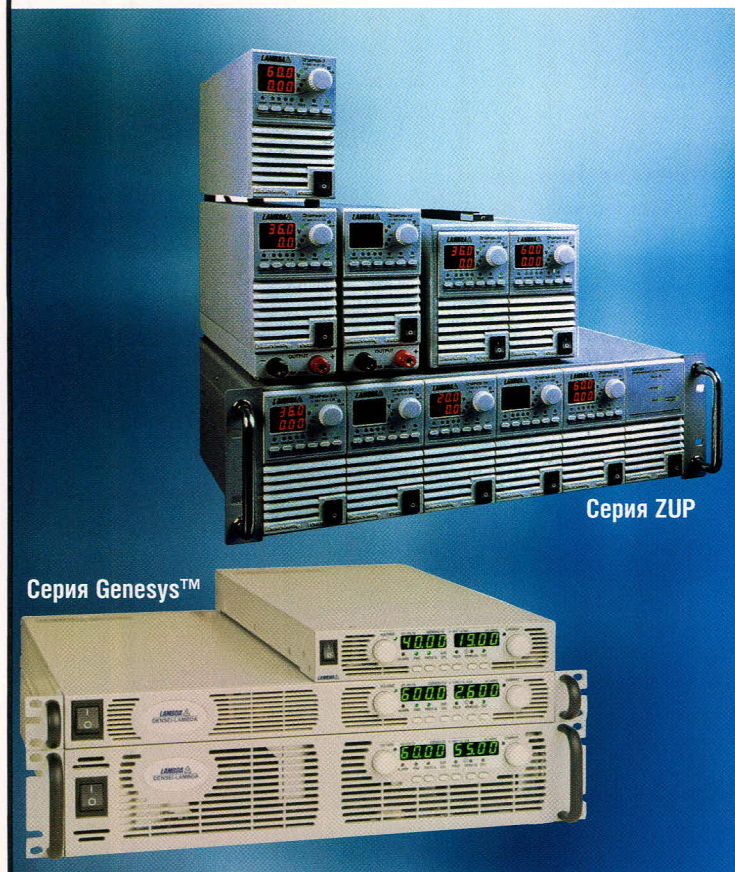
том, что он позволяет пользователю исследовать различные рабочие характеристики магнетронов. Предполагается, что напряжение анода, ток анода и ток индуктивного компонента могут быть независимо отрегулированы таким образом, что будет достигнута желаемая рабочая точка. Схема источника тока может также допустить использование постоянного магнита вместо электромагни-

та, что позволяет уменьшить его массу и габариты.

На рис. 10 показана схема радиолокационного импульсного модулятора, демонстрирующая ещё одно применение транзистора IXBH9N140 серии BIMOSFET™ в качестве быстродействующего ключа. Время нарастания управляющего импульса ограничено только ключом Q1, который является транзистором BIMOSFET™ с

LAMBDA

Программируемые источники питания – МОЩЬ И ИНТЕЛЛЕКТ



Серия ZUP

Серия Genesys™

Серия ZUP (Zero-Up)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB по заказу)
- Универсальный вход 85-265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка

Серия Genesys™

- Выходная мощность 750/1500/3300 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB IEEE488/488.2 SCP1 по заказу)
- Выходные напряжения до 600 В, ток нагрузки 400 А
- Конфигурирование посредством внешнего напряжения/тока и ПО
- Драйверы LabView и LabWindows
- Высота 1U и 2U

Применения ZUP и Genesys™

- Автоматическое испытательное оборудование
- Управление технологическими процессами
- Электротермотренировка полупроводниковых изделий
- Лазеры

PROSOFT®

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

превосходными характеристиками переключения, и импульсным трансформатором на ферритовом сердечнике, который должен быть разработан с минимальными значениями индуктивности рассеяния и паразитной ёмкости. Диоды D1 – D8 образуют два двухполупериодных выпрямителя, формируя выпрямленные напряжения $+V_e$ и $-V_e$ относительно центральной точки. Так как ЛБВ имеют значительную чувствительность фазы управляющего электрода (почти 4,5 град/В), пульсации плохо отфильтрованного питающего напряжения постоянного тока в схеме импульсного модулятора могут вызвать изменения фазы, которые нарушают работу РЛС в режиме селекции движущихся целей. Уровень напряжения питания требуется поддерживать стабильным от импульса к импульсу, и по этой причине в модуляторе использованы линейные параллельные стабилизаторы. Генератор формирует импульсы с очень короткими фронтами и срезами, его длительность зависит от конкретного приложения и может варьироваться, скажем, от 200 нс до 10 мкс. Частота повторения импульсов может быть в пределах 5...20 кГц. Длительности фронтов и срезов выходных импульсов на управляющем электроде ЛБВ могут приблизительно составлять 100 нс.

Схема драйвера транзистора BIMOSFET™ обеспечивает необходимое значение амплитуды напряжения перед подачей импульса на трансформатор, выполненный на ферритовом сердечнике. Импульсный трансформатор должен быть разработан тщательным образом, так как его паразитные параметры будут участвовать в формировании выходных импульсов. Выход трансформатора соединён с затвором транзистора Q1 серии BIMOSFET™ через резистор R4, величина которого определяется требуемым временем нарастания импульса. Сопротивление резистора R7 может приблизительно составлять 10 кОм. В конце управляющего импульса третичная обмотка импульсного трансформатора включает р–п–р-биполярный высоковольтный быстродействующий транзистор Q2, который заряжает паразитную ёмкость следующего импульсного трансформатора. После этого индуктивность рассеяния следующего импульсного трансформа-

тора разряжается через диод D10, резисторы R6 и R5 и конденсатор C7. С выхода второго импульсного трансформатора импульс поступает на управляющий электрод СВЧ-прибора. Присутствие полупроводникового ключа Q2 помогает поддерживать время спада импульса не хуже времени нарастания. Защитные стабилитроны Z1 и Z2 имеют уровень напряжения стабилизации 18 В и мощность рассеяния 1 Вт. Они служат для защиты затворов полупроводниковых ключей от возникающих перенапряжений в ходе работы второго импульсного трансформатора.

Транзистор IXBN9N140 серии BIMOSFET™ имеет время нарастания 60 нс и время спада 40 нс при индуктивной нагрузке $L = 100$ мкГн, температуре кристалла $T_j = 125^\circ\text{C}$, уровне напряжения в затворе $V_{GE} = 15$ В и при сопротивлении последовательно включенного с затвором резистора 10 Ом. Схема, состоящая из элементов R9, C8 и D13, позволяет полностью устранить всплеск напряжения на управляющем электроде ЛБВ при обратном восстановлении сердечника в трансформаторе. Газовый разрядник SG служит для защиты управляющего электрода от возникающих в ходе работы модулятора превышений напряжения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные преимущества транзисторов BIMOSFET™ заключаются, прежде всего, в низких потерях на включение и, во вторую очередь, в более низких потерях проводимости. Транзисторы имеют превосходные динамические характеристики, особенно в наиболее востребованных задачах переключения высоковольтной индуктивной и емкостной нагрузки. Они являются предпочтительными при разработке эффективных высоковольтных источников электропитания, рассчитанных на большие токи в нагрузке.

С тем же успехом BIMOSFET™ могут быть использованы при проектировании высоковольтных источников электропитания и импульсных модуляторов для радиолокационных передатчиков, где свойственные им супербыстродействующие динамические характеристики делают их идеальным выбором. В описанном выше высоковольтном высокочастотном источнике электропитания сделан ак-

цент на специфическом резонансном способе переключения при нулевом напряжении, что приводит в результате к самым низким потерям в полупроводниковых ключах. Следует отметить огромную разницу между потерями на переключение при жёстком и резонансном способах переключения транзисторного ключа, особенно в высоковольтных приложениях.

Подробно рассмотренные транзисторы BIMOSFET™ способствуют достижению преимуществ описанного в статье метода управления по току с резонансным способом переключения ZVS, включая специфические рекомендации по эксплуатации СВЧ-приборов. Легко оценить результирующее сокращение массы и габаритов от применения предложенных рекомендаций. К другим преимуществам использования топологии ZVS можно отнести незначительный уровень радио- и электромагнитных помех. Энергия, запасаемая в таких преобразователях, работающих на частотах порядка 50 кГц, в резонансном режиме является настолько малой, что даже в случае отказа радиоэлектронного устройства (высоковольтный пробой с образованием дуги или сдвиг частоты в СВЧ-приборе) повреждения системы не происходит, так как есть возможность принятия своевременных корректирующих мер. Можно даже использовать для этих целей микроконтроллер с программой управления и контроля параметров. Поскольку ожидается, что схемные применения BIMOSFET™ будут расширяться, IXYS Corporation продолжит расширенный выпуск транзисторов этого типа на большие и малые значения токов с широким диапазоном динамических характеристик с целью выполнения требований, предъявляемых к полупроводниковым компонентам на рынке силовой электроники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Locher R.E. New 1600V BIMOSFET Transistors Open Up New Applications.
2. Locher R.E., Patbak A.D. Use of BIMOSFETs in Modern Radar Transmitters. Member, IEEE.
3. Comparative Performance of BIMOSFETs in Fly-Back Converter Circuits. Technical Application. IXYS Corporation.
4. Dierberger K., Redl R., Saro L. High-Voltage MOSFET Behavior in Soft-Switching Converters: Analysis and Reliability Improvements.



Agilent присоединяет PXIT

За неназванную сумму фирма Agilent покупает у фирмы PXIT подразделение тест-систем для оптических трансиверов. PXIT является фирмой, имеющей офисы в Ирландии и Лексингтоне, штат Массачусетс, и предлагает решения для тестирования целостности сигналов. Она была образована в результате слияния Tsunami Photonics с PX Instrument Technology. В апреле 2004 г. произошло объединение с фирмой FiberGrade, а всего две недели назад Agilent объявил о покупке швейцарского предприятия Acqiris.

www.agilent.com

Fujifilm расширяет инвестиции в производство материалов для ЖК-дисплеев

Японская корпорация Fujifilm Holdings сегодня сообщила о планах инвестировать 24 млрд. иен (206 млн. долл.) в новую фабрику по выпуску плёнок для ЖК-дисплеев. Фабрика вступит в строй в апреле 2008 г., обеспечив в условиях растущего спроса на LCD-TV устойчивые поставки серии продуктов, используемых для защиты поляризационных пластин ЖК-панелей.

В настоящее время для Fujifilm выпуск материалов для дисплеев является одним из самых доходных видов бизнеса, прибыль от которого превышает 10%. Компания контролирует 80% рынка плёнок из триацетатной целлюлозы TAC (TriAcetate Cellulose), применяемых в качестве поляризационного покрытия (остальные 20% принадлежат Konica Minolta).

Новое предприятие, расположенное в префектуре Канагава к югу от Токио, станет также поставщиком усовершенствованных покрытий, расширяющих углы обзора ЖК-дисплеев, и противобликовых плёнок. Начальная мощность предприятия составит 50 млн. м² триацетатной плёнки в год, а в сочетании с расширенными производственными линиями на острове Кюсю Fujifilm сможет к августу 2008 г. практически удвоить годовой объём выпуска TAC, доведя его до 630 млн. м².

www.itc.ua

В мире используется миллиард Bluetooth-совместимых продуктов

По заявлению группы Bluetooth SIG (Special Interest Group), ответственной за развитие популярной беспроводной тех-

нологии близкого радиуса действия, общее количество проданных Bluetooth-совместимых устройств достигло 1 млрд.

Комментируя статистические данные, предоставленные ABI Research, исполнительный директор Bluetooth SIG Майкл Фоли (Michael Foley) отмечает, что это число превышает количество пользователей ПК во всём мире и примерно соответствует объёму поставок мобильных телефонов за 2006 г.

По его оценкам, с 2010 г. ежегодно будет продаваться по два миллиарда продуктов с функциями Bluetooth. В настоящее время каждую неделю реализуется 12 млн. таких устройств, львиную долю которых составляют мобильные телефоны и беспроводные гарнитуры для них.

www.itc.ua

Mitsui приобретает американского поставщика солнечных энергосистем

Японская фирма Mitsui сообщила о приобретении SunWize Technologies – одной из крупнейших в Северной Америке компаний, работающих в области гелиоэнергетики. SunWize имеет 15 представительств и 1700 заказчиков в Америке и на протяжении 15 лет является крупным поставщиком разнообразных фотоэлектрических станций (как соединённых с электросетью, так и автономных). С 2002 г. при их производстве используются фотоэлектрические модули, поставляемые компанией Mitsui.

После поглощения, которое планируют завершить к декабрю, SunWize продолжит функционировать уже как дочернее предприятие Mitsui. Служащие и управленцы SunWize сохраняют рабочие места, а отдельные направления деятельности (финансы, разработка новых технологий, развитие новых областей применения солнечной энергии, расширение продаж за пределами Северной Америки) будут усилены специалистами из Mitsui.

По мнению представителей компании, данное приобретение позволит существенно расширить участие Mitsui в сегменте гелиоэнергетики в Северной Америке и позволит обеспечить ежегодный рост на 30% (до 400 млн. долл.) за следующие 3 – 5 лет. Стабильный рост прогнозируется, в частности, в связи с присутствием SunWize на крупнейших рынках гелиоэнергетики в США (в т.ч. в штатах Нью-Джерси, Нью-Йорке и Калифорнии) и планами активной экспансии этого бизнеса.

www.itc.ua

Nokia считает, что рынок мобильных замедлит рост

Nokia, крупнейший поставщик мобильных телефонов, прогнозирует замедление роста рынка таких устройств в ближайшие два года, присоединившись тем самым к аналитикам, ранее обнародовавшим свои предположения касательно мирового рынка мобильных телефонов в 2007 г.

Nokia заявила о том, что рост поставок мобильных телефонов в мире в будущем году вырастет всего 10%.

Кроме того, Nokia сообщила, что она продолжит стремиться к увеличению своей доли на мировом рынке сотовых аппаратов. Напомним, что по итогам III кв. компания контролировала примерно 35% рынка.

www.itware.com.ua

Рынок полупроводников замедляет рост

Аналитики одной из инвестиционных банковских групп недавно снизили ранее прогнозируемые показатели роста полупроводниковой промышленности на 2006 г. Они предупредили, что SOX-индекс полупроводников на Фондовой бирже Филадельфии в декабре может понизиться, что вызовет цепную реакцию в долгосрочном уменьшении запасов по всей цепочке поставщиков. Тенденция усилится сезонным снижением спроса в I кв. 2007 г. и негативно отразится на показателях дохода компаний по итогам года. Основой для уменьшения прогнозного значения роста отрасли за 2006 г. с 9 до 8% стали продажи полупроводниковой продукции в октябре, которые в реальности оказались меньше ожидаемых объёмов продаж. В 2006 г. компании начали формирование запасов компьютерных продуктов нетипично рано, задолго до традиционного всплеска продаж. В итоге IV квартал рискует запомниться всем относительно слабыми продажами. Зато третий квартал 2006 г. характеризовался высоким уровнем продаж.

В течение 2006 г. прогноз роста полупроводниковой отрасли корректируется уже не первый раз. Изначально указанные аналитики предполагали 11%-е увеличение продаж в текущем году. Этот уровень был достигнут однажды – в июле. Далее, в октябре, показатель снизился до 9,2%. В целом по итогам года средняя цена микрочипов понизилась всего на 3,7%, из которых 1,2% пришлось на октябрь, против обычного снижения цен за год на 10% и более. Больше всего подешевели NOR-флэш-память и DSP-чипы.

www.3dnews.ru

Компоненты Sharp для систем спутникового и цифрового телевизионного приёма

Вадим Смирнов (Москва)

Статья посвящена перспективам развития цифрового телевидения в России. Дан краткий сравнительный анализ стандартов телевидения ATSC, ISDB и DVB. Приведены примеры реализаций приёма телесигнала в стандартах DVB-S и DVB-T с использованием компонентов Sharp.

ВВЕДЕНИЕ

Весь мир совершает стремительный бросок к переходу на цифровое телевидение. Такой переход не просто диктуется модной тенденцией. Цифровое телевидение позволяет получать исключительно чёткую «картинку» и гораздо большее число телевизионных каналов. На одной несущей цифрового телепередатчика в полосе частот стандартного аналогового телеканала одновременно могут передаваться 5 – 6 телепрограмм в цифровом формате. Кроме того, здесь имеет существенное значение экономическая целесообразность перехода на «цифру». Ведь при равной зоне охвата мощность цифрового телепередатчика по сравнению с мощностью аналогового передатчика уменьшается в 4 – 5 раз. Смысл данного перехода заключается и в возможности транслировать и принимать телевизионный сигнал высокой чёткости HDTV (High-Definition TV). Для сравнения в таблице приведены параметры различных стандартов телевизионного вещания.

Одни страны уже прошли свою половину пути, другие только начинают этот нелёгкий путь. И здесь, как и в послевоенные годы, нет согласия в установлении единых стандартов.

Такие страны, как США, Канада, Мексика, Аргентина, Южная Корея и Тай-

вань, поддерживают стандарт телевидения ATSC Digital Television. Япония и Бразилия поддерживают стандарты трансляции цифрового теле- и радиовещания под названием Integrated Services Digital Broadcasting (ISDB).

Европа, как всегда, пошла своим путём. Европейские страны поддержали проект цифрового видеовещания DVB Project, в настоящее время представленный несколькими стандартами телевидения:

- DVB-T – наземное;
- DVB-S/DVB-S2 – спутниковое;
- DVB-C – кабельное;
- DVB-H – наземное для портативных устройств;
- DVB-IP – поддерживающее TCP/IP-стек протоколов.

В общем виде схема цифрового телевидения представлена на рис. 1.

России только предстоит бум цифрового телевидения. Несмотря на то что уже сегодня работают опытные зоны цифрового вещания в Москве, Петербурге, Нижнем Новгороде, Владивостоке, опыт их явно недостаточен, и планируется осуществить экспериментальное цифровое вещание в Самаре, Хабаровске, Ингушетии, в Ханты-Мансийском автономном округе, в районе города Сочи.

Многие российские производители телевизионной техники чувству-

ют приближение бума, ведь, согласно постановлению Правительства РФ, полный переход на цифровое вещание должен быть завершён в 2016 г.

Таким образом, возникает вопрос готовности отечественной промышленности к столь масштабному внедрению новой техники. В условиях сборочного производства в России есть возможность быстро наладить контрактные поставки специальных DVB-T-приёмников типа сет-топ-боксов для спутникового ТВ в виде внешнего блока (рис. 2а) или встроенной PC-платы (рис. 2б). Гораздо хуже обстоит дело с отечественной компонентной базой для такой сборки.

Специалистам по установке устройств DVB-S достаточно широко известны конверторы спутниковых сигналов LNB производства МТИ (Китай). В то же время в Россию поставляются готовые тюнеры типа Numax (Корея), Technosat, FortecStar, которые содержат в себе компонентное решение «фронтенд ресивер».

Этот класс устройств до недавнего времени был недоступен для российского рынка. В произведённых за рубежом тюнерах использовались фронтенд-ресиверы Zarlink (Mitel), Xceive, Newport Media.

В то же время длительный период времени рынок Японии, США и Европы насыщается продукцией известных брендов, в числе которых ведущие позиции занимает мировой лидер производства спутниковых конверторов и фронтенд ресиверов Sharp Microelectronics.

Мировой рынок LNB очень ёмкий, по состоянию на первое полугодие 2006 г. среднемесячный объём производства составляет 6,46 млн. шт. При этом наибольшая доля потребления приходится на страны Европы (43,3%).

СПУТНИКОВЫЕ КОНВЕРТОРЫ LNB

Спутниковый конвертор LNB – это небольшой электронный блок (рис. 3),

Параметры различных стандартов вещания TV

Параметр	Стандарт вещания TV		
	PAL SDTV	HDTV 720p	HDTV 1080i/p
Разрешение по вертикали*	576	720	1080
Разрешение по горизонтали*	720	1280	1920
Максимальное количество пикселей	414 720	921 000	Более 2 млн.
Тип развёртки	Чересстрочная	Прогрессивная	Прогрессивная/чересстрочная

* Максимальное количество линий.

который находится в фокусе антенны. Его назначение – принять сфокусированный электромагнитный сигнал, отражённый от поверхности зеркала антенны, затем усилить и преобразовать его таким образом, чтобы можно было передать по кабелю. Важной характеристикой любого конвертора является величина дополнительного шума, который он вносит в принимаемый сигнал. Для конверторов Ku-диапазона шум измеряется в децибелах. Сейчас распространены конверторы с шумом от 0,4 до 1,0 дБ. Считается, что даже теоретически преодолеть барьер 0,4 дБ невозможно, и присутствующие в спецификациях изделий значения 0,3 дБ являются не более чем маркетинговым ходом, базирующемся на некорректной методике измерений.

В номенклатуре LNB-конверторов Sharp наиболее востребованным в России продолжает оставаться универсальный конвертор SHARP Single LNB BS1R8EL100A (рис. 3а).

Этот конвертор 8-го поколения принимает как аналоговый, так и цифровой сигнал. Конструкция конвертора позволяет добиться применения меньшего числа компонентов, что положительно сказывается на надёжности устройства в целом. Коэффициент усиления достигает 56 дБ, уровень шума снижается до 0,6 дБ. Кроме того, уменьшаются габариты, длина конвертора составляет 105 мм (наиболее распространённый размер 130 мм).

Кроме Single LNB, компания Sharp предлагает конверторы с двумя независимыми выходами (Twin LNB, рис. 3б) и четырьмя независимыми (Quad LNB) или запараллеленными выходами (Quattro LNB, рис. 3в). Кроме стандартного Single LNB Sharp предлагает и Low Noise LNB с уровнем шума 0,4 дБ. Однако такие конверторы не востребованы рынком в силу следующих обстоятельств: во-первых, стоят они вдвое дороже стандартных конверторов с «честными» 0,7 дБ шума, а во-вторых, уровень шума последних в настоящее время удовлетворяет разработчиков ТВ-систем.

Что же ожидает рынок LNB в ближайшей перспективе? Наиболее динамичен в настоящее время, как ни странно, европейский рынок. При относительном насыщении рынка моделями Single LNB наблюдается увеличение спроса на Quad LNB. Формируется и растёт предложение по конверторам с 8 выходами, монобло-

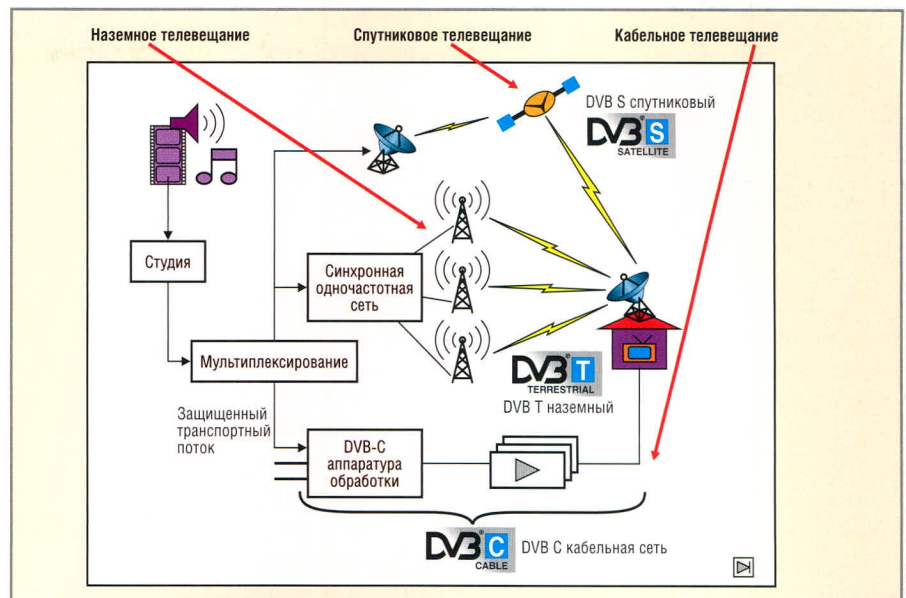


Рис. 1. Схема цифрового телевидения



Рис. 2. Специальные DVB-T-приёмники для спутникового ТВ в виде внешнего блока (а) или встроенной PC-платы (б)

кам 19,2/23,5° East, конверторам с возможностью подстройки каналов SCR (Satellite Channel Routing).

К сожалению, российский рынок пока далёк от насыщения. Наиболее востребованными конверторами пока являются Single LNB в силу их ценовой доступности и, как правило, индивидуального использования систем спутникового приёма.

РЕСИВЕРЫ DVB-T

Как отмечалось выше, этот класс устройств предназначен для приёма сигнала с наземных станций, вещающих в цифровом формате. Европейский стандарт DVB-T был утверждён только в 1997 г. Стандарт DVB-T на сегодняшний день является наиболее популярной системой телевидения в мире. Сервис работает в Австралии, Великобритании, Германии, Испании, Италии, Нидерландах, Сингапуре, Финляндии, Швеции, Швейцарии. Тестовые зоны есть в Азербайджане, Вьетнаме, Китае, Малайзии, Таиланде, Украине, Хорватии, Южной Африке и др. Для нас стандарт DVB-T очень привлекателен, так как он в большей степени ориентирован на передачу данных и имеет наиболее высокие требования к качеству пе-

редачи данных. Американский же формат в большей степени ориентирован на телевидение, и требования к обработке потока данных в нём намного мягче. Вообще передача данных в формате ATSC не регламентируется стандартом. Что касается передачи телевизионного сигнала, то стандарты DVB-T и ATSC позволяют передавать телевидение как стандартной чёткости (SDTV), так и высокой чёткости (HDTV) со звуком MPEG-2 Layer II или Dolby AC-3 соответственно. Кроме того, только DVB-T и практически доработанный под аналогичные параметры стандарт ISDN позволяют обеспечивать истинную мобильность приёма цифровой телевизионной картинкой.

Компания Sharp поставяет несколько типов ресиверов, предназначенных для стран Европы. На европейское

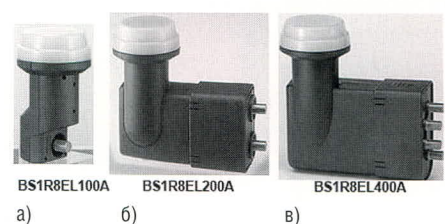


Рис. 3. Спутниковые конверторы LNB

(а) Single LNB, (б) Twin LNB, (в) Quattro LNB

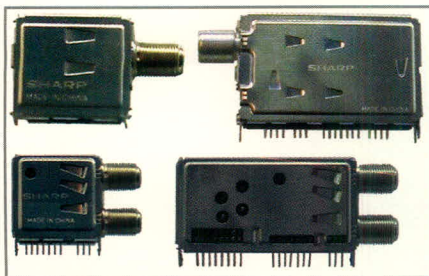


Рис. 4. Одно- и двухвходовые гибридные тюнеры в малых и больших корпусах

«применение» ресивера указывает аббревиатура ED после второго цифрового индекса. Вот некоторые из них:

- тюнеры RF-Only, иначе называемые «типа I/Q» или «RF-конвертеры». Это модели VA1T1ED5065 и VA1N1ED6265;
- тюнеры DVB-фронтенд. Это функционально полное устройство, на выходе которого присутствует демодулированный и выделенный из DVB цифровой поток данных. Такие устройства носят название NIM (Network Interface Module). Это название уже 10 – 12 лет используется специалистами для обозначения цифровых тюнеров. Первоначально оно использовалось только компанией Grundig, но затем стало нарицательным подобно наименованию Xerox. Модели NIM-тюнеров SHARP VA1K1ED5255 и VA1J1ED5064 имеют функцию так называемого Transport Stream Output. Это разновидность «индустриального» стандарта цифрового тюнера, при котором на выходе устройства формируется 8-битовый цифровой поток. Этот поток распаковывается, далее встроенный декодер выполняет процедуру коррекции ошибок потока данных FEC (Feed-Forward-Error-Correction), и, наконец, встроенный MPEG-декодер генерирует аналоговый Video/Audio-сигнал для подачи в ТВ-приёмник;
- гибридные тюнеры – универсальное решение, вероятно, наиболее интересное для российских производителей на переходный период от аналогового вещания к цифровому вещанию. Это тюнеры, работающие с цифровым, аналоговым ТВ-сигналом и, как бонус, с цифровым сигналом по кабельному каналу. Гибридные тюнеры маркируются как SHARP VA1Y1ED2001, VA1Y2ED1401, VA1Y9ED2003;
- кабельные цифровые ресиверы стандарта DVB-C, как и в случае с NIM-устройствами, обладают функ-

цией Transport Stream Output. Это модели VA1J5FD5005, VA1J5CD5006.

РЕСИВЕРЫ DVB-S

Класс ресиверов DVB-S исторически был предшественником ресиверов DVB-T. Стандарт DVB-S делится собственно на предшествующую версию DVB-S и современную версию DVB-S2.

В настоящее время наибольшее распространение получили тюнеры RF-only и RF-only с демодулятором (NIM) для стандарта SDTV. На рис. 4 показаны одно- и двухвходовые тюнеры в корпусах, отличающихся по габаритам. Такое конструктивное исполнение позволяет устанавливать тюнеры непосредственно на печатные платы заказчика. Примером тюнера RF-Only с демодулятором QPSK (Quadrature-Phase-Shift-Keying) является модель BS2S7VZ0502. Эта модель содержит Loop-выход для каскадного подключения нескольких приёмников. Суперкомпактный NIM-тюнер BSFS7VZ7395 содержит интегральную микросхему Sharp прямого преобразования радиочастотного сигнала.

Новый стандарт DVB-S2, принятый весной 2005 г., оказался полностью совместимым со старым DVB-S и, вероятно, станет широко востребованным в ближайшие несколько лет. Такой вывод позволяет сделать факт начала широкого распространения стандарта HDTV (телевидения высокой чёткости) сервис-провайдерами и спутниковыми операторами по всему миру. А ведь DVB-S2 и разрабатывался для работы с HDTV.

В соответствии с текущим отчётом аналитической компании Northern Sky Research, DVB-S2 не только удовлетворяет потребности провайдеров домашнего контента спутникового вещания, но и предлагает качественно новые сервисы широкополосного доступа посредством спутникового вещания.

Результаты исследований производителей компонентов, сборщиков спутникового оборудования и системных интеграторов показывают, что 70% используемых DVB-S2-совместимых продуктов в ближайшие 24 месяца будут применяться в одном из трёх секторов рынка: телевизионные приложения, интерактивные сервисы по IP-протоколу и профессиональные системы (DVB-DSNG).

По сравнению с обычным стандартом DVB-S новый стандарт DVB-S2 обеспечивает более высокую пропуск-

ную способность передачи пакетов данных. В сочетании с методом сжатия данных MPEG4 (он сжимает информацию эффективней MPEG2 примерно на 1/3) становится возможной передача данных по стандарту HDTV (19,2 Мбит/с). Отличие заключается в том, что стандарт DVB-S снабжён QPSK-модулятором. Стандарт DVB-S2 для обеспечения транспортирования данных с большей скоростью, совместимой с HDTV, использует модуляцию 8PSK (Eight-Phase-Shift-Keying).

С помощью новой системы прямой/упреждающей коррекции ошибок FEC (Forward Error Correction) может значительно повыситься надёжность передачи информации по стандарту DVB-S2. Система FEC базируется на каскадном соединении внутренних алгоритмов кодирования BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) с алгоритмом контроля на чётность LDPC (Low Density Parity Check).

Новый DVB-S2-фронтенд SHARP BS2S7VZ6306 покрывает диапазон частот от 950 до 2150 МГц, типичный для спутниковых ТВ-передач, и предназначен для приёма как сигналов HDTV, так и сигналов SDTV (DVB-S). Параметры приёмной части значительно превышают требования стандарта DVB-S2.

Особо следует отметить высокую чувствительность на входе и незначительные фазовые шумы, которые обеспечиваются точной настройкой интегральных схем собственной разработки Sharp. Наряду с этим отметим также малое потребление мощности (всего около 0,4 Вт при входном напряжении 3,3 В) и весьма компактные размеры корпуса (32,6×13,0×28,0 мм), что облегчает механическую компоновку. Новый тюнер DVB-S2, как и все наземные и кабельные тюнеры компании Sharp, соответствует вступившим в силу с июля 2006 г. директивам RoHS.

Недавно семейство тюнеров DVB-S2 пополнилось двумя цифровыми демодуляторами BSFS7VZ0164 и BSFS7VZ0165 (платформа Conexant). Эти модули тюнеров как детектируют QPSK и 8PSK, так и формируют поток данных из 8 бит для дальнейшей обработки. Таким образом, сетевой интерфейсный модуль NIM уже реализован. Он способен обрабатывать как сигналы SDTV, так и сигналы HDTV. Имея готовые схемы демодуляции, Sharp значительно облегчает задачи разработчиков аппаратуры в области высоких частот.



Конверторы и ресиверы Sharp –

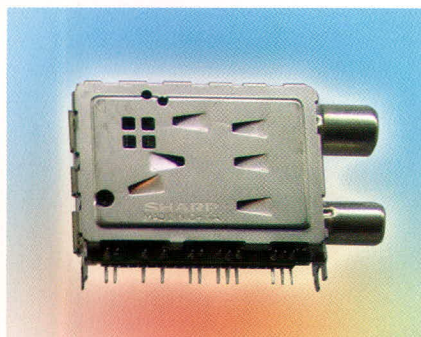
SHARP

**правильный выбор
для построения системы
приёма телевизионного сигнала**

*Произведены мировым лидером в индустрии спутниковых приёмных систем.
Все конвертеры работают с цифровыми и аналоговыми сигналами*

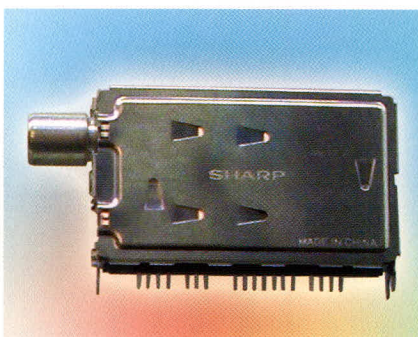


- BS1R8EL100A** универсальный LNB 8-го поколения с 1 выходом
- BS1R6EL100W** универсальный LNB "low noise" 8-го поколения с 1 выходом
- BS1R8EL200A** универсальный LNB 8-го поколения с 2 выходами
- BS1R8EL400A** универсальный LNB 8-го поколения с 4 независимыми выходами
- BS1R8EL500A** универсальный LNB 8-го поколения с 4 выходами



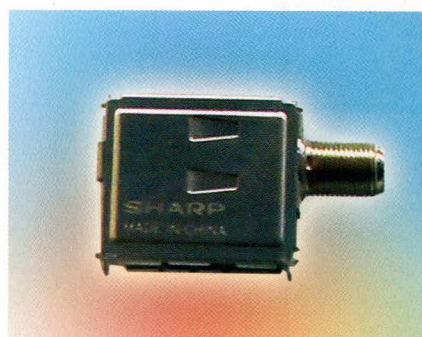
Ресивер цифрового сигнала DVB-T (на выходе сигнал IF)

- Компактный, с низкой потребляемой мощностью
- Низкие шумовые характеристики
- Встроенная АРУ
- Встроенный преобразователь питания (всего 3,3 В)
- 5 В напряжение питания для активной антенны



Комбинированный цифро/аналоговый ресивер DVB-T/C и аналогового ТВ

- Широкополосный приём
- Компактный, тонкий, с низкой потребляемой мощностью
- Пригоден к установке на PC платы
- Встроенный преобразователь питания (цифровая часть 5 В, аналоговая 5 В)



Ресивер цифрового спутникового сигнала DVB-S, DVB-S2

- Тюнер 3-го поколения
- Содержит микросхему Sharp прямого преобразования сигнала
- Компактный и тонкий, пригоден к установке на PC платы
- Совместим со стандартами QPSK и 8PSK

Реклама

PROSOFT®

ПРОСОФТ – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

СВЧ-аттенюаторы фирмы Herley General Microwave с аналоговым и цифровым управлением

Печатается с разрешения журнала CHIP NEWS Украина (<http://chipnews.com.ua>)

Игорь Очеретянко (г. Киев, Украина)

Поскольку современная электроника достигает пределов быстродействия, требуются всё более скоростные решения. Один из способов увеличения скорости передачи и обработки информации, функциональных возможностей и надёжности устройств – использование СВЧ-технологий. В статье рассмотрен наиболее интересный модельный ряд СВЧ-аттенюаторов.

Сверхвысокочастотный (СВЧ) диапазон электромагнитного излучения, расположенный в спектре между световым излучением и радиоволнами, обладает некоторыми свойствами, характерными для обоих соседних диапазонов. Например, СВЧ-излучение, как и свет, поляризуется, фокусируется, распространяется по прямой линии и отражается. Перечисленные особенности распространения волн широко используются в радиолокации для обнаружения и сопровождения целей. Фокусировка излучения осуществляется с помощью направленных антенн и позволяет увеличить дальность передачи при уменьшении мощности излучаемого сигнала. СВЧ-излучение генерируется таким же методом, как и радиоволны. Основная причина использования СВЧ-диапазона в современных системах связи – существенное снижение потребляемой мощности при значительном увеличении пропускной способности канала.

Кроме вышеперечисленных сфер применения, СВЧ-технологии заняли достойное место в медицине, народном хозяйстве, системах передачи и

обработки информации, научных исследованиях, микроэлектронике и др.

Современный рынок электронных компонентов предлагает широчайший спектр СВЧ-устройств, производимых большим количеством компаний. В статье рассмотрены одни из наиболее востребованных компонентов СВЧ-техники – аттенюаторы.

Аттенюаторы предназначены для регулируемого ослабления СВЧ-сигнала, причём коэффициент ослабления определяется стандартным соотношением:

$$P, \text{дБм} = 10 \lg \frac{P_{\text{вых}}, \text{мВт}}{P_{\text{вх}}, \text{мВт}}$$

Аттенюаторы можно разделить по типу управления на активные и пассивные (рис. 1). В свою очередь, среди активных аттенюаторов можно выделить два класса: управляемые аналоговыми сигналами и цифровыми. Если пассивные аттенюаторы, как правило, являются дискретными, то активные позволяют менять коэффициент ослабления непрерывно. Эта возможность позволяет применять аттенюаторы такого типа в качестве амплитудных модуляторов, что делает их более универсальными.

Активные аттенюаторы в качестве элементов затухания используют PIN-диоды, которые идеально подходят для таких целей, поскольку в открытом состоянии они характеризуются очень малым сопротивлением (около 0,1 Ом), а в закрытом – большим (1...5 МОм). Также PIN-диоды отличаются от больших p-n-диодов тем, что в закрытом состоянии они имеют малую динами-

ческую ёмкость (0,05...0,5 пФ), что на несколько порядков меньше ёмкости p-n-диодов. Эта особенность позволяет PIN-диодам работать на более высоких частотах и вносить меньшие искажения в выходной сигнал.

При написании статьи выбор пал на продукцию компании Herley General Microwave. И для этого есть ряд причин. Во-первых, компания производит аттенюаторы с цифровым и аналоговым управлением, что является актуальным для применения в современной электронике. Активные аттенюаторы этой компании, в отличие от пассивных, более надёжны, имеют повышенную точность, легко интегрируются в любую электронную схему и имеют компактные размеры. Во-вторых, номенклатура выпускаемой продукции достаточно большая и позволяет перекрыть радиочастотный спектр от 200 МГц до 40 ГГц. Среди всего ассортимента можно найти как универсальные многооктавные аттенюаторы с широким рабочим частотным диапазоном (0,2...18 ГГц), так и узкополосные.

Компания Herley General Microwave имеет многолетний опыт разработки. Она была основана в 1985 г. и является дочерней фирмой корпорации General Microwave USA. Помимо продукции для оборонной и аэрокосмической промышленности компания занимается разработками для медицины. Herley General Microwave специализируется на такой продукции: СВЧ-переключатели, управляемые аттенюаторы (с цифровым и аналоговым управлением), разветвители, резонаторы/генераторы, управляемые напряжением, синтезаторы с цифровым управлением и др.

Компания Herley General Microwave имеет широчайшую линейку аттенюаторов. Для быстрого и удобного поиска интересующего изделия продукция разделена на рассмотренные ниже серии.

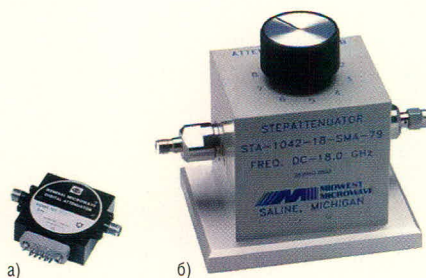


Рис. 1. Аттенюаторы:
а) активный; б) пассивный



Рис. 2. Поглощающий attenuator, управляемый током



Рис. 3. Поглощающий линейный attenuator, управляемый напряжением

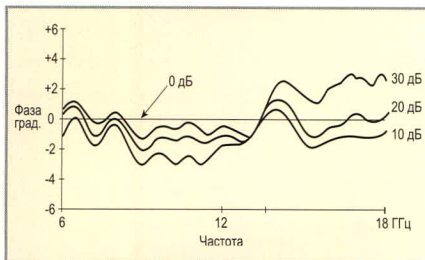


Рис. 4. Зависимость смещения фазы от частоты

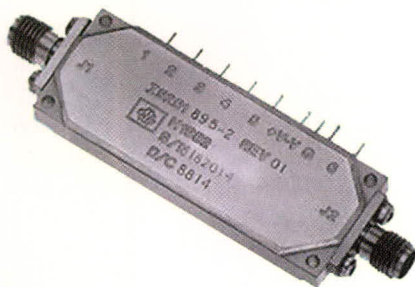


Рис. 5. Цифровой герметичный поглощающий attenuator

Поглощающие attenuаторы, управляемые током (рис. 2). Эта серия состоит из девяти типов устройств. Каждый из них имеет свой частотный диапазон и позволяет плавно изменять коэффициент поглощения от 0 до 60 дБ. При этом управляющий ток меняется в пределах 15...70 мА. Отличительной особенностью серии является быстрое действие всех входящих в неё attenuаторов. Время, необходимое для достижения максимального коэффициента ослабления, не превышает

125 нс. Конструкция приборов симметрична, что даёт возможность пользователю выбирать разъём, на который будет подаваться входной сигнал.

Поглощающие линейные attenuаторы, управляемые напряжением (рис. 3). В серию входит 13 моделей, каждая из которых интегрирует в себе attenuатор предыдущей серии и преобразователь напряжения в ток. Преобразователь – это законченный высококачественный усилитель, который питается биполярным напряжением ± 12 В. При подаче напряжения на вход усилителя увеличивается ток, управляющий attenuатором. При увеличении управляющего напряжения на 0,1 В выходной сигнал ослабляется на 1 дБ. Attenuаторы этой серии можно использовать и как амплитудные модуляторы. Ширина полосы частот модуляции достигает в некоторых моделях 500 кГц.

Герметичные поглощающие линейные attenuаторы, управляемые напряжением. Для условий эксплуатации, связанных с повышенной влажностью, компания Herley General Microwave производит attenuаторы, имеющие герметичные корпуса. Входной/выходной SMA-разъём также позволяет осуществить герметичность соединения. Серия состоит из одной модели с частотным диапазоном 2...18 ГГц. Максимальное ослабление, которое можно осуществить при использовании этого устройства, достигает 60 дБ.

Поглощающие линейные attenuаторы, управляемые напряжением с постоянной фазой. В состав серии входят три модели с большим рабочим динамическим частотным диапазоном. Устройства имеют симметричную двухкаскадную схему, что обеспечивает синфазность входного и выходного сигналов с достаточно неплохой точностью, зависящей от ослабления и типа attenuатора (рис. 4). Из-за такой конструкции они питаются биполярным источником ± 12 В. Коэффициент ослабления определяется управляющим напряжением с линейной зависимостью 10 дБ/В. Максимальное ослабление выходного сигнала может достигать 32 дБ.

Цифровые герметичные поглощающие attenuаторы (рис. 5). Два attenuатора этой серии являются высокоскоростными переключателями коэффициента ослабления с шагом 1 дБ. Скорость переключения не превышает 30 нс, а время выхода на рабочий режим меньше 10 нс. Attenuаторы ис-

СВЧ-переключатели
управляемые attenuаторы
источники сигналов
разветвители
синтезаторы
резонаторы
генераторы



UNIVERSALL
Rtd

РТД-УНИВЕРСАЛ -
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
В РОССИИ

■ Московский офис

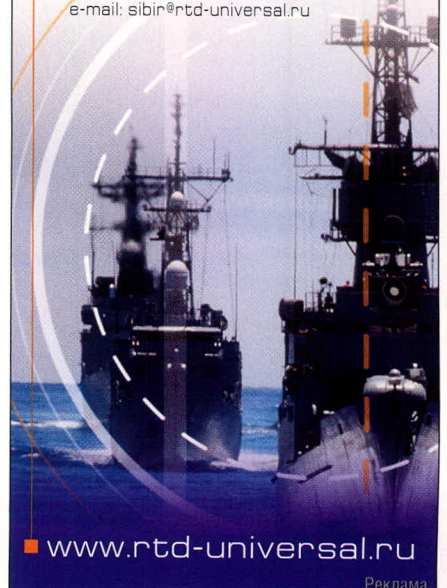
«РТД-Универсал», Россия, 109129
г. Москва, 8-я ул. Текстильщиков, д.11,
т./ф.: (495) 919 87 44, 919 87 36,
e-mail: info@rtd-universal.ru

■ С-Петербургский офис

«РТД-Универсал»,
Россия, 190020, г. Санкт-Петербург,
ул. Циолковского, д. 9а, корп.2, оф.106
т./ф.: (812) 331-35-11, 331-35-16
e-mail: piter@rtd-universal.ru

■ Новосибирский офис

«РТД-Универсал», Россия, 630017
г. Новосибирск, ул. Гаранина, д. 15
т.: (3832) 60-74-46, т./ф.: (3832) 60-76-18
e-mail: sibir@rtd-universal.ru



www.rtd-universal.ru

Реклама



Рис. 6. Ультраширокополосный цифровой поглощающий attenuator

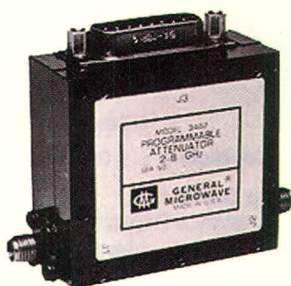


Рис. 7. Цифровой многооктавный поглощающий attenuator



Рис. 8. Цифровые поглощающие attenuatory уменьшенных габаритов



Рис. 9. Цифровой однооктавный поглощающий attenuator

пользуют шестивыводный управляющий TTL-интерфейс. Выводу 1 соответствует ослабление 16 дБ, выводу 2 – 8 дБ, выводу 3 – 4 дБ, выводу 5 – 1 дБ, выводу 6 – 32 дБ, выводу +V – напряжение питания +5 В, выводу –V – напряжение питания –12 В, а выводу G – общий провод (корпус). Лог. 0 соответствует напряжению –0,3...+0,8 В, а лог. 1 – +2,0...+5,0 В. Подавая единицу на несколько выводов одновременно, можно получить суммарное ослабление, соответствующее этим выводам. Если

подать лог. 1 на все выходы (с 1 по 6), можно получить максимальное ослабление. Минимальный шаг ослабления 1 дБ. Изделия имеют защиту по питанию от неправильного включения.

Ультраширокополосный цифровой поглощающий attenuator (рис. 6). Этот attenuator позволяет ослаблять СВЧ-сигнал до 60 дБ в частотном диапазоне от 200 МГц до 18 ГГц. Устройство состоит из T-образного PIN-диодового attenuator, цифроаналогового преобразователя (ЦАП) и модуля преобразователя тока в напряжение. Управление может осуществляться шестибитовым сигналом или двоично-десятичным кодом. Минимальный шаг ослабления составляет 1 дБ, а время переключения не превышает 1 мкс. Управляемые интерфейсы являются согласованными, выбор разъёма, на который будет подаваться/сниматься сигнал, остаётся за пользователем.

Цифровые многооктавные поглощающие attenuatory (рис. 7). В серию входит четыре модели, которые перекрывает частотный спектр от 500 МГц до 18 ГГц. Устройства этой серии состоят из трёх узлов: ЦАП, преобразователя напряжения в ток и самого attenuator на PIN-диодах. Коэффициент ослабления задаётся при помощи десятибитового цифрового сигнала в пределах 0...60 дБ с шагом 0,06 дБ. Имеется возможность осуществлять управление аналоговым сигналом по линейной зависимости (0,1 дБ/В). Attenuatory этой серии имеют высокую точность и низкий температурный дрейф ослабления.

Цифровые многооктавные поглощающие attenuatory с малым сдвигом фазы. В серию вошло три attenuator, перекрывающих частотный диапазон 2...18 ГГц. Коэффициент ослабления задаётся через восьмибитовый TTL-интерфейс. Он позволяет изменять ослабление от 0 до 32 дБ с шагом 0,125 дБ. Время, необходимое на переключение, не превышает 350 нс. Специальная конструкция attenuator позволяет получить минимальное смещение фазы, которое зависит от модели attenuator и ослабления. Так, максимальный сдвиг фазы между входным и выходным сигналами не превышает ±10 град. Это является достаточно неплохим показателем.

Цифровые поглощающие attenuatory уменьшенных габаритов (рис. 8). Десять моделей, составляющих эту серию, отличаются своими компактны-

ми габаритами (34×34×12,7 мм). Каждая модель имеет свой рабочий частотный диапазон. Коэффициент ослабления у всех attenuator этой серии можно варьировать от 0 до 60 дБ. Управление осуществляется при помощи восьмибитового TTL-интерфейса с шагом 0,25 дБ или аналогового сигнала по линейному закону (10 дБ/В). Есть два варианта реализации устройств: стандартный и герметичный. Вход и выход attenuator имеют симметричную конструкцию, из-за чего они взаимозаменяемы.

Цифровой многооктавный поглощающий attenuator уменьшенных габаритов. Для систем, где масса и габариты имеют критическое значение, компания Herley General Microwave разработала специальную модель. Габариты attenuator – 34×34×12,7 мм. Несмотря на свою миниатюрность, по техническим характеристикам он ничем не уступает остальным моделям. Attenuator работает в диапазоне 2...18 ГГц. Управляющий сигнал подаётся на семибитовый TTL-интерфейс, что позволяет изменять ослабление с шагом 0,5 дБ. Время переключения ниже 1 мкс. Лог. 0 соответствует напряжению –0,3...+0,8 В, а лог. 1 – +2,0...+5,0 В. Питание осуществляется биполярным источником напряжения ±12 В. Ток, потребляемый каждым полюсом, не превышает 100 мА. Управляющий ток не больше 10 мкА.

Цифровые однооктавные поглощающие attenuatory (рис. 9). Эта серия состоит из 15 моделей. Она отличается тем, что позволяет ослаблять входной сигнал до 80 дБ. Коэффициент ослабления может задаваться с помощью 11-битового цифрового сигнала, двоично-десятичного кода или аналогового сигнала. При использовании первого сигнала ослабление меняется с шагом 0,08 дБ, а второго – 0,2 дБ. Серия состоит из attenuator двух типов: в стандартном корпусе и герметичном. Небольшой рабочий диапазон attenuator обеспечивает высокую точность и линейность коэффициента ослабления. Ошибка не превышает 1,7 дБ на границе диапазона.

Компания Herley General Microwave продолжает развивать все направления СВЧ-электроники. Каждое из них имеет свои особенности и специфику применения. Более подробную информацию о продукции компании можно получить на сайте производителя: www.herley.com.

Новости мира News of the World Новости мира

Соединители полевых шин

Фирма **Erni** расширила свою программу соединителей полевых шин для Profibus, Can- и Safety-шин. Имеются версии с выключателями (подключаемые нагрузочные резисторы) или чистые узловые и нагрузочные варианты для использования полевых шин. Кроме того, имеются варианты с горизонтальными (0 или 180 градусов) или вертикальными кабельными ответвлениями, с интерфейсами программирования и металлические Slimline-исполнения. Теперь выключатели Profibus с интерфейсом программирования или без него подверглись доработке с целью доведения их до уровня требований S7 SPS. У версий ERbic для Profibus уменьшен наружный контур, прилагаемые части предшествующей версии монтируются теперь таким образом, что не могут быть потеряны. Имеются кабельные хомуты для кабелей различных наружных диаметров от 6 до 9 мм.

www.erni.com

Блоки питания 300 и 960 Вт высотой 1U

Блоки питания серии NV-300 с габаритами 184 × 95 × 34 мм фирмы **Lambda** являются, по заявлению производителя, самыми миниатюрными из имеющихся на рынке приборов 300 Вт. В распоряжение пользователя предоставляется на выбор от одного до пяти выходов. Первый выход выдаёт к тому же сигнал исправности питания. В соответствии с директивой по электромагнитной совместимости (89/336/ЕЕС) гарантируется устранение радиопомех по кривой В. Значительный вклад в это вносит специальный трансформатор, понижающий шумы. Ток заземления составляет менее 300 мкА. Этот фактор позволяет применять серию в медицинских приложениях. Пригодность применения в медицине распространяется и на серию NV-700. При габаритах 257 × 127 × 40,6 мм она также соответствует типу-размеру 1U.

Блоки питания имеют выходные мощности до 960 Вт. Различные выходные модули с одним или двумя выходами могут свободно сочетаться друг с другом. Заказчик может таким образом выбирать от одного до девяти выходных напряжений. При входных напряжениях от 90 до 264 В при частоте 45...63 Гц КПД блоков питания достигает 90%. Блоки питания имеют допуски по следующим

нормам безопасности: IEC/EN/UL/CSA 60950-1 для общего применения, IEC/EN/UL/CSA 60601-1 для медицинских электрических устройств и IEC/EN/61010-1 для электрических измерительных, контрольных, регулирующих и лабораторных устройств.

www.lambda-germany.com

Maxwell Technologies анонсирует ультраконденсаторный модуль для тяжёлых гибридных и электрических транспортных средств

Компания **Maxwell Technologies** разработала компактный 125-В BOOSTCAP® – ультраконденсаторный модуль для хранения энергии. Модуль может использоваться в устройствах, предназначенных для поставки мощности к тяжёлым гибридным и электрическим транспортным средствам на топливных элементах с напряжением до 1500 В. Высокоэффективный модуль разработан специально для того, чтобы удовлетворить быстро растущие потребности транспортного машиностроения в ультраконденсаторах, обеспечивающих высокие пиковые нагрузки в режиме разгон/торможение.

Новый модуль, получивший название HTM BMOD0063-P125 (HTM125), базируется на 2,7-В BOOSTCAP® BCAP3000 и имеет внутреннюю балансировку ячеек и встроенный температурный контроль, что гарантирует стабильные характеристики циклов заряд/разряд, а также высокую надёжность и долговечность изделия.

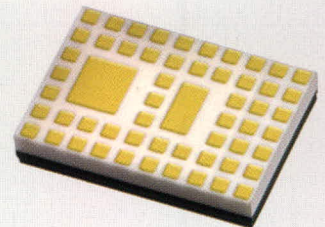
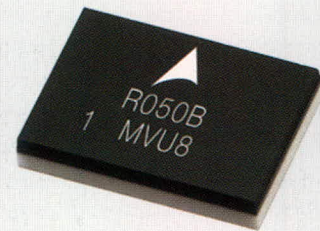
Технические характеристики HTM125:
 Номинальное рабочее напряжение, В125
 Напряжение перегрузки, В142
 Номинальная ёмкость, Ф63
 Допуск, %+20%
 Сопротивление постоянному току, мОм17
 Сопротивление на частоте 100 Гц, мОм14
 Энергия, Вт час101,7
 Максимальный постоянный ток, А150
 Максимальный ток в течение 5 с (разряд до $U_{\text{н}}/2$), А750
 Количество циклов заряд/разряд1 000 000



Напряжение изоляции по постоянному току, В ..
4000
 Степень защитыIP65
www.west-l.ru

WLAN-модуль

R050B является Single-package WLAN-модулем фирмы **Epcos**. Он соответствует стандарту 802.11 b/g и может использоваться также и для Bluetooth-приложений.



Модуль интегрирует в одном элементе весь HF-Frontend, PA (Power Amplifier), LNA (Low Noise Amplifier), а также чипсет 88W8686 Marvell. Размеры модуля 8,2 × 5,5 × 1,4 мм.

www.epcos.de

Проверочный адаптер светодиодных панелей

Фирма **IPTE** разработала проверочный адаптер для проверки светодиодных панелей. Он позволяет тестировать соответствующие оптические и электрические параметры. Адаптер обеспечивает проверку светодиодных панелей, содержащих 300 и более светодиодов. В число параметров, которые могут проверяться с помощью светодиодного тестера, входит яркость светодиодов, цветовой состав, а также прямое напряжение и обратный ток каждого светодиода панели. Процесс проверки занимает менее 25 с. Для оптической проверки в распоряжении имеются два варианта: использование светодиодных сенсоров или камеры. Светодиодный тестер может поставляться в двух исполнениях: вариант под ключ с 19-дюймовой стойкой со специальным местом под установку проверяемой панели или In-Line-версия по требованию заказчика.

www.ipte.com

Разработка модуля беспроводной передачи телеметрических данных в диапазоне частот 2,4 ГГц

(часть 2)

Александр Алый (Москва)

Для успешной и долгой жизни устройства, построенного на базе микроконтроллера, очень важно всегда иметь возможность его перепрограммирования в процессе эксплуатации.

Для телеметрического модуля, используемого в системах охраны, контроля доступа и т.д., дополнительно возникает необходимость в защите кода от считывания и дизассемблирования. В данной статье описывается способ криптозащищённого перепрограммирования чипов серии MC1321x.

ВВЕДЕНИЕ

Возможность перепрограммирования модуля по месту установки и эксплуатации экономит значительные силы разработчиков и интеграторов на этапах ввода системы в эксплуатацию и приработки. Разработка надёжной технологии перепрограммирования – это то, с чего следовало бы начать разработку модуля для передачи телеметрических данных.

Когда количество установленных модулей становится достаточно большим, появляются риски утечки программного обеспечения, предназначенного для выполнения перепрограммирования, и самих программных кодов модулей. Это вызывает известные угрозы для информационной безопасности систем, построенных на перепрограммируемых модулях, и сужает сферу их применения. Криптозащищённый способ перепрограммирования, представленный в этой статье, решает описанную выше проблему.

Для того чтобы осуществить защищённое перепрограммирование микроконтроллера, в него предварительно записывается код специальной программы загрузчика. Программа-загрузчик занимает в памяти незначительное место и всегда получает управление после выполнения микроконтроллером аппаратного или программного сброса. Получив управление, загрузчик проверяет заданные условия активизации и либо отдаёт управление программе

пользователя, либо остаётся в режиме загрузки, ожидая от внешнего устройства команды, управляющие программированием, и данные для программирования (в дальнейшем – программирующий поток). Команды и данные для программирования поступают в загрузчик в виде потока пакетов различной длины с зашифрованным содержимым. В данной статье приведена программа для PC, генерирующая и передающая в загрузчик программирующий поток через COM-порт компьютера. Программирующий поток может быть сохранён как файл с возможностью передачи на другие компьютеры для последующего программирования.

Зашифрованный в потоке код можно безопасно передавать в третьи руки, не опасаясь его дизассемблирования, копирования и модификации. Инструменты программирования, в свою очередь, не содержат никакой информации, способствующей расшифровке, и потому их передача тоже не несёт никакой опасности. Стойкость шифрации основана на общем секретном ключе шифрования, который хранится в памяти микроконтроллера, а также используется программой, генерирующей программирующий поток на PC. От считывания из памяти микроконтроллера ключ защищается установкой аппаратного бита защиты, а на стороне PC ответственность за конфиденциальность ключа несёт пользователь программы – генератора потока.

Программа-загрузчик защищается от модификации и считывания аппаратными средствами микроконтроллера и может быть только полностью стёрта вместе с кодом прикладной программы через интерфейс BDM (Background Debug Module) микроконтроллера.

СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ КОДА В ЧИПАХ СЕРИИ MC1321x

В микроконтроллерах семейства MC1321x реализован простой механизм защиты программы от считывания. В зависимости от состояния двух бит, находящихся в области Flash-памяти по адресу 0xFFBF, режим защиты от считывания либо включается, либо нет. От записи/считывания защищается ОЗУ микроконтроллера и память программ.

Важно, что в микроконтроллере есть несколько способов считывания областей памяти: через отладочный интерфейс BDM, с помощью выполнения программы в незащищённой от записи/считывания области и с помощью выполнения программы в защищённой от записи/считывания области. Последние два способа возможны благодаря фон-Неймановской архитектуре микроконтроллера. Незащищёнными от записи/считывания остаются области управляющих регистров. Однако, попытки считывания/записи защищённых областей из программы, расположенной в незащищённой области, или через интерфейс BDM блокируются.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЗАГРУЗЧИКА

Желательно, чтобы наличие загрузчика минимально влияло на структуру программы пользователя и не вводило дополнительных ограничений. Для этого в микроконтроллерах MC1321x есть механизм перенаправления векторов прерываний и защи-

ты областей памяти от модификации пользовательской программой.

Часть Flash-памяти микроконтроллера в верхних адресах до адреса 0xFFFF может быть после программирования защищена от последующей модификации установкой конфигурационных бит в этой же области памяти. Из этого следует, что данная область памяти уже никаким образом не может быть изменена программой, выполняющейся в самом микроконтроллере. Это гарантирует сохранность загрузчика в этой области при любом поведении пользовательской программы. Однако при этом блокируется и запись в область векторов прерываний, находящаяся в самых верхних адресах. Эта область, как правило, должна модифицироваться при загрузке пользовательской программы, и чтобы разрешить противоречие, в микроконтроллере реализован механизм перенаправления векторов прерываний после защиты верхних блоков памяти. Когда возникает прерывание при включенном перенаправлении, вектор прерывания извлекается из области памяти, которая находится непосредственно на стыке с защищённой от модификации памятью и повторяет структуру исходной области векторов прерываний.

Таким образом, зная размер защищённой памяти, пользователь в настройках среды разработки должен всего лишь указать линкеру другую область расположения векторов прерываний. При этом после загрузки программа останется работоспособной. Особенность в том, что вектор, по которому передаётся управление после сброса, не перенаправляется и после загрузки пользовательской программы по-прежнему указывает на точку входа в загрузчик. Загрузчик по-прежнему получает управление при старте программы и может быть использован для многократного перепрограммирования.

Описываемый загрузчик имеет размер чуть больше 4 Кб, и поэтому ему выделяется ближайший доступный размер защищаемого блока в 8 Кб. Блок защищённой от модификации памяти в этом случае размещается по адресам 0xE000 – 0xFFFF. Соответственно, область векторов прерываний для пользовательской программы начинается с адреса 0xDFC0. Загрузчик сконфигурирован так, чтобы при передаче управления пользова-

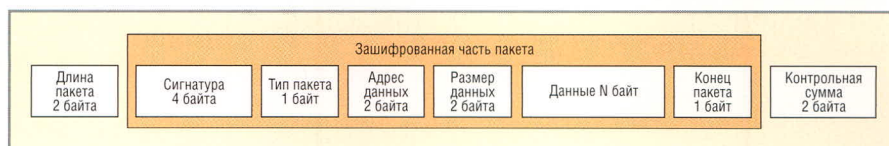


Рис. 1. Формат пакета

тельской программе извлекать двухбайтный адрес перехода с адреса 0xDFFE, где должен находиться вектор перехода по сбросу пользовательской программы.

Загрузчик при старте проверяет контрольную сумму кода пользовательской программы и передаёт ей управление только в случае корректности контрольной суммы. Сама контрольная сумма формируется и записывается загрузчиком при программировании по адресу, на два байта меньше адреса начала области пользовательской программы.

Загрузчик также можно принудительно оставить работающим, если при выполнении сброса установить низкий логический уровень на линии 0 порта А.

АЛГОРИТМ ШИФРАЦИИ

В качестве алгоритма шифрации использован алгоритм Rijndael, больше известный как AES – победитель конкурса, объявленного Американским национальным институтом стандартов, на лучший криптографический алгоритм 2000 г.

AES отличается достаточной простотой и возможностью распараллеливания операций при аппаратной реализации. AES применяется для защиты данных по спецификации ZigBee и во множестве других приложений. Реализация AES в загрузчике может освободить от необходимости его реализации в прикладной программе.

Алгоритм относится к классу блочных алгоритмов с симметричным ключом. Это означает, что информация шифруется блоками (в данном

случае по 16 байт) и для шифрования и дешифрования используется один и тот же секретный ключ. Ключ – это 16, 24 или 32 байта данных, сгенерированных генератором случайных чисел (лучше, если генератор не детерминированный). Чем меньше длина ключа, тем быстрее выполняется алгоритм AES, но при этом уменьшается криптостойкость шифрованных данных. В приведённом проекте загрузчика применён 32-байтный ключ. Микроконтроллер MC1321x довольно быстро выполняет вычисления AES, и длина ключа сравнительно мало влияет на скорость загрузчика.

Кроме самого алгоритма шифрования важен режим работы блочного шифра. Поскольку поставлена цель не только не дать расшифровать код, но и не дать его подменить, то изменение хотя бы одного бита в потоке должно привести к сбою при дешифровании и искажению всей последующей информации. То есть злоумышленник не должен иметь возможности преднамеренно исказить информацию в одном определённом маленьком блоке. Это достигается введением взаимосвязи шифрования одних блоков от других. В загрузчике применён режим под названием «сцепление шифрованных блоков» (Cipher Block Chaining, CBC). В этом режиме каждый блок открытой информации складывается с помощью операции XOR с предыдущим блоком шифрованной информации.

Блочный шифр требует, чтобы длина информационных блоков была кратна размеру шифруемого блока.

Описание параметров в конфигурационном файле

Имя параметра	Описание
PAGE_SIZE	Размер страницы Flash-памяти микроконтроллера
MEM_SIZE	Размер доступной Flash-памяти микроконтроллера
CRC_ENABLE	Разрешение использования контрольной суммы при передаче пакетов
KEY1	Первая часть ключа шифрования
KEY2	Вторая часть ключа шифрования
KEY3	Третья часть ключа шифрования
INITIAL_VECTOR	Начальный код для инициализации алгоритма шифрования
SIGNATURE	Код подписи, сопровождающей каждый пакет

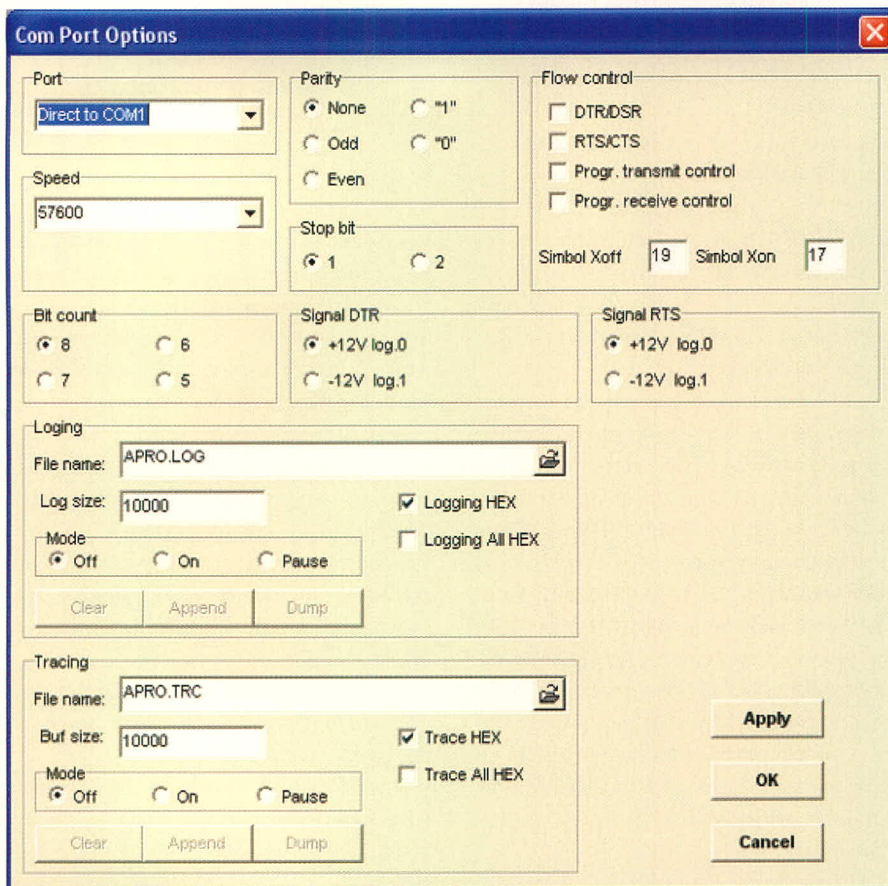


Рис. 2. Вид окна настроек COM-порта

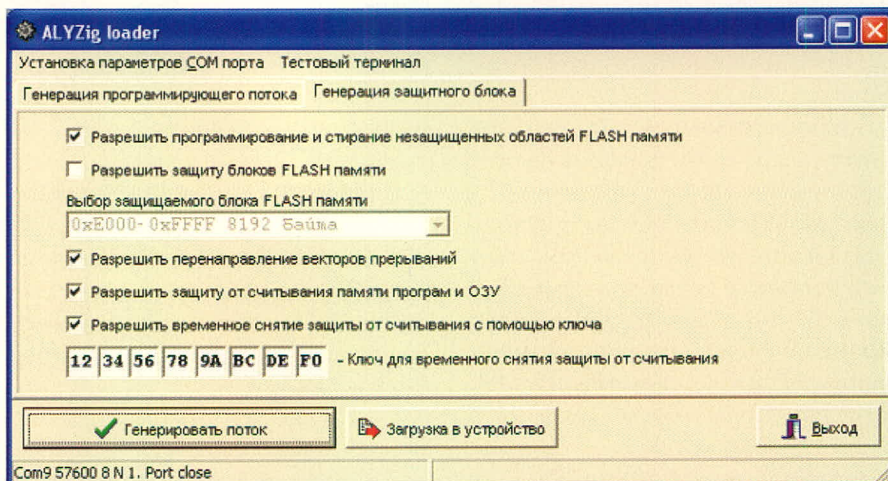


Рис. 3. Вид закладки для генерации защитного блока

Если это условие не соблюдается, то необходимо блоки информации дополнять до заданной длины. В загрузчике используется дополнение данными с выхода генератора псевдослучайных чисел.

После дешифрования пакетов с информацией загрузчик проверяет корректность специальной сигнатуры в начале пакета. Сигнатура – это четыре заранее определённых байта, которые вставляются в пакет при шифровании. Сохранность сигнатуры означает, что пакет был расшифрован правильно.

Реализация AES в микроконтроллере MC1321x занимает 1342 байта Flash-памяти и требует 776 байт ОЗУ.

ПРОТОКОЛ ОБМЕНА

Протокол обмена загрузчика очень прост. Пакеты потока последовательно выслаются из PC по последовательному интерфейсу в микроконтроллер. После каждого пакета ожидается один байт ответа от микроконтроллера. Ответ может либо быть положительным, либо представлять код ошибки. Ожидание ответа может длиться некоторое время, по истече-

нии которого программой PC фиксируется ошибка.

Программирующий поток состоит из пакетов, которые имеют формат, представленный на рис. 1. Пакеты могут передавать команды или данные и могут быть следующих типов:

- передача блока программируемых данных,
- передача команды предварительной подготовки страницы программируемых данных,
- передача команды на программирование данных,
- передача команды на стирание страницы Flash-памяти,
- передача команды на запись контрольной суммы,
- передача команды на сброс микроконтроллера.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В дополнительных материалах к статье на сайте журнала можно найти программу ALYZil.exe, которая работает как генератор программирующего потока и как программатор устройства. Программа разработана для выполнения в среде Windows XP. Вместе с программой также публикуются её исходные тексты для среды разработки Delphi 7. В качестве входных данных при генерации программирующего потока программа принимает файлы в стандарте Intel HEX или Motorola S-records. Программа снабжается конфигурационным файлом. Содержимое файла представляется в виде текстовых строк с парами: имя параметра – значение параметра. Описания параметров в конфигурационном файле приведены в таблице.

В режиме программирования программа может просто считывать файл потока и направлять его в устройство через COM-порт компьютера. Для этого поле «Файл загружаемой программы» должно быть пустым. Стоит отметить, что COM-порт может быть и виртуальным, например, реализованным на USB-интерфейсе, или располагаться на удалённом компьютере через механизм совместного использования портов. Трудностей при этом никаких не возникнет, поскольку в программе не используются модемные сигналы COM-порта и сделаны достаточно длительные тайм-ауты.

Для подключения к устройству необходимо настроить параметры

СОМ-порта. Для этого выбирается пункт меню «Установка параметров СОМ-порта». Неопытным пользователям следует оставить все настройки, как показано на рис. 2, кроме номера СОМ-порта, который необходимо правильно определить самому пользователю.

Для генерации программирующего потока необходимо перейти на закладку «Генерация программирующего потока» и в поле «Файл конфигурации» ввести путь и имя конфигурационного файла, а в поле «Файл загружаемой программы» ввести путь и имя файла с расширением HEX или S19, содержащего код программы. В поле «Файл программирующего потока» надо ввести имя выходного файла и нажать одну из двух кнопок в зависимости от желаемого действия. Кнопка «Генерировать поток» создаёт файл потока, но программирование в устройство не производится. Кнопка «Загрузка в устройство» генерирует поток и запускает его передачу в устройство. Если поле «Файл загружаемой программы» в этот момент пустое, то поток не генерируется, а производится попытка его считывания из файла, указанного в поле «Файл программирующего потока».

При генерации также нужно определить две опции. Если опция «Стирать страницы перед программированием» отмечена, то перед программированием 512-байтных страниц Flash-памяти микроконтроллера загрузчик их будет полностью стирать. Если опция не отмечена, то загрузчик сохранит содержание страницы по тем адресам, на которые не накладывается новая информация при программировании страницы. Отмеченная опция «Не шифровать выходной поток» отключает шифрование, позволяя проверить корректность формирования выходного потока.

При использовании во время разработки недорогого внутрисхемного отладчика Multilink у пользователя нет удобной возможности установить необходимые атрибуты защиты и конфигурации памяти. Поэтому после записи самого загрузчика в память микроконтроллера он остаётся незащищённым от случайных модификаций.

Для правильной конфигурации областей, занятых загрузчиком, и их защиты от модификации программа в закладке «Генерация защитного бло-

ка» позволяет установить необходимые биты и запрограммировать соответствующую страницу во Flash-памяти микроконтроллера. Эти действия следует проделать прежде, чем запрограммировать прикладной код в микроконтроллер.

На рис. 3 показаны опции генератора защитного блока. Загрузчик располагается в верхних областях памяти микроконтроллера, начиная с адреса 0xE000. Поэтому необходимо включить опцию «Разрешить защиту блоков Flash-памяти» и выбрать блок размером 8192 байта. Также необходимо включить опцию «Разрешить перенаправление векторов прерываний». По желанию пользователя опция «Разрешить защиту от считывания памяти программ и ОЗУ» может оставаться не включенной. Ключ для временного снятия защиты от считывания может содержать только шестнадцатеричные цифры и должен быть сохранён пользователем отдельно, поскольку программа его нигде не упоминает.

Важно помнить, что после защиты блока Flash-памяти изменить заданную конфигурацию из данной программы будет невозможно. Единственной возможностью для этого остаётся полное стирание всей Flash-памяти микроконтроллера с помощью BDM-отладчика и перепрограммирование (загрузчика в том числе).

В дополнительных материалах на сайте журнала также находятся исходные тексты загрузчика. Они представлены в составе файлов проекта для среды разработки CodeWarrior IDE версии 5.7.0 build 2015 с компилятором и линкером версии 5.0.14.6124 для семейства HC08. Загрузчик разработан для платы 13213-NCB (Network Coordinator Board) из состава оценочного набора фирмы Freescale, но особенности аппаратной платформы очень мало отражаются на исходных текстах, и поэтому их можно считать достаточно универсальными для семейства микроконтроллеров MC1321x.

Для конфигурации области расположения загрузчика в памяти микроконтроллера используется файл Project.prm. Объём памяти, занимаемый кодом загрузчика, адреса процедур, компоновку и глубину использования стека можно просмотреть в файле Project.map.

DC/DC-преобразователи для жёстких условий эксплуатации

Диапазон рабочих температур от -40 до +100°C (основание корпуса)
Высокий показатель надёжности
Стойкость к внешним воздействующим факторам
Стандартный набор сервисных функций



ЖТА серия

10/15/20 Вт

- Небольшие габариты
- КПД до 84%
- Широкий диапазон входных напряжений: 9...36 и 18...75 В
- Одноканальные и двухканальные модели
- MTBF: 1 000 000 час (MIL-HDBK-217F)



ИЧН серия

50/75/100/150/200 Вт

- Гальваническая развязка вход-выход 1500 В (постоянное напряжение)
- КПД до 85%
- Диапазоны входных напряжений: 9...36, 18...75, 18...36 и 36...75 В
- Одноканальные и двухканальные модели
- Защита от короткого замыкания нагрузки длительного действия
- Экранированный с пяти сторон корпус
- MTBF: >1 000 000 час (MIL-HDBK-217F, при 25°C)



THE XPERTS IN POWER

PROSOFT®

Тел./факс: (495) 234-0636/0640
info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Адаптер USB – RS-485

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

В этой статье приводится описание простого адаптера на основе микроконтроллера CP2103, позволяющего преобразовать интерфейс USB в RS-485.

При решении задач автоматизации производства для обеспечения связи персонального компьютера с периферийными устройствами автоматизации, как правило, применяется промышленный интерфейс RS-485. Однако современные персональные компьютеры в стандартной поставке не имеют такого интерфейса в своём составе. В то же время интерфейс USB является одним из самых распространённых компьютерных интерфейсов и входит в состав практически всех современных моделей компьютеров. С помощью несложного адаптера можно преобразовать интер-

фейс USB в RS-485. Такой адаптер разработан автором на основе современного микроконтроллера CP2103 компании Silicon Laboratories. Подробное описание микроконтроллера (data sheet) приведено на сайте [1], а все основные характеристики на русском языке приведены на сайтах [2, 3]. Микросхема CP2103 представляет собой мостовой контроллер USB ↔ UART, позволяющий создавать устройства, поддерживающие интерфейсы RS-232, RS-422 и RS-485 для компьютеров, имеющих только USB-порт. Кроме простоты схемы, данный адаптер обладает замечательным

преимуществом – он не требует разработки драйверов, т.к. компания, выпускающая микросхему CP2103, свободно распространяет драйверы для операционных систем Windows 98SE/2000/XP/2003, Macintosh OS9/OSX и Linux 2.4.

На основе микросхемы CP2103 можно разработать множество полезных устройств. Вот далеко не полный перечень таких устройств:

- адаптеры USB ↔ UART для модернизации различных устройств;
- адаптеры USB ↔ RS-232/RS-422/RS-485;
- интерфейсы для КПК, мобильных телефонов, цифровых фотокамер, MP3-проигрывателей и т.п.;
- считыватели Smart card, Flash card и т.п.;
- USB-модемы и системы управления;
- USB-считыватели штрих-кодов.

Принципиальная электрическая схема адаптера USB → RS-485 приведена на рис. 1. Она состоит всего лишь из двух микросхем и нескольких пассивных элементов. Перечень элементов схемы приведён в табл. 1. Внешний вид печатных плат адаптера и его сборочный чертёж приведены на сайте журнала. Адаптер не требует отладки и настройки и при правильной сборке сразу начинает работать. Перед первым подключением адаптера к компьютеру необходимо убедиться в отсутствии короткого замыкания между выводами разъёмов X1 и X2. Порядок установки драйверов для адаптера и подключения адаптера также находятся на сайте журнала.

При изготовлении микросхем CP2103 конфигурационная память EEPROM, входящая в состав самой микросхемы, программируется заводскими установками. После изготовления адаптера при желании можно выполнить перепрограммирование конфигурационной памяти, например, с целью изменения названия адаптера или его серийного номера. Перепрограммирование может потребоваться и в том случае, если появится необходимость подключения к компьютеру одновременно не-

Таблица 1. Перечень элементов адаптера USB → RS-485

Обозначение	Наименование	Количество
C1–C3	Чип-конденсаторы керамические 1206, 1 мкФ	3
CP1	Чип-конденсатор электролитический СТ-100 ± 20%-010-A, 10 мкФ, 10В	1
D1	Микросхема CP2103-GM, корпус QFN	1
D2	Микросхема MAX485, корпус DIP-8	1
HL1, HL2	Светодиоды L934	2
R1	Чип-резистор 1206, 4,7 кОм	1
R2, R3	Чип-резисторы 1206, 510 Ом	2
R4	Чип-резистор 1206, 10 кОм	1
R5	Чип-резистор 1206, 120 Ом	1
R6	Чип-резистор 1206, 10 кОм	1
X1	Вилка USB B-4 на плату, тип B	1
X2	Вилка DRB-9M	1
J1–J3	Вилка PLS-2	3
	Перемычка MJ	3

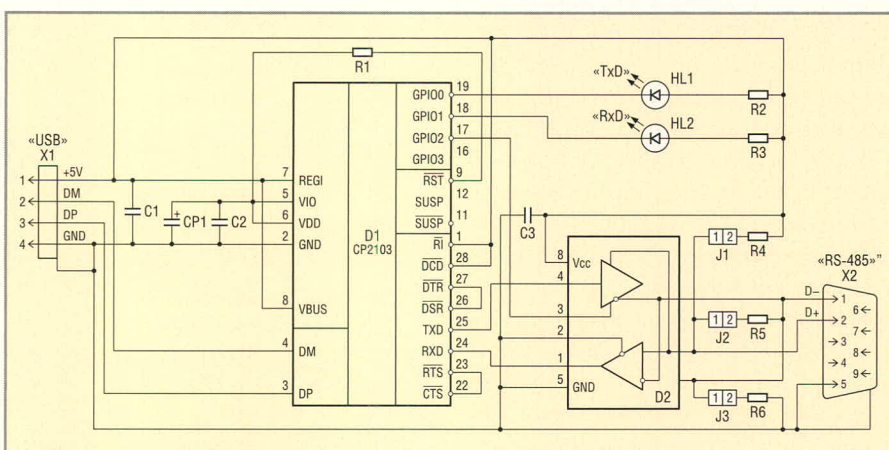


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема адаптера USB → RS-485

скольких адаптеров. В этом случае номера адаптеров должны отличаться друг от друга.

Программирование адаптера производится непосредственно через интерфейс USB, который одновременно обеспечивает питание адаптера. До начала программирования необходимо загрузить с сайта [1] свободно распространяемый архив файлов AN144SW.zip. Размер архива составляет всего 151 999 байт. Архив вместе с исходным текстом программы содержит программу CP2101SetIDs.exe. Распакуйте все файлы из архивного файла AN144SW.zip в отдельный каталог, подключите адаптер к USB-интерфейсу компьютера и запустите программу CP2101SetIDs.exe. На экране монитора появится окно (рис. 2) с полями для заполнения различных идентификаторов, кода продукта, его названия и т.п.

После подключения адаптера USB → RS-485 к компьютеру, необходимо обновить список обнаруженных устройств, нажав в программе кнопку Update Device List. При этом поля программы автоматически заполнятся считанными из адаптера идентификационными данными.

В табл. 2 приведены данные, которые должны находиться в полях данных программы, и пояснение их назначения. Для успешного перепрограммирования необходимо изменить значение номера или название устройства в соответствующем поле формы программы, установить флажок напротив этого поля и щёлкнуть левой кнопкой мыши по программной кнопке Program Device. Если вы не хотите изменять заводские установки, просто выйдите из программы.

Таблица 2. Поля данных программы CP2101SetIDs.exe и их назначение

Название поля	Назначение	Данные
Select Device	Выбранное устройство	Служебное имя устройства
VID	Код поставщика	10C4
PID	Код производителя	EA60
Max. Power (2mA Units)	Максимальное потребление тока (2 мА на единицу)	32
Power Use Attributes	Атрибуты питания	Self-powered (Режим энергосбережения)
Serial Number	Серийный номер	0001 (не более 63 символов)
Product String	Название продукта	CP2102 USB to UART Bridge Controller (не более 126 символов)
Release Version	Номер версии	1.0

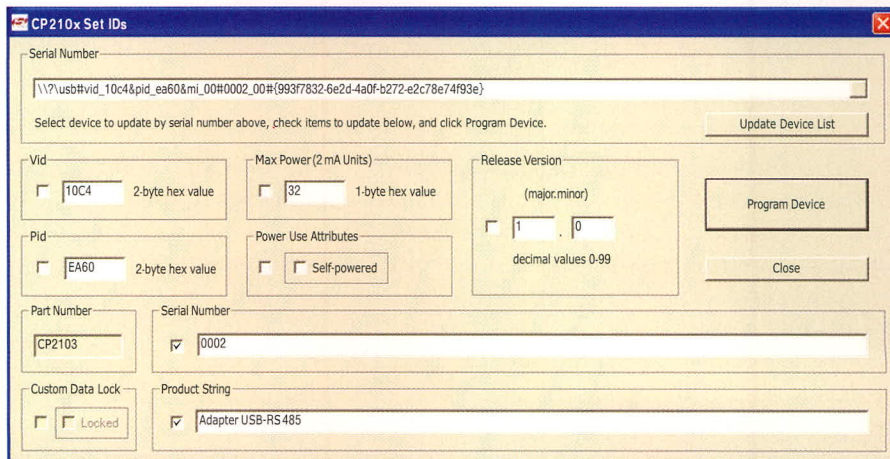


Рис. 2. Окно программы CP2101SetIDs.exe с полями для заполнения различных данных


Далее можно пользоваться адаптером USB → RS-485 с помощью различных программных приложений, которые позволяют осуществлять передачу данных через COM-порты компьютера.

Выводы GPIO микроконтроллера CP2103 по умолчанию запрограммированы как управляющие выходы и соответствуют их использованию в схеме адаптера USB – RS-485. В других схемах допускается программное изменение функций этих выводов с помощью программы конфигурирования, входящей в состав свободно распространяемого архива AN223SW.zip, размещённого на сайте компании-производителя [1]. Архив

содержит программы конфигурирования выводов GPIO вместе с исходными текстами этих программ.

Адаптера USB → RS-485 можно модифицировать, превратив его в адаптеры USB → RS-422, USB → UART или USB → COM. Это осуществляется включением после микросхемы CP2103 соответствующих согласующих микросхем. Таким образом, адаптер может быть легко трансформирован для решения различных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.silabs.com.
2. www.electrosnab.ru/silabs/Silabs_1_3.htm.
3. www.atos.ru/LABELS/cp2103.htm. 

Новости мира News of the World Новости мира

AMD и Hynix врываются в TOP-10

После нескольких лет «топтания» на подступах к десятке крупнейших производителей полупроводниковой продукции компании AMD и Hynix наконец-то сделали шаг в высшую часть рейтинга, согласно оценкам аналитического агентства iSuppli. По итогам 2006 г. увеличение выручки AMD ожидает достичь впечатляющих 90%, что переведёт компанию сразу на восемь мест вперёд – с 15 на 7. В свою очередь, достижение Hynix также не заурядное. Увеличение оборота на 32% при-

ведёт южнокорейского производителя с одиннадцатого по итогам прошлого года к восьмому месту в рейтинге.

Успехи обеих компаний аналитики связывают с повышением продаж полупроводниковой отрасли в целом. В случае AMD рост выручки связан не только со стойким спросом на процессоры компании, но также и с приобретением канадской ATI. Без учёта доли графического подразделения AMD увеличила бы выручку только на 37,5%, что всё равно выглядит значительно на фоне Intel, которая всё ещё удерживает первое место в рейтинге.

Южнокорейская Hynix своим успехом всецело обязана DRAM-продуктам и NAND-флэш-памяти, спрос на которые не спадал в течение всего года. Объём продаж памяти Hynix за 2006 г. увеличится на \$1,8 млрд. и достигнет \$7,4 млрд. Именно рынок памяти увеличивает показатель объёма продаж всей полупроводниковой отрасли, т.к. агрессивные ценовые войны AMD – Intel в самом весомом рынке микропроцессоров вызвали снижение указанного показателя на 0,3% относительно уровня 2005 г.

www.3dnews.ru

Разработка многокаскадных усилителей класса С для импульсных радарных применений

Печатается с разрешения фирмы Integra Technologies (<http://www.integratech.com>)

Джим Кертис (Jim Curtis) (США)

Перевод Станислава Дидилева

В статье описана методика создания полупроводникового усилителя для радарных применений. Особое внимание уделяется разработке активных цепей усилителя и определению характеристик всех его компонентов. Кратко освещены проблемы каскадирования и объединения мощности параллельных цепочек усиления. В качестве примера в статье приводится гипотетический многокаскадный СВЧ-усилитель мощности S-диапазона.

В импульсных полупроводниковых усилителях для радарных систем могут использоваться как активные фазированные антенные решетки (АФАР), так и традиционные механически управляемые антенны. В системах на основе активных ФАР приёмопередающие модули, как правило, располагаются по всей несущей поверхности, к которой крепятся отдельные антенны. В некоторых случаях приёмопередающие модули и антенны выполняются в едином корпусе. Иногда они соединяются между собой линиями передачи сигнала – волноводами, коаксиальными кабелями. В любом случае модули механически распределяются по несущей конструкции антенны, а управление сдвигом фазы каждого модуля при формировании луча осуществляется электронным способом.

В традиционных радарных системах, где в качестве активных элементов используются биполярные СВЧ-транзисторы, в передатчик поступает мощность множества модулей. Для этого часто используются радиальные сумматоры. Все модули устанавливаются в едином корпусе, имеющем один мощный выход, к которому подключается антенный переключатель и (или) другие устройства, например, фильтры, циркуляторы и т.д. Далее подключается механически управляемая антенна или антенная система.

Нужная величина выходной мощности достигается за счёт множества

отдельных усилительных каскадов. Процедура их разработки, описанная в этой статье, подходит для усилителей, применяющихся в обоих типах радарных систем.

Разработка начинается с создания блок-схемы, которая позволяет сначала определить требования к усилителю в целом, а затем – к отдельным его компонентам и цепям.

Требования к тому или иному узлу сравниваются с характеристиками реально доступных компонентов. Это делается для того, чтобы можно было определить архитектуру усилителя, параметры отдельных каскадов усиления и потери в пассивных составляющих схем. Затем с помощью табличного или иного метода определяются общие параметры усилителя. На основе полученных данных строится блок-схема, которая показывает архитектуру усилителя и содержит данные по каждому из его элементов. Схема усилителя считается удачной, если его расчётные характеристики могут быть получены при использовании доступных электронных компонентов. Кроме характеристик большое значение имеют также надёжность и стоимость будущего устройства, однако в этой статье мы сосредоточимся только на электрических характеристиках.

Мы будем рассматривать разработку типового трёхкаскадного усилителя класса С для S-диапазона. Он может

быть использован как в качестве усилительной подсистемы в приёмопередающем модуле, входящем в состав АФАР, так и в одном из многих модулей традиционной радарной системы.

ДОСТИЖЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УСИЛИТЕЛЯ

Очень важно понимать, за счёт чего будет достигнуто нужное значение того или иного параметра усилителя. Часто бывает так, что значения некоторых параметров не могут быть достигнуты либо их достижение требует значительных затрат и усложняет схему. Параметры, значения которых тяжело или невозможно достичь, должны быть определены в первую очередь. Это необходимо для того, чтобы выяснить, требуются ли изменения на системном уровне для реализации схемы на практике. Необходимо, чтобы разрабатываемый усилитель имел некоторый запас по значениям параметров. Если «бумажный» вариант усилителя всего лишь соответствует требованиям технического задания, то, скорее всего, при серийном производстве такого соответствия достичь не удастся.

Важно знать, для какого диапазона температур задаются требуемые параметры усилителя: либо параметры задаются для «комнатной температуры» и допускается их изменение в разумных пределах при изменении температуры, либо задаются минимальные значения параметров в пределах широкого температурного диапазона. В нашем примере требуемые параметры задаются для «комнатной температуры» с разумным допуском при её изменении. Подробнее мы обсудим это чуть позже.

Исходя из условий, изложенных в табл. 1, можно подобрать необходимые биполярные транзисторы, работающие в требуемом диапазоне частот при заданных временных параметрах

импульса. Выбранные транзисторы обеспечивают мощность около 100 Вт. Следовательно, потребуется не менее четырёх транзисторов для обеспечения необходимой выходной мощности. Транзисторы данного частотного диапазона обладают усилением около 8 дБ. Это значит, что понадобится не менее трёх каскадов усиления для достижения необходимой мощности. Хорошим решением является защита выхода транзисторного усилителя с помощью развязки (согласованного циркулятора). Это не только защищает усилитель от рассогласования на выходе, но и изолирует его от посторонних сигналов, отрицательно влияющих на его характеристики.

Усиление трёх каскадов в нашем случае больше требуемого, что является положительным фактором. Регулируя ослабление сигнала, можно добиться нужного усиления и компенсировать разброс параметров при серийном производстве.

Межкаскадные потери улучшают стабильность усилителя, но уменьшают эффективность его работы и увеличивают стоимость. Эти недостатки компенсируются существенным улучшением параметров усилителя. Для увеличения его эффективности наиболее целесообразно минимизировать потери, прежде всего, в выходных каскадах. Минимизация потерь должна осуществляться в направлении «от выхода к входу» усилителя. Как только его суммарное усиление превысит 10...15 дБ, небольшие дополнительные потери будут слабо влиять на эффективность работы устройства.

Для увеличения усиления отдельные каскады соединяются последовательно, а для увеличения мощности – параллельно. Как правило, усилительные каскады обладают одинаковым импедансом (например, 50 Ом). В случае параллельного соединения используются делители и сумматоры. Конструкции делителей и сумматоров достаточно разнообразны. Хорошо зарекомен-

довали себя квадратурные мостовые схемы сложения мощности. Квадратурные схемы обладают свойством направлять отражённые волны на изолированный выход. Это происходит из-за того, что в подобных схемах отражение одинаково для каждого выхода. В четырёхполосных квадратурных схемах коэффициент отражения для входа имеет небольшое значение даже в том случае, когда коэффициенты отражения для выходов достаточно велики. При этом обеспечивается хорошее согласование последних. Дополнительную информацию по данному вопросу можно получить в специализированной литературе.

Существует множество вариантов схемотехнического решения квадратурных сумматоров на два направления. Некоторые из них доступны в виде готовых коммерческих продуктов. 2^н этапов усиления могут быть объединены путём каскадирования *N* квадратурных сумматоров на два направления. Часто подобную схему называют «корпоративным суммированием» (corporate combining), поскольку блок-схема подобного усилителя напоминает схему построения организации.

ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЯ

После того как значения параметров единичного усилительного модуля найдены, определяются характеристики всего усилителя в целом, для чего составляется таблица его параметров (см. табл. 2). Данная таблица включает в себя усиление активных приборов, потери в аттенуаторах, делителях и сумматорах, а также усиление или потери в прочих цепях. В то же время таблица определяет общий ток потребления и КПД усилителя в целом.

Такая таблица составляется «от выхода к входу» усилителя. Это сделано потому, что выходной каскад мощного усилителя является наиболее критичной его частью и определяет количество активных приборов для достиже-

Таблица 1. Требуемые характеристики разрабатываемого усилителя S-диапазона

Параметр	Требуемые характеристики
Диапазон рабочих частот, ГГц	3,1...3,4
Выходная мощность, Вт	350
Ширина импульса, мкс	100
Рабочий цикл, %	10
Время нарастания/спада импульса, нс	<100
Усиление, дБ	20
Эффективность %	27,5
Вносимый сдвиг фазы, град	± 20
Типовое значение КСВН	1,5 : 1
Максимальный КСВН	3:01
Напряжение питания, В	36
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+50
Диапазон температур хранения, °С	-40...+100

ния требуемой выходной мощности. Разработчик вначале выбирает компоненты выходного каскада, а уже потом, основываясь на их характеристиках, компоненты для менее критичных каскадов усиления, предшествующих выходному. Разработчиком определяется необходимая мощность для «раскачки» выходного каскада, что, в свою очередь, позволяет подобрать оптимальный драйвер. Необходимое ослабление, если это требуется, вносится со стороны входа усилителя, там, где это возможно. Как упоминалось выше, перенесение цепей ослабления сигнала ко входу усилителя позволяет улучшить эффективность его работы и снизить его стоимость. Процесс добавления участков усиления идёт по направлению от выхода к входу до тех пор, пока требуемое усиление не будет достигнуто или превышено.

Первая строка в таблице 2 содержит показатели усиления или потерь в каждом из компонентов усилителя. Данные для этой строки вводятся вручную, т.е. не рассчитываются. Следующая строка содержит показатели мощности. Значение первой ячейки в этой строке (350 Вт) вводится вруч-

Таблица 2. Таблица параметров усилителя

Параметр	$P_{\text{вых}}$	Развязка	Сумматор	Q3, тип IB3134M100	Делитель	Аттенуатор	Q2, тип IB3134M70	Аттенуатор	Q1, тип IB3134M25	$P_{\text{вх}}$	Всего
Усиление/потери, дБ		-0,25	0,45	8	-0,25	0	7	-2,5	9		
Мощность, Вт	350	350	371	411	65	69	69	14	24	3,1	
Количество транзисторов				4			1		1		
Мощность на один транзистор, Вт				103	16,3		69		24		
Эффективность				40%			40%		40%		27,70%
Ток, А				28,6			4,8		1,7		35,1

ную, остальные значения рассчитываются исходя из значений в строке показателей усиления или потерь. Ниже идет строка, в которой указывается количество параллельно подключенных транзисторов на каскад усиления. Далее идет строка, где показаны вычисленные значения входной и выходной мощности для каждого транзистора. За ней следует строка, где вводятся значения КПД коллекторной цепи каждого транзистора. Самая нижняя строка в таблице показывает рассчитанный ток потребления для каждого каскада. И, в заключение, крайний правый столбец таблицы показывает результирующие параметры всего усилителя: его усиление, КПД и потребляемый ток.

Характеристики транзисторов вводятся покаскадно: слева направо. Характеристики компонентов указываются либо согласно спецификации, либо по итогам измерений. Как только становятся известны параметры транзистора для данного каскада усиления, они автоматически определяют параметры предшествующего каскада. Транзисторы, используемые в усилителе, являются стандартными компонентами, поставляемыми компанией Integra Technologies. Это кремниевые биполярные транзисторы, которые предназначены для работы в усилителях класса С, построенных по схеме с общей базой. Транзисторы были специально разработаны Integra Technologies для радарных применений.

ОЦЕНКА ДИЗАЙНА УСИЛИТЕЛЯ

После того как таблица параметров усилителя заполнена, необходимо сравнить прогнозируемые значения его параметров с требуемыми. В нашем случае эти значения близки, но не совпадают. Поскольку в спецификациях на компоненты характеристики последних указываются с определенным допуском, прототип усилителя, скорее всего, будет удовлетворять требованиям технического задания. Однако следует отметить, что разброс значений параметров компонентов может создать проблемы при серийном производстве.

Наиболее важными характеристиками усилителя являются его выходная мощность и КПД. Если выходные

транзисторы обеспечивают мощность 100 Вт, а потери в сумматоре и цепях развязки такие, как указано в таблице, то выходная мощность составит менее 350 Вт. То есть КПД усилителя едва соответствует заявленным требованиям.

Избежать этого можно следующими способами:

- понизить требования к выходной мощности усилителя;
- применить сумматоры и цепи развязки с малыми потерями;
- увеличить число транзисторов на выходе усилителя.

Системотехническое решение проблемы может состоять в понижении требований к единичному усилителю, например, требований к его выходной мощности и, затем, увеличению числа усилительных модулей, чтобы скомпенсировать эти изменения. Довольно часто такое решение практически оправдано, поскольку в этом случае в схему усилителя добавляется минимум дополнительных компонентов. Вообще создание усилителя должно базироваться на наиболее оптимальном использовании имеющихся схем построения приборов подобного типа.¹ В данном примере мы полагаем, что параметры, показанные в табл. 2, удовлетворяют нашим требованиям.

Как только мы определились с выходным усилительным каскадом, необходимо заняться предшествующими ему каскадами. В промежуточном каскаде Q2 можно использовать тот же транзистор, что и в выходном каскаде. При этом потребуются межкаскадный аттенуатор на 1,5 дБ, но это позволит использовать однотипные схемотехнические решения для пяти цепей. Применение аттенуатора понизит эффективность всего усилителя на 2%. Поскольку нам необходимо обеспечить максимальную эффективность, разумнее использовать альтернативное решение – применить 70-ваттный транзистор в качестве драйвера выходного каскада. В предварительных цепях усиления использование однотипных компонентов предпочтительнее, даже если при этом незначительно снизится эффективность усилителя в целом.

И наконец, выбирается транзистор для входного каскада усиления. При использовании аттенуатора на 2,5 дБ мы можем применить имеющийся

транзистор на 25 Вт. В данном случае применение аттенуатора оправдано, поскольку он обеспечивает согласование импеданса двух усилительных каскадов.

После того как основные параметры тракта усиления определены, отдельные цепи (как активные, так и пассивные) прорабатываются более детально. На этом этапе необходимо более точно определить параметры используемых компонентов, что позволит корректно провести разработку и оптимизировать вышеуказанные цепи. Разработчики, как правило, пользуются данными, приведенными в документации на используемые приборы, однако это должно служить лишь отправной точкой в разработке. Для каждого критичного компонента схемы необходимо определить его параметры при работе в реальной схеме усилителя, со всеми ограничениями, накладываемыми используемым схемотехническим решением и конструктивными особенностями. В результате мы получаем информацию о работе используемых компонентов в реальных условиях с учетом паразитных связей, зависящих от материала подложки, системы заземления и т.д. Эту информацию невозможно получить из спецификаций.

РАЗРАБОТКА АКТИВНЫХ ЦЕПЕЙ УСИЛИТЕЛЯ (КАСКАДОВ УСИЛЕНИЯ)

Как уже говорилось выше, мы должны более точно определить параметры критичных компонентов схемы. Например, если мы намереваемся использовать квадратурные сумматоры для поверхностного монтажа, нам необходимо определить точные параметры этих компонентов в схеме включения, которая будет использована в нашем усилителе, поскольку характеристики сумматоров будут сильно зависеть от схемы заземления и расположения сигнальных цепей.

При этом используются различные методики, такие как измерение параметров сигнала в различных точках схемы, измерение коэффициента отражения методом совмещения прямого и отраженного испытательных сигналов и т.д.

Наилучшим методом для определения характеристик мощных СВЧ-

¹ Следует отметить, что запас по эффективности и требования к мощности усилителя в данном примере приведены для иллюстрации типичных проблем, возникающих при создании усилителя. В любом случае в процессе разработки усилителя важно, чтобы проектируемые параметры соответствовали или превосходили требуемые.

транзисторов является метод согласования нагрузок (load pull). Суть данного метода заключается в том, чтобы испытать транзистор при различных значениях импеданса нагрузки, измеряя при этом его характеристики. Например, транзистор подключается к источнику импульсного сигнала определённой частоты, при этом измеряются значения входной и выходной мощности, тока коллектора, параметры импульса и другие важные характеристики. После обработки данных определяются точки импеданса, и на круговой диаграмме полных сопротивлений строятся кривые равной мощности, равной эффективности и т.д. Набор кривых, например, выходная мощность и эффективность, могут быть наложены друг на друга с целью определения «точек наибольшей эффективности». Данные измерения повторяются для различных частот внутри интересующего нас диапазона. Частоты измерений должны быть достаточно близко расположены друг к другу для выделения тенденции изменения параметров в интересующем нас диапазоне. В нашем случае (в диапазоне 3,1...3,4 ГГц), мы можем начать с трёх точек измерения параметров. Если полученные данные будут достаточно «гладкими», то возможно провести экстраполяцию данных. В противном случае придётся уменьшить шаг проведения измерений до 100 или 50 МГц. Этот процесс можно автоматизировать, используя специализированное коммерчески доступное оборудование.² Ниже мы опишем, как провести процесс вручную.

Уточнение характеристик методом согласования нагрузок

Процесс уточнения характеристик включает в себя согласование транзистора в нескольких точках с использованием специальных подстроечных цепей. При этом снимаются значения КПД и импеданса. Затем по полученным значениям на плоскости полных сопротивлений строится кривая равного КПД. Важно

в начале измерений включить транзистор в схему «предварительного согласования» для обеспечения приемлемого согласования.³ Эта схема должна представлять собой съёмную конструкцию для обеспечения возможности измерения суммарного импеданса коллекторной цепи согласования транзистора и внешних подстроечных цепей.

Измерения проводятся следующим образом. Транзистор включается по вышеуказанной схеме, и к его выходу подключается внешняя настроечная цепь. Последняя должна допускать подстройку в небольших пределах для обеспечения либо оптимального согласования, либо известного рас- согласования (но не более чем 3 : 1).

Настройки подстроечной цепи фиксируются или записываются, и производится измерение параметров производительности.

Внешняя цепь «предварительного согласования», включая подстроечные цепи, подсоединяется к измерительной цепи.⁴ Измерительная цепь может состоять из микрополосковой линии с волновым сопротивлением 50 Ом. Она позволяет проводить измерения импеданса, используя специализированный анализатор спектра с расширенными возможностями. В идеале ширина полосковой линии должна соответствовать ширине вывода коллектора применяемого транзистора. Целесообразно также использовать в качестве подложки для данной линии материал с малым значением диэлектрической проницаемости. Измерительный электрод анализатора подключают в том месте, где должен находиться коллекторный вывод нашего транзистора. После этого измеряется импеданс цепи.

Процесс уточнения характеристик может быть полуавтоматизирован при использовании специальных подстроечных цепей с низкими потерями. Схема с транзистором подключается к подстроечной цепи, и диэлектрические настроечные элементы устанавливаются таким образом, чтобы получить известные значения импеданса. Показания снимаются по-

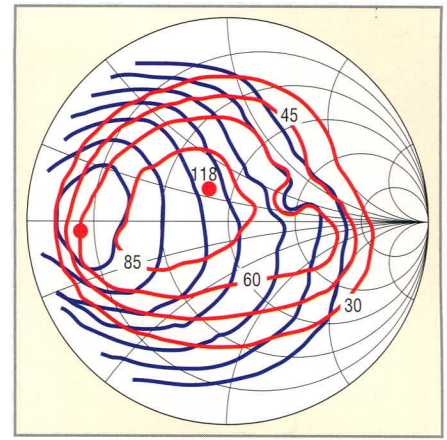


Рис. 1. Диаграмма согласования нагрузок

Кривые постоянной мощности на диаграмме помечены, кривые постоянной эффективности – не помечены

следовательно через 20...30° вращения фазы. При этом мы получаем от 12 до 18 точек измерений на один настроечный элемент при условии, что мы охватываем все 360° поворота фазы. Количество точек измерения может быть увеличено путём использования диэлектрических элементов, вносящих различную степень рассогласования цепи. Точки импеданса, отнесённые к коллекторной цепи транзистора, вместе с другими показателями наносятся на круговую диаграмму полных сопротивлений, где строятся кривые равных значений выбранных параметров. Кривые строятся либо прямым соединением точек, либо путём экстраполяции. Данная методика даёт результаты, сходные с теми, которые получаются при использовании коммерческих систем аналогичного назначения. К сожалению, точность метода зависит от опыта оператора, а проведение измерений занимает значительное время. Но, тем не менее, применение данной методики считается целесообразным, поскольку мы получаем необходимую информацию для проведения оптимизации цепей согласования транзистора.

На рис. 1 показана диаграмма, составленная вышеуказанным методом. Точки были нанесены по полученным данным, а линии – нарисованы от руки.

² См. описания оборудования компаний Maury Microwave (www.maurymicrowave.com) и Focus Microwave (www.focusmicrowave.com). На вышеуказанных сайтах представлена информация не только об оборудовании, но и об особенностях методики проведения измерений.

³ В случае, когда цепь «предварительного согласования» плохо настроена, потери будут велики. Вследствие этого невозможно будет измерить параметры транзистора, поскольку потери будут меняться в зависимости от КСВН в цепях нагрузки и мы получим не реальные параметры транзистора, а их значения с учётом неизвестных потерь.

⁴ Используя две идентичные цепи «предварительного согласования», можно вынести подстроечные цепи из транзисторной схемы во вторую цепь «предварительного согласования» и таким образом избежать процедуры удаления транзистора для проведения измерений импеданса.

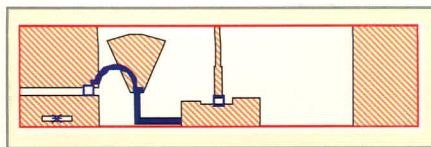


Рис. 2. Выходные цепи согласования для транзистора ИВ3134М100

После того как получены необходимые данные, выбираются оптимальные значения импеданса для каждой из рабочих частот. Часто эти значения не согласуются с двумя или несколькими другими параметрами усилителя, как правило – эффективностью и пиковой мощностью.

Следующим шагом является создание согласующих цепей, которые трансформируют импеданс нагрузки (50 Ом) в необходимый импеданс коллекторной цепи транзистора. И здесь не обходится без компромиссов, поскольку невозможно одновременно достигнуть оптимального импеданса для каждой частоты. Так как с ростом частоты эффективность усилителя уменьшается, разработчики стараются достичь оптимального согласования в верхнем конце рабочего диапазона, допуская некоторое рассогласование на низших частотах. Полученная выше диаграмма позволяет подобрать наилучшее согласование на этих частотах.

СОГЛАСОВАНИЕ ИМПЕДАНСА ТРАНЗИСТОРА

Одной из признанных методик согласования импеданса транзистора является выделение комплексной составляющей импеданса, а затем – преобразование оставшейся действительной его составляющей. При этом используется цепь согласования, выполненная в виде нескольких секций ФНЧ. Если действительная составляющая импеданса нагрузки при изменении частоты остаётся сравнительно неизменной, то в качестве первого элемента схемы согласования используются последовательно включенные компоненты или линии передачи сигнала. В случае, когда сравнительно неизменной остаётся действительная составляющая полной проводимости нагрузки, в качестве первого элемента используются шунтирующие цепи или линии передачи сигнала, использующие эти цепи. Оптимальный импеданс нагрузки мощных СВЧ-транзисторов имеет достаточно малое значение – как правило, около 1 Ом. В случае, когда импеданс нагрузки имеет малое значение и

его мнимая составляющая незначительна, практически невозможно использовать или подключить шунтирующую цепь с малым импедансом. Поэтому на практике в качестве первого элемента согласующей цепи используется последовательная линия передачи с малым полным сопротивлением. Оставшиеся секции цепи согласования состоят из чередующихся участков с высоким и низким импедансом, которые можно представить в виде последовательно включенных катушек индуктивности и шунтирующих конденсаторов – так называемый П-контур. Секции П-контра можно оптимизировать, используя круговую диаграмму полных сопротивлений или специальное программное обеспечение для анализа СВЧ-цепей.

В некоторых случаях для уменьшения размеров в цепь с распределёнными параметрами добавляют компоненты с сосредоточенными параметрами. Перед использованием таких компонентов необходимо определить их импеданс и потери. Поскольку данные компоненты часто добавляются в те точки схемы, где значение импеданса невелико, протекающие в них токи имеют достаточно высокие значения. В связи с этим такие компоненты должны обладать крайне малыми потерями. Паразитная последовательная индуктивность и индуктивность цепей заземления (межслойных соединений и перемычек) также должна быть мала. Вообще следует проводить оценку паразитных явлений, поскольку последние должны быть учтены при разработке и анализе схемы.

Типовая схема согласования коллекторной цепи выходного транзистора ИВ3134М100, разработанная в результате рассмотренных выше процедур, приведена на рис. 2.

Разработка входных согласующих цепей осуществляется похожим образом. При помощи метода согласования нагрузок определяется оптимальное значение входного импеданса. Для этого внешняя цепь согласования настраивается с целью минимизации обратных потерь на входе. При этом измеряется значение импеданса на выходе цепи входного согласования. Некоторые разработчики также проводят оценку степени согласованности импеданса источника сигнала, однако, это обычно делается только для усилителей, работающих в линейном режиме, поскольку изменение импеданса

источника сигнала в таких схемах может повлечь за собой искажение сигнала. При разработке входных цепей усилителей класса С, работающих в импульсном режиме, подобной операции не требуется. Достаточно добиться оптимального согласования. После того как получены данные по выходному импедансу, данные по входному импедансу измеряются точно – на каждой из заданных частот. Поскольку в транзисторных усилителях существует связь между входными и выходными цепями, входное согласование является менее критичным и может быть определено всего лишь в одной точке для каждой частоты – точке, соответствующей оптимальному согласованию. После определения оптимального значения входного импеданса разрабатывается соответствующая цепь согласования по методике, приведённой выше.

ЦЕПИ СМЕЩЕНИЯ

Для обеспечения работы биполярного транзистора в усилителях класса С необходимо смещение обеспечивается путём включения между эмиттером и базой транзистора ВЧ-дресселя с низким сопротивлением. Это обеспечивает запирающие транзистора по постоянному току. Транзисторы рассматриваемого усилителя включены по схеме с общей базой, поэтому выводы базы транзисторов непосредственно соединены с общим проводом. Нам остаётся только соединить их эмиттеры с «земляной» шиной посредством ВЧ-дресселей с низким сопротивлением. Индуктивность между эмиттером и базой должна быть учтена, поскольку она влияет на время нарастания и спада импульса. В момент открытия транзистора, при нарастании импульса, изменение тока в цепи индуцирует отрицательное смещение между базой и эмиттером. Оно препятствует открытию транзистора и увеличивает время нарастания импульса. При спаде импульса, наоборот, изменение тока индуцирует положительное смещение, препятствующее закрытию транзистора. Уменьшение паразитной индуктивности между эмиттером и базой позволяет минимизировать оба эти эффекта. Полная индуктивность цепи между эмиттером и базой включает в себя сумму индуктивностей её компонентов в точке, где к эмиттеру подключается шунтирующий дроссель. Размеры ВЧ-дресселя должны быть настолько малы, насколько это возможно, а

место его подключения должно быть максимально близко к транзистору для уменьшения общей индуктивности. Таковы основные требования к цепям смещения эмиттера.

В коллекторную цепь транзистора включается ВЧ-дроссель, а затем данная цепь шунтируется конденсаторами для уменьшения импеданса источника питания в видеодиапазоне сигнала. (Здесь видеодиапазон – ширина полосы частотного спектра импульса сигнала. – Прим. переводчика.) Ширина видеодиапазона сигнала зависит от параметров импульса. В нашем случае при длительности фронта импульса 100 нс видеодиапазон составит чуть более 10 МГц. Уменьшение сопротивления источника питания в подобной полосе частот не является особенно сложной задачей. Коллекторная цепь должна включать шунтирующие конденсаторы, работающие при низких, средних и высоких частотах, поскольку паразитные явления и потери ограничивают «частотную эффективность» отдельно взятого шунтирующего конденсатора. Цепи шунтирования также должны эффективно подавлять сигналы рабочего диапазона частот усилителя, препятствуя межкаскадным наводкам по цепям питания. Наконец, добавление RC-цепочки между коллекторной цепью и «землёй» способствует улучшению стабильности работы усилителя, представляя собой действительную часть импеданса нагрузки на частотах, выходящих за пределы, обеспечиваемые шунтирующими конденсаторами. В случае добавления RC-цепочки её параметры определяются экспериментально.

Оптимизация усилителя

При разработке отдельных каскадов усиления их схемы воплощаются в «реальное железо» и тестируются. При тестировании каждый каскад выполняется в виде отдельного модуля. Такое решение позволяет использовать специальную измерительную аппаратуру для определения параметров входных и выходных согласующих цепей. В случае, когда параметры удовлетворяют ожидаемым значениям, можно собирать линейку усиления в целом, включая активные компоненты, и затем проводить тонкую настройку путём подрезания полосковых линий или иным способом. В противном случае необходимо проанализировать схему для выяснения причин отклонения па-

раметров и устранить эти причины, после чего можно приступить к сборке и окончательной настройке усилителя.

Каскадирование усилителя

Для увеличения выходной мощности отдельные каскады усиления включаются параллельно. Существует несколько методов суммирования мощностей. Вообще в области СВЧ делители и сумматоры могут быть разделены на две большие категории: синфазные и квадратурные. Мост Вилкинсона (the Wilkinson hybrid) является типичным синфазным N-полюсным сумматором/делителем. Его преимуществами являются широкополосность, относительно простой процесс расчёта и создания конструкции, а также хорошая развязка между выходами. Между тем, достаточно сложно разместить изолирующие резисторы на планарных подложках в случае, когда требуется более чем два выхода (в случае делителя). И что более важно, мосты Вилкинсона допускают проникновение отражённых от выходов сигналов на вход. Квадратурные мосты более сложны в расчёте и создании, однако они не допускают проникновения отражённого сигнала на вход, т.е. имеют высокие значения обратных потерь на входе даже в случае, когда выходные порты (в случае делителя) подключены к несогласованным нагрузкам. Квадратурные мосты обеспечивают близкое значение импеданса, т.е. одинаковую амплитуду и фазу сигнала, для выходов. Подобная особенность квадратурных мостов значительно облегчает каскадирование квадратурно-комбинированных стадий усиления, поскольку в этом случае каждый каскадируемый порт обеспечивает требуемое значение импеданса (50 Ом) для соседних каскадов. Обычно рассогласование проявляется на входе и выходе каждого отдельно взятого каскада усиления. Оно вызывает расстройку соседних каскадов и часто приводит к нестабильности работы усилителя в целом.

Избежать этого можно, улучшив согласование путём добавления развязки или аттенуатора между каскадами. Следует отметить, что рассогласование увеличивается с расширением рабочего диапазона усилителя. Для устранения рассогласования в широкополосных трактах обычно используют один из следующих способов:

- каждый усилительный каскад выполняется в виде квадратурно вклю-

ченных транзисторов. Это приводит к тому, что обратные потери на входе и выходе являются функцией моста, а не транзисторов;

- добавляется развязка между каскадами усиления;
- вводятся потери между каскадами. Хорошим показателем считаются обратные потери для каждого каскада более 16 дБ. Если транзистор с согласующими цепями обладает обратными потерями в 12 дБ, следует добавить аттенуатор на 2 дБ для достижения необходимого минимума. Если отдельные каскады настроены и соответствуют требуемым параметрам, они объединяются в единый усилитель, и производится конечная настройка последнего с целью устранения нежелательных эффектов рассогласования между каскадами. Альтернативной методикой является создание прототипа усилителя целиком и последующая его настройка. Общепринятой практикой при создании многокаскадных усилителей является добавление в схему контрольных точек, которые, как правило, располагаются вблизи межкаскадных соединений. Подобные точки могут быть выполнены, например, в виде линии с волновым сопротивлением 50 Ом, ориентированной перпендикулярно к межкаскадному соединению в месте расположения разделительного конденсатора. Таким образом, конденсатор может служить как для связи между каскадами (рабочее положение), так и для подключения нужной цепи к контрольной точке (в режиме тестирования). В идеале контрольные точки должны позволять определить параметры во всех промежуточных точках усилителя, т.е. на входе и выходе каждого каскада, что существенно облегчает настройку как отдельных каскадов, так и усилителя в целом.

Нормализация усиления

Широкополосные усилители имеют большее усиление на низких частотах, что обусловлено характеристиками активных элементов, а также увеличением потерь в линиях передачи с ростом частоты. Большее усиление вызывает перегрузку линейки каскадов усиления, причём с ростом количества каскадов данная тенденция проявляется всё чётче. Если каскады усиления используют квадратурно включенные транзисторы, то

можно разработать входные согласующие цепи так, чтобы на низких частотах мощность направлялась на изолированный порт. Альтернативным решением является применение корректирующих амплитуду сигнала цепей, которые поглощают мощность на низких частотах. Эти цепи должны быть сконструированы так, чтобы вносить минимальные потери или вообще не вносить потерь на высоких частотах. Данный метод хорошо подходит для усилителей, где в окончательных каскадах используется по одному активному прибору, поскольку корректирующие амплитуду цепи улучшают согласование путём внесения затухания на низких частотах. Важно «нормализовывать» усиление последовательно, каскад за каскадом, чтобы каждый из них входил в насыщение при нужном нам уровне сигнала. Если подключить одиночную цепь частотной коррекции уровня сигнала к усилителю, состоящему из нескольких каскадов усиления, то, скорее всего, один или несколько каскадов будут «недораскачены» на некоторых частотах. Эти каскады будут искажать форму импульса, и их параметры будут сильно зависеть от температуры, поскольку каскады не смогут обеспечить компрессию усиления.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОТОТИПА УСИЛИТЕЛЯ

Общее усиление прототипа усилителя должно быть приблизительно равно сумме усиления отдельных его каскадов. Неравенство этих двух значений обычно вызвано факторами, рассмотренными ниже.

Рассогласование нагрузки

Отдельные каскады усиления настраиваются на работу с нагрузкой 50 Ом. Обратные потери на входе каждого из каскадов на некоторых частотах обычно составляют не более 10 дБ ($K_{СВН} = 2 : 1$). Такое рассогласование вызывает изменение усиления, искажает форму импульса, а также изменяет показатели мощности смежных каскадов в режиме насыщения. Эффект рассогласования нагрузки может быть оценен путём определения параметров каждого каскада при минимально допустимых обратных потерях последующего каскада. Как уже не раз упоминалось выше, добавление в схему развязывающих цепей или аттенуатора поможет решить эту проблему.

Паразитные связи внутри каскадов или между каскадами

Стабильность работы многокаскадных усилителей в открытом исполнении достигается за счёт топологии схемы, исключающей нежелательные взаимодействия между её компонентами. Небольшое изменение параметров усилителя происходит, когда сумма наводок по крайней мере на 15 дБ меньше, чем уровень входного сигнала. Например, усилитель с усилением 25 дБ будет работать стабильно и лишь незначительно искажать форму сигнала на выходе, если паразитные связи между входами каждого каскада будут на 15 дБ меньше по сравнению с входным сигналом.

В случае, когда усилитель выполнен в корпусе, резонансные эффекты могут привести к искажению сигнала. Корпус часто резонирует на одной или более частотах. При резонансе происходит искажение сигнала и может возникнуть нестабильность работы усилителя. Существует несколько методов устранения данного эффекта. Одним из них является разбиение усилителя на отдельные экранированные области. Межкаскадные соединения выполняются через специальные отверстия в экранирующих перегородках. Данные отверстия играют роль заградительного волновода, обеспечивая пропускание сигнала только нужной полосы частот.

Когда добавление экранирующих перегородок невозможно по той или иной причине, специально разработанная система заземления корпуса часто позволяет исправить положение. С помощью специальных контактных лепестков корпус усилителя заземляется, причём заземляющие контакты располагаются преимущественно вдоль короткой его стороны. Расположение и количество заземляющих контактов, как правило, определяется экспериментально.

Наводки по цепям питания

Цепи питания и смещения многокаскадных усилителей должны хорошо шунтироваться во всём диапазоне рабочих частот для предотвращения попадания ВЧ-сигнала по этим цепям из одного каскада в другой. Как правило, для этой цели используют конденсаторы с низким эквивалентным последовательным сопротивлением, подключенные в точках, куда подводится питающее напряжение. При-

чём эти конденсаторы подбираются так, чтобы получить эффект последовательного резонанса на рабочих частотах усилителя. Необходимые данные для достижения последовательного резонанса можно получить, используя математическую модель конденсатора, однако эти данные следует проверить на практике, поскольку паразитная индуктивность понижает частоту последовательного резонанса.

Примечание переводчика. В качестве оптимального средства для выбора подходящего высокодобротного конденсатора для цепей согласования можно использовать программу ATC TechSelect версии 3.2, доступную на сайте www.atceramics.com. Программа позволяет для выбранного конденсатора на заданной частоте получить значения добротности, комплексного и реактивного сопротивления, рабочего тока и частоты последовательного резонанса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Becciolini B.* Motorola Application Note AN-721. Impedance Matching Networks Applied To RF Power Transistors.
2. *Cristal E.G.* Tables of Maximally Flat Impedance-Transforming Networks of Low-Pass-Filter Form. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. Vol. MTT 13. No 5. September 1965.
3. *Fano R.M.* Theoretical Limitations on the Broadband Matching of Arbitrary Impedances. J. of Franklin Institute, January – February 1950.
4. *Horwitz J.H.* Design Wideband UHF-Power Amplifiers. Electronic Design 11. May 24. 1969.
5. *Matthaei G.L., Young L., Jones E.M.T.* Microwave Filters, Impedance-Matching Networks and Coupling Structures. McGraw-Hill Book Company. 1964.
6. *Matthaei G.L.* Tables of Chebyshev Impedance-Transforming Networks of Low-Pass Filter Form. Proc. IEEE, August. 1964.
7. Motorola Application Note AN-282A. Systemizing RF Power Amplifier Design.
8. *Ostroff E., Borkowski M., Thoms H., Curtis J.* Solid-State Radar Transmitters. Artech House. 1985.
9. *Pitzalis O., Gilson R.A.* Tables of Impedance Matching Networks which Approximate Prescribed Attenuation Versus Frequency Slopes. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. Vol. MTT-19. No 4. April 1971.



Новости мира News of the World Новости мира

Дисплеи с малым коэффициентом отражения – высокое качество представления информации и надёжность

Недавно созданная новая технология компании Sharp для производства ЖК-дисплеев с малым коэффициентом отражения имеет одновременно два преимущества для TFT-дисплеев нового поколения для промышленных применений: практически полное ослабление вредных световых отражений и повышенную стабильность. Конструкция дисплеев основана на шаблоне Strong 2, который был представлен только в начале этого года. В конструкцию был добавлен дополнительный стандартный слой акрилового стекла толщиной 2 мм. Дисплеи с малым коэффициентом отражения доступны также с акриловым стеклом толщиной от 0,7 до 6 мм в зависимости от требований заказчика.

Акриловое стекло имеет специальное антиотражающее покрытие, которое работает по принципу отражения $\lambda/4$: случайный свет отражается прямо на поверхность экрана и на поверхность другого слоя, который расположен на $\lambda/4$ ниже поверхности экрана. Так как свет проходит сквозь верхний слой, имеет место двойной сдвиг фазы световой волны относительно волны, непосредственно отражённой от поверхности. Новая структура дисплея и применение отражения $\lambda/4$ уменьшает величину отражения до 0,2% падающего света. Для сравнения, при применении традиционной технологии подавления отражений около 2% падающего света отражается обратно.

www.prosoft.ru

Strong 2 – основа для хорошей считываемости информации, прочной конструкции и долговечности

Жидкокристаллические TFT-дисплеи с малым коэффициентом отражения основаны на изделиях серии Strong 2, которые установили новые стандарты качества дисплеев для промышленных применений. Изделия этого ряда характеризуются даже лучшей яркостью и значениями контраста, а также повышенным запасом прочности при изменении температуры и лучшей стойкостью к механическим воздействиям. Новшества при выборе стекла и конструкции системы задней подсветки сделали возможным увеличить яркость

до 450 кд/м², а коэффициент контраста – до 600 : 1. Система задней подсветки модулей дисплеев Strong 2 создана на основе люминесцентных ламп с холодным катодом, срок службы которых не менее 50 000 часов при непрерывной работе. Для сравнения, срок службы стандартных систем задней подсветки достигает значений от 25 000 до 40 000 ч. TFT-дисплеи серии Strong 2 могут выдерживать ускорения до 2g при стандартных испытаниях. При стандартном испытании стойкости к ударным воздействиям дисплеи могут выдерживать ускорения до 50g без повреждения. Новые материалы для поляризаторов и жидкие кристаллы также обеспечивают расширенный рабочий температурный диапазон от –30 до +80°C.

Кроме того, различные модели дисплеев фирмы Sharp обеспечивают высокий уровень конструктивной и электронной совместимости. Например, если требуется дисплейная панель с лучшими отражательными свойствами для конкретного применения, может быть установлен модуль такого же габарита без затрат времени на переработку конструкции.

Новые TFT-дисплеи для промышленных применений хороши для систем, где требуется отличная прочность и хорошая считываемость при значительном постороннем отражённом свете. Типичные области применения включают мобильное измерительное оборудование и диагностическое медицинское оборудование, информационные терминалы и различное торговое оборудование, расположенное внутри и снаружи помещений, а также транспортные средства и устройства управления заводскими системами.

www.prosoft.ru

ЖК-дисплеи осваивают «горячие» лампы подсветки

Один из крупнейших тайваньских производителей ЖК-панелей компания Chi Mei Optoelectronics (CMO) планирует выпуск новых 26- и 32-дюймовых телевизионных дисплеев с подсветкой на базе флюоресцентных ламп с горячим катодом HCFL (hot-cathode fluorescent lamps). Не так давно CMO сообщала о внедрении HCFL-подсветки от Philips в 42-дюймовые ЖК-панели, которые освежат модельный ряд телевизоров в 2007 г. Голландская компания станет поставщиком ламп и в этот раз. Новые 26- и 32-дюймовые телевизоры на базе панелей с лампами HCFL, как и 42-дюймовые аппараты, ожидаются в продаже в следующем году.

По сравнению с традиционной подсветкой на флюоресцентных лампах с холодным катодом CCFL (cold-cathode fluorescent lamps) система на лампах HCFL обладает большей яркостью и меньшим энергопотреблением. При этом разница в их стоимости незначительна. Бесспорно, применение ламп с горячим катодом является очередным этапом в эволюции подсветки телевизионных ЖК-панелей, которые находятся в ожидании удешевления светодиодных систем.

www.3dnews.ru

Infineon демонстрирует достижения в FinFET-технологиях

Эксперименты с вертикальными транзисторами (с поставленными на ребро кремниевыми структурами) перешли в новую стадию, – в официальном пресс-релизе заявила немецкая компания Infineon. Все основные полупроводниковые компании активно работают над технологией создания вертикальных полевых транзисторов FinFET (Fin Field Effect Transistor), но компания Infineon первой смогла выпустить чип с более чем 3 тыс. активных транзисторов, да ещё и на основе самого передового техпроцесса 65 нм. Подобным достижением, по мнению немецких инженеров, не способен похвастаться никто из конкурентов.

Помимо 30% экономии площади кристалла при переходе от планарного к вертикальному или, как его ещё называют, 3D-транзистору, заметно снижаются паразитные токи утечки в полупроводниковых структурах. Но и это ещё не всё. Для более надёжной изоляции канала транзисторного перехода компания ввела в обиход многослойную конструкцию.

По сравнению с традиционной однозатворной технологией, двойной барьер позволит уменьшить ток покоя транзистора примерно в 10 раз. Исходя из полученных экспериментальным путём данных, Infineon обещает для многослойных FinFET-чипов двукратный прирост эффективности по такому параметру, как энергопотребление.

Важно, что технология немецкой компании не выходит за рамки традиционного фабричного КМОП-процесса и легко масштабируется до технологии 32 нм и ниже. Собственно, с него-то может и начаться внедрение технологии Infineon в промышленное производство. Компания ожидает, что это произойдёт через 5 – 6 лет.

www.fcenter.ru

Теоретические основы и моделирование корреляционного метода обнаружения источников шума

(часть 2)

Владимир Болдырев (Краснодарский край)

В статье автор продолжает рассматривать корреляционный метод обнаружения источников шума в воде, воздухе и на суше. Анализируются энергетические соотношения при корреляционной обработке данных от двух датчиков (акселерометров, гидрофонов или микрофонов).

Потенциал приёма и его связь с дальностью обнаружения

Прежде чем дать определение потенциалу приёма, следует учесть, что уровень сигнала при приёме зависит не только от параметров датчика, внешних шумов и помех, приёмника и обработки, но и от приёмной антенны. За счёт её направленности уровень принимаемого сигнала возрастает пропорционально коэффициенту усиления антенны G (в гидроакустике пропорционально коэффициенту концентрации, умноженному на КПД антенного тракта).

Полученное выражение сигнал/шум (2) характеризует потенциальную способность корреляционного метода выделять при приёме полезный сигнал среди шумов и помех при одинаковой спектральной плотности на входе приёмника.

Введём понятие потенциала приёма.

Потенциал приёма – это произведение коэффициента усиления приёмной антенны на отношение мощности сигнала к мощности шума и помехи на выходе коррелятора, когда на входе приёмника спектральные плотности напряжения сигнала равны спектральной плотности напряжения шума и помехи:

$$PP = Gsn = 0,5B[F/(f_{high} - f_{down})]. \quad (3)$$

Как уже указывалось, при сложных сигналах потенциал приёма может достигать нескольких тысяч единиц. При

простых сигналах потенциал приёма близок к величине усиления антенны.

В статье будет рассмотрен вариант моделирования метода корреляционного обнаружения источников шума на протяжённой линейной структуре, например на трубопроводе. Для этого случая характерно отсутствие направленности приёмных датчиков, и поэтому коэффициент усиления антенны G можно принять равным единице. Тогда $PP = sn = 0,5B[F/(f_{high} - f_{down})]$.

Представим себе ситуацию, что источник сигнала находится рядом с датчиками-акселерометрами, а создаваемая им в зоне установки датчиков спектральная плотность ускорения равна спектральной плотности шума ускорения приёмного тракта в целом, приведённой к месту установки датчиков. Тогда на выходе после корреляционной обработки отношение сигнал/шум будет равно приёмному потенциалу (например, 30 дБ).

Теперь начнём удалять источник и установим его на таком расстоянии, одинаковом от приёмных датчиков, чтобы сигнал/шум на выходе коррелятора стал равным единице. Это означает, что уровень сигнала находится на границе различимости в шумах.

При этом можно оценить дальность до источника со спектральной плотностью создаваемого им ускорения, равной спектральной плотности шумов и помех, приведённым к месту установки датчиков.

Дальность при этом будет зависеть от ослабления в среде распространения.

Ослабление сигнала в среде без частотной зависимости ослабления

Пусть удельное затухание звука в среде составляет величину β (в единицах дБ/м) на всех частотах приёма. Ослабление сигнала A при этом может быть вычислено по формуле:

$$A = 10^{-0,1\beta D} \text{ или } A = \beta D \text{ [дБ]}.$$

Тогда дальность D до упомянутого источника можно рассчитать по простой формуле для протяжённой линейной структуры (например, для трубы):

$$D = A/\beta \text{ [м]}. \quad (4)$$

Например, при $A = 30$ дБ и $\beta = 0,1$ дБ/м дальность D составит 300 м.

Ослабление сигнала в среде с частотной зависимостью ослабления

Среды с частотной зависимостью ослабления встречаются редко. Чаще среда распространения обладает различным ослаблением на разных частотах. Чтобы учесть эту особенность, можно использовать часто встречающуюся оценку ослабления, которая линейно зависит от частоты, когда удельное затухание β (в единицах дБ/м) может быть определено [4] по формуле: $\beta = b(f/1000)$, где b – постоянная ослабления для выбранной среды, дБ/(м кГц), f – текущая частота в спектре сигнала, Гц.

Эта формула используется для оценки ослабления звука в грунте. В случае других сред возможны другие виды частотной зависимости, которые должны быть дополнительно уточнены проектантами на инженерном этапе создания системы обнаружения.

Из формулы видно, что высокие частоты, особенно на больших рас-

стояниях, ослабляются значительно больше, чем низкие.

Для корреляционного метода обнаружения такая закономерность весьма важна, поскольку ослабление высокочастотных составляющих сужает ширину полосы частот, что приводит не только к ухудшению разрешения, но и к уменьшению потенциала приёма, зависящего от частоты F и B (см. формулу 3). Следует подчеркнуть, что база сигнала B , в свою очередь, также зависит от частоты F . Таким образом, квадратичная зависимость потенциала приёма от частоты существенно влияет на возможности корреляционного метода обнаружения и значительно усложняет его моделирование.

Сложность возникает из-за того, что спектр сигнала источника и полоса приёма, как правило, широкополосные, т.е. отношение ширины полосы к средней частоте спектра значительно больше единицы. Следовательно, ослабление на разных частотах спектра будет существенно различаться. Расчёты на верхней или нижней частотах спектров дают неверные результаты. Для уменьшения погрешностей расчётов необходимо найти эквивалентную ширину полосы частот и для средней частоты f_{mid} этой эквивалентной полосы найти эквивалентный коэффициент ослабления сигнала.

При частотно-зависимой среде ослабление A и дальность D можно рассчитать для протяжённой линейной структуры (например, для трубы) по формулам:

$$A = 10^{-0,0001 f_{mid} b D} \text{ или}$$

$$A = 0,0001 f_{mid} b D \text{ [дБ]},$$

$$D = 1000A / (b f_{mid}),$$

где b – постоянная ослабления для выбранной среды, дБ/(м кГц), f_{mid} – средняя частота эквивалентной полосы спектра сигнала, Гц.

Например, при $A = 30$ дБ и $\beta = 0,1$ дБ/(м кГц) при средней эквивалентной частоте f_{mid} 1000 Гц дальность D составит 300 м.

Потенциал обнаружения

Пусть источник сигнала находится на одинаковом расстоянии рядом с датчиками-акселерометрами, а создаваемая им в зоне установки датчиков спектральная плотность ускорения равна спектральной плотности шума ускорения приёмного тракта, приведённой к месту установки датчиков.

Пусть этот источник удаляется от места установки датчиков, находясь на одинаковом расстоянии от них. При этом будет уменьшаться сигнал/шум на выходе коррелятора, допустим, от нескольких тысяч, если источник находится рядом с датчиками, до единицы и менее при удалении.

На некотором расстоянии сигнал/шум на выходе коррелятора станет равным единице, т.е. приёмный потенциал будет полностью «израсходован» в этой точке, результирующее для двух сигналов ослабление в среде станет равным приёмному потенциалу, а отношение приёмного потенциала к результирующему ослаблению в среде станет равным единице. Будем считать, что такой источник ещё обнаруживается при отношении сигнал/шум на выходе коррелятора, равном единице.

Очевидно, что способность обнаружить источник характеризуется отношением приёмного потенциала к результирующему ослаблению в среде. Это уже более общий, комплексный параметр, учитывающий не только потенциальные возможности приёмной части, но и свойства среды. Назовем эту потенциальную способность потенциалом обнаружения.

Потенциал обнаружения – это потенциальная способность системы обнаружить на выбранном расстоянии источник, имеющий спектральную плотность сигнала, равную спектральной плотности шума и помех при приёме и приведённую к месту установки датчиков. Потенциал обнаружения равен отношению сигнал/шум на выходе коррелятора при одинаковом расстоянии от датчиков до источника с указанной спектральной плотностью $PO = PP/A$.

Следует пояснить, что при удалении источника каждый из сигналов испытывает ослабление в среде величиной A по мощности. Поскольку ВКФ в потенциале приёма вычисляется по двум сигналам, напряжение каждого из которых уменьшится в \sqrt{A} раз, то величина главного максимума ВКФ, определяющая потенциал приёма PP и зависящая от произведения напряжений двух принятых сигналов, уменьшится в A раз.

Если источник находится так далеко, что $PO = 1$, то из равенства $PP = A$ можно найти максимальную дальность до источника по зависимости ослабления A среды от расстояния (см. подраздел «Ослабление сигнала в среде»).

Обнаружение источника, у которого спектральная плотность сигнала во много раз больше спектральной плотности шума и помехи, приведённой к месту установки приёмного датчика

Пусть сигнал источника в n раз больше по мощности, чем у источника, имеющего спектральную плотность сигнала, равную спектральной плотности шума и помехи, приведённой к месту установки датчиков. В этом случае напряжение каждого из двух принятых сигналов возрастёт в \sqrt{n} раз, а величина главного максимума ВКФ, определяющая потенциал обнаружения PO и зависящая от произведения напряжений двух принятых сигналов, возрастёт в n раз.

Тогда потенциал обнаружения такого источника возрастает пропорционально величине n :

$$PO_n = nPO.$$

Соответственно возрастёт и дальность до источника (см. подраздел «Ослабление сигнала в среде»).

Таким методом может быть решена поставленная задача исследования корреляционного метода, поскольку при таком подходе могут быть оценены параметры источников и расстояния, на которых они могут быть обнаружены.

Особенности пространственного расположения датчиков и источника в разных системах обнаружения и уточнение понятия дальности обнаружения источника

Корреляционный метод подразумевает приём сигнала от источника минимум двумя датчиками, т.е. фактически корреляционный метод строится на приёме двух сигналов.

При этом вычисляется ВКФ между этими двумя сигналами. При стационарных эргодических процессах в источнике шумового сигнала ВКФ (mutual correlation function) определяется усреднением по времени и зависит не от текущего времени t ввиду стационарности и эргодичности, а только от величины сдвига τ по времени между двумя сигналами, принятыми от источника [5]:

$$ВКФ(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \int_{-T/2}^{T/2} s_1(t) s_2(t \pm \tau) dt.$$

Положение максимума ВКФ на оси временного сдвига τ говорит о разни-



Рис. 1. Пространственная структура трубы с источником шумового сигнала и с двумя приёмными датчиками

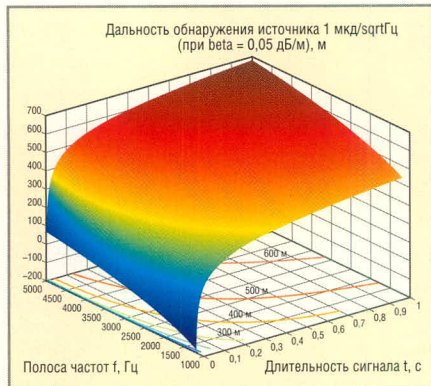


Рис. 2. Потенциал приёма и дальность обнаружения источников с создаваемым ускорением 1 мкГал/√Гц при $\beta = 0,05$ дБ/м кГц в трубопроводе без частотной зависимости ослабления сигнала в среде

це времени распространения сигналов от источника до датчиков.

По этой задержке может быть определено положение источника на плоскости или в трёхмерном пространстве путём решения системы уравнений, в которые входят координаты датчиков, скорость звука в среде и разница времени распространения сигнала до датчиков.

Для определения положения на плоскости необходимы три датчика, расположенных не на одной линии, и определение задержек между двумя любыми парами датчиков.

Для определения положения в трёхмерном пространстве желательно иметь четыре датчика, расположенных не на одной линии, причём четвертый – вне плоскости трёх из них, а также определение задержек между тремя парами датчиков.

Расстояния от источника до датчиков в общем случае могут быть различными. При разных расстояниях различаются не только уровни, но и спектры двух сигналов и их корреляционные свойства из-за разного ослабления высокочастотных составляющих в частотно-зависимой среде. Это существенно усложняет моделирование, поскольку приведённые ранее формулы для потенциалов подразумевают близость корреляционных параметров принятых датчиками сигналов. Моде-

лирование варианта с источником, находящимся на разных расстояниях от приёмных датчиков, требует дополнительных детальных исследований на основе моделирования взаимных спектров (mutual spectrum) или кросс-спектра двух сигналов с разным уровнем высокочастотных составляющих и затем взаимной корреляционной функции двух сигналов, которые связаны между собой [5]:

$$F_{s_1 s_2}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} BK\Phi_{s_1 s_2}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau.$$

Чтобы избежать громоздкости изложения для общего случая, остановимся на варианте, когда источник равноудалён от датчиков, а уровни и спектры сигналов от датчиков одинаковы. Это соответствует расположению источника вблизи ортогональной плоскости, проходящей через середину расстояния между датчиками.

Если рассматривается линейная структура типа трубопровода, тогда под дальностью D обнаружения источника (см. подраздел «Ослабление сигнала в среде») будет подразумеваться половина расстояния L между датчиками.

Для линейной структуры типа трубопровода (рис. 1) положение источника можно вычислить по простой формуле: $x = \pm 0,5ct$, где x – дальность источника относительно середины расстояния между датчиками (м), L – расстояние между датчиками (м), c – скорость звука в среде (м/с), τ – разница задержек прихода сигнала между источником и датчиками (соответствует положению главного максимума ВКФ на оси τ), с.

Знаки плюс или минус соответствуют тому или другому направлению расположения источника относительно середины расстояния между датчиками (в сторону датчика 1 или датчика 2).

МОДЕЛИРОВАНИЕ

Для варианта линейной структуры типа трубопровода проведено моделирование корреляционного метода обнаружения с оценкой параметров источников шумового сигнала и расстояния, на котором они могут быть обнаружены.

Как уже отмечалось, под дальностью D обнаружения источника (см. подраздел «Ослабление сигнала в среде») будет подразумеваться половина расстояния L между датчиками. То есть, вычислив достижимую дальность D обна-

ружения источника, можно полагать, что датчики при этом могут быть удалены друг от друга на расстояние $L = 2D$. Этот параметр весьма важен, поскольку от него зависит необходимое число датчиков для контроля всей протяжённости трубопровода.

При этом может быть найден ответ на вопрос – можно ли располагать датчики лишь на штатных пунктах контроля, управления и катодной защиты, которые на современных трубопроводах для перекачки нефти располагаются на расстояниях от 5 до 30 км друг от друга, и не потребуются ли промежуточные дополнительные датчики?

Модель корреляционного метода обнаружения источника шумового сигнала на трубопроводе без частотной зависимости ослабления

На листинге программы в среде MATLAB (см. Приложение 1 на сайте журнала) показано вычисление приёмного потенциала и дальности обнаружения источников при разных удельных затуханиях звука в среде (трубопроводе) в зависимости от длительности сигнала и от ширины его спектра.

Дальность обнаружения определена для двух источников:

- источник обладает уровнем спектральной плотности создаваемого в трубе ускорения около 1 мкГал/√Гц, равным спектральной плотности ускорения шума и помехи при приёме, приведённой к месту установки датчиков;
- источник имеет 10-кратное превышение этого уровня (10 мкГал/√Гц, по мощности $n = 100$ раз).

На рис. 2 приведены данные расчёта потенциала приёма и дальности обнаружения источников при удельном затухании звука в среде (трубопроводе) $\beta = 0,05$ дБ/(м кГц) и ускорении 1 мкГал/√Гц в зависимости от длительности сигнала и от его спектра. Данные расчёта для других значений β и ускорения приведены в файле Pic_2.doc на сайте журнала. Исходные данные по параметрам аппаратуры, использованные в расчётах, указаны в Приложении 1 на сайте журнала.

Расчёты показывают, что дальность обнаружения источника, создающего на трубопроводе сигнал со сравнительно небольшим ускорением около 10 мкГал/√Гц^{1/2}, может достигать 15 км. Для этого необходима широкая полоса частот (до 5 кГц), излучаемых исто-

чиком, длительность сигнала порядка 1 с и более и небольшое удельное затухание звука в трубопроводе, желательнее меньше 0,05 дБ/м. Расстояние между соседними датчиками при этом может достигать 30 км, а разрешение по дальности около 1 м.

Видно также, что потенциал приёма при ширине полосы частот сигнала до 5 кГц, длительности сигнала порядка 1 с может достигать 33,9 дБ (т.е. 2500 раз). Именно во столько раз возрастает отношение сигнал-шум на выходе коррелятора по сравнению с отношением сигнал-шум на входе приёмника. Эти же цифры говорят о количественной мере преимущества корреляционного метода обнаружения источников по сравнению с амплитудным методом на простых сигналах.

Столь оптимистичные результаты, однако, могут быть получены лишь в случаях, когда почти не сказывается частотная зависимость затухания в среде распространения, например, при сравнительно небольших расстояниях, низких частотах, при сравнительно узкой ширине полосы сигнала или в средах со слабо выраженной зависимостью затухания от частоты.

В частности, вода относится к средам с низкой частотной зависимостью и для неё эквивалентный коэффициент затухания для частот от 16 до 60 000 Гц выражается аналитической зависимостью $\beta = 0,036f^{3/2}$ дБ/км, где частота f измеряется в килогерцах [5]. То есть на частоте 1 кГц затухание составляет лишь 0,036 дБ/км. Это позволяет гидроакустическим методам стать основными при исследовании акваторий.

Модель корреляционного метода обнаружения источника шумового сигнала на трубопроводе с частотной зависимостью ослабления

При корреляционном методе ослабление высокочастотных составляющих сужает ширину полосы частот, что приводит не только к ухудшению разрешения, но и к уменьшению потенциала приёма, зависящего от F и B , т.е., в конечном итоге, уменьшению дальности обнаружения источника.

Чтобы определить дальность обнаружения, необходимо для каждой дальности D до источника проделать следующие действия (см. файл Приложение 1):

- найти эквивалентную ширину полосы частот Δf ;

- найти среднюю частоту f_{mid} этой эквивалентной полосы;
- найти для эквивалентной полосы f_{mid} эквивалентное ослабление сигнала A_{fmid} ;
- определить потенциал приёма PP с учётом ослабления высоких частот, т.е. при эквивалентной полосе Δf ;
- определить потенциал обнаружения PO с учётом ослабления высоких частот, т.е. при эквивалентной полосе Δf и эквивалентном ослаблении A_{fmid} ;
- найти дальность обнаружения D источника с учётом потенциалов обнаружения PO для источников сигнала со спектральной плотностью создаваемого в трубе ускорения, равной спектральной плотности ускорения шума и помехи при приёме, приведённой к месту установки датчиков;
- определить потенциал обнаружения PO_n с учётом ослабления высоких частот, т.е. при эквивалентной полосе Δf и эквивалентном ослаблении A_{fmid} для источников с повышенной в n раз мощностью излучения;
- найти дальность обнаружения D источников с повышенной в n раз мощностью излучения с учётом потенциалов обнаружения PO_n .

Дополнительно к перечисленным параметрам можно найти эквивалентное разрешение по времени Δt для каждой дальности, а также найти эквивалентное разрешение по дальности ΔD для каждой дальности.

Видно, что алгоритм определения дальности обнаружения в среде с частотно-зависимым ослаблением значительно сложнее, чем для среды без частотной зависимости. Поэтому листинг этой программы (файл CMFT.doc на сайте журнала) и описание вычислений каждого из указанных параметров здесь не приводятся ввиду ограниченного объёма статьи.

На рис. 3 приведены результаты моделирования корреляционного метода обнаружения источника шумового сигнала на трубопроводе при частотной зависимости ослабления с постоянной $\beta = 0,05$ дБ/(м кГц) (рис. 3а – 3е). Параметры аппаратуры $gn, K, S, n_{in}, V_{adc}, D_{adc}, n$ при расчётах взяты идентичными данным Приложения 1. Результаты моделирования для $\beta = 0,5$ дБ/(м кГц) приведены на сайте журнала в файле Pic_3.doc.

Полоса частот сигнала источника и максимальная полоса частот приёма в

расчётах приняты от 0 до 500 Гц. Дальнейшее увеличение верхней частоты до 5 кГц приводит лишь к проигрышу по дальности обнаружения из-за сильного поглощения высокочастотных составляющих сигнала (рис. 3а) и появления дополнительных шумов в расширенной приёмной полосе.

На рис. 3б показана крутая зависимость эквивалентной ширины полосы сигнала от дальности, которая резко сужается (от 500 до 7,5 Гц) по мере увеличения до 12 км дальности до источника.

Крутой зависимостью эквивалентной ширины полосы сигнала объясняется ухудшение разрешения по времени (рис. 3в) и по дальности (рис. 3г). Из этих рисунков видно, что при увеличении дальности до источника разрешение по дальности стремится к величине от единиц процентов до 10% от величины дальности (при дальности 12 км разрешение равно 1,2 км).

Схожая закономерность показана в теоретической статье [6], посвящённой оценке разрешения при поиске объектов на акваториях, погружённых в осадки. Отмечается, что «с увеличением глубины погружения в грунт... наилучшее достижимое разрешение... практически перестаёт зависеть от ширины энергетического спектра зондирующего сигнала...», а также «наименьшие потенциально достижимые величины... составляют не менее единиц процентов от глубины погружения цели в грунт».

Совпадение теоретических фундаментальных закономерностей достижимого разрешения для широкополосных сигналов в сложных средах с результатами моделирования корреляционного метода говорит в пользу адекватности моделей.

На рис. 3д видно, что эквивалентное ослабление сигнала сначала резко увеличивается за счёт ослабления высокочастотных составляющих и сужения ширины полосы частот при увеличении дальности до источника, а затем медленно увеличивается по мере увеличения до 12 км дальности до источника, поскольку оставшиеся низкочастотные составляющие ослабляются слабо.

Результаты моделирования (файл Pic_3.doc на сайте журнала) показывают, что потенциал приёма при изменении постоянной ослабления от $\beta = 0,05$ дБ/(м кГц) и до $\beta = 0,5$ дБ/(м кГц) уменьшается почти на 20 дБ из-за сужения ширины полосы приёма и уменьшения базы сигнала B , что обу-

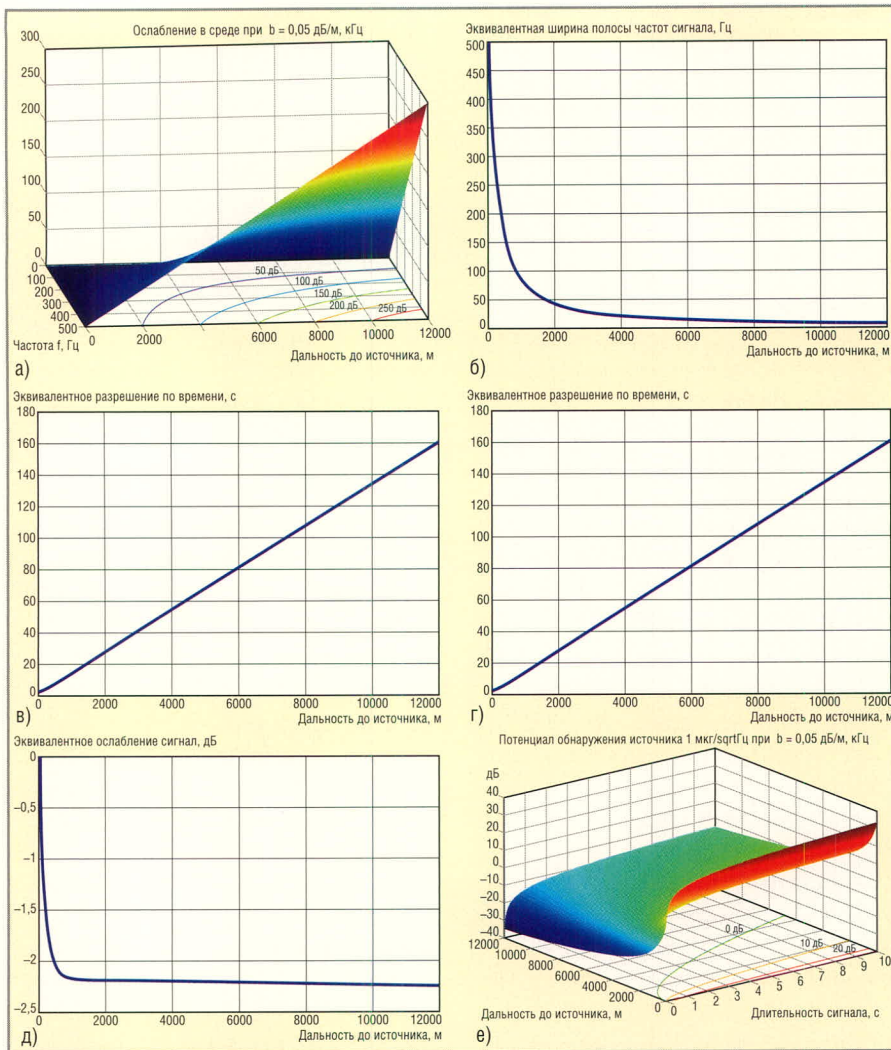


Рис. 3. Эквивалентные полоса, разрешение, ослабление, потенциалы и дальность обнаружения источников с ускорением $1 \text{ мкГал}/\sqrt{\text{Гц}}$ при частотной зависимости ослабления в среде

словлено ослаблением высокочастотных составляющих в спектре сигнала.

На рис. 3е приведены потенциалы обнаружения, а контурами уровней показаны значения потенциалов обнаружения. Благодаря этому можно определить, на какой дальности (ось Y) и при какой длительности сигнала (ось X) можно достичь приёмного потенциала (отношения сигнал-шум на выходе коррелятора), например, 0 дБ (т.е. на границе обнаружения сигнала источника).

Например, для слабого сигнала порядка $1 \text{ мкГал}/\sqrt{\text{Гц}}$ при $\beta = 0,05 \text{ дБ}/(\text{м кГц})$ при длительности сигнала 8 с возможно достижение дальности обнаружения 6 км при отношении сигнал-шум на выходе коррелятора 0 дБ (см. рис. 3е), в то время как для более мощного источника порядка $10 \text{ мкГал}/\sqrt{\text{Гц}}$ на дальности 6 км и при той же длительности 8 с сигнал-шум составит уже 20 дБ (см. файл Pic_3.doc).

Если $\beta = 0,5 \text{ дБ}/(\text{м кГц})$, т.е. среда имеет большее ослабление высокочастот-

ных составляющих, то лишь для мощного источника порядка $10 \text{ мкГал}/\sqrt{\text{Гц}}$ возможно достижение отношения сигнал-шум на выходе коррелятора 0 дБ при той же дальности 6 км и при длительности 6 с (файл Pic_3.doc).

Моделирование показывает, что достижение дальности обнаружения источников шумового сигнала на трубопроводах до нескольких десятков километров – вполне реальная задача.

Это подтверждается внедрением оборудования компании TotalFinaElf (Франция) с корреляционным методом обнаружения источников на образцово-показательном участке этиленового трубопровода протяжённостью 450 км, на котором через каждые 15 км установлен лишь 31 блок сбора данных контроля (файл lds_rus.pdf на сайте журнала).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретические исследования корреляционного метода обнаружения источников шумовых сигналов в раз-

ных средах (в воздухе, на суше и в воде) показывают неоспоримые преимущества этого метода по сравнению с некорреляционными амплитудными методами на простых и импульсных сигналах.

Введённые в статье определения потенциала приёма и потенциала обнаружения, базирующиеся на понятии отношения сигнал-шум, позволяют определить области с параметрами «обнаруживаемых источников», а также расстояния, на которых они могут быть обнаружены.

Предложенные в статье аналитические выкладки и разработанные модели могут быть использованы на инженерном этапе проектирования систем обнаружения

Моделирование показывает реальную возможность обеспечения контроля трубопроводов с расстоянием до нескольких десятков километров между датчиками.

Можно с уверенностью констатировать, что развитие современной электроники позволяет надёжно обеспечивать обнаружение исключительно слабых источников, глубоко «спрятанных» в шумах, на огромных расстояниях, что делает сказку привычной реальностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тузов Г.И. Статистическая теория приёма сложных сигналов. М.: Сов. радио, 1977.
2. Болдырев В.А. Высококачественный широкополосный приёмный тракт. Моделирование в среде MATLAB. Оптимизация динамического диапазона и чувствительности. Современная электроника. 2006. № 2, 3.
3. Патент на полезную модель № 51751 «Предварительный усилитель для аналого-цифрового преобразователя». Приоритет от 22.08.2005. Патентообладатель ООО «Компания ИНКОМТЕХ». Автор В.А. Болдырев.
4. Барник В., Вендт, Каблов Г.П., Яковлев А.Н. Гидролокационные системы вертикального зондирования дна. Под ред. А.Н. Яковлева. Новосибирск: Изд. Новосибирского унив., 1992.
5. Гидроакустическая энциклопедия. Под общ. ред. В.Н. Тимошенко. Таганрог: Изд. ТРТУ, 1999.
6. Покровский Ю.О., Черниковская Г.Л. Разрешение гидроакустических эхосигналов от цели в грунте. Труды 7 международной конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». 8–10 июня 2004 г. СПб.

Новости мира News of the World Новости мира

Линейные регуляторы для автомобилей

Линейные регуляторы MAX6765/66/67/68/69/70/71/72/73/74 компании Maxim Integrated Products обеспечивают выходной ток до 100 мА и потребляют в режиме ожидания всего 31 мкА. Они предназначены для использования в автомобилях и промышленном оборудовании.

Эти устройства обладают превосходными характеристиками схем возврата и блокирования/включения, а также сторожевым таймером. Новые регуляторы сохраняют свои характеристики в диапазоне от -40 до 125°C и выпускаются в корпусах TDFN.

www.e7e.ru

Датчики давления от AST

Корпорация American Sensor Technologies выпустила новую серию герметичных подводных датчиков давления. Датчики AST4500 и AST4510 изготовлены из нержавеющей стали и рассчитаны на применение в суровых условиях в широком диапазоне температур.

Они соответствуют требованиям стандарта UL/cUL 913 (CSA) класс 1 Div 1, группы C и D, а также EN 61326 CE Approval. Новые датчики могут погружаться в жидкости, которые совместимы с кабелями 304 SS, 316L SS и Hytrel.

У обеих моделей центр тяжести смещён к конической носовой части. Они оснащены защитой от радиопомех до 100 В/м. Датчики рассчитаны на работу в диапазоне температур -20...+85°C и способны измерять давления до 100 фунтов на кв. дюйм. Напряжение на выходе составляет от 1 до 5 В, а ток - 4...20 мА.

www.e7e.ru

Регулятор постоянного тока от ON Semiconductor

Компания ON Semiconductor выпустила регуляторы постоянного тока NCP3063 и NCP3163. Эти устройства должны заменить микросхему MC34063, которая широко применяется для понижения, повышения и инвертирования напряжения с использованием архитектуры гистерезисного управления. По сравнению с MC34063, модель NCP3063 увеличивает частоту переключения от 50 до 150 кГц. Благодаря этому можно уменьшить ёмкость и размер выходного конденсатора (с 470 мкФ до 47 мкФ), а также индуктивность на 47 мкГн вместо 220. В результате удаётся сэкономить дополнительное место на плате.

Устройство NCP3163 также улучшает характеристики и увеличивает частоту пере-

ключения до 300 кГц. Это позволяет ещё более сократить размеры схемы и уменьшить расходы на внешние компоненты. Пиковый выходной ток достигает 3,4 А, тогда как у MC34063 лишь 1,5 А. Благодаря этому его можно использовать в системах, работающих при более высоких значениях тока.

Обе модели обеспечивают автоматическое выключение при превышении максимально допустимой температуры, а также ограничение силы тока. Эти защитные функции предохраняют от катастрофических отказов в работе.

Устройство NCP3063 по конфигурации выводов совместимо с микросхемами MC34063A и MC33063A и производится в корпусах SOIC-8 и PDIP-8 (планируется также выпуск в корпусе DFN-8). Устройство NCP3163 выпускается в корпусах SOIC-16 и DFN-18. Обе модели не содержат свинец.

www.e7e.ru

Новый диод Шоттки от Cree

Для повышения производительности инверторов, использующихся в электродвигателях и системах бесперебойного питания, компания Cree выпустила диод Шоттки CID150660 на основе карбида кремния. Новый диод рассчитан на силу тока 6 А и напряжение 600 В. Он комбинирован с 15-амперным кремниевым биполярным транзистором с изолированным затвором (IGBT).

CID150660 даёт разработчикам возможность повысить КПД при мощности до 3 кВт и уменьшить потери на переключение транзистора на 50%, а потери всего инвертора - на 25%.

Устройство обладает положительным температурным коэффициентом сопротивления и защитой от короткого замыкания, которая срабатывает в течение 10 мкс. Диапазон рабочих температур -55...150°C.

www.e7e.ru

Открытые резисторы для автомобилей

Корпорация TT Electronics разработала новую версию своих открытых токоизмерительных резисторов, которая отличается более высокой допустимой мощностью, чем традиционные устройства с металлическим резистивным компонентом.

Резисторы серии OARS-XP имеют более широкий резистивный элемент и обеспечивают превосходный температурный коэффициент. Они предназначены главным образом для использования в транспортных средствах. Также они могут использоваться в стеклоподъёмниках, топливных насосах, системах натяжения ремней без-

опасности и некоторых других системах.

Новые резисторы обеспечивают сопротивление от 2 до 50 МОм при отклонениях $\pm 1\%$ и $\pm 5\%$. Индуктивность не превышает 10 нГн. Диапазон рабочих температур -40...+125°C.

Имеются модели, соответствующие требованиям RoHS, а также джамперы с нулевым сопротивлением.

www.e7e.ru

Светодиод с углом расхождения луча 10°

Компания TT Electronics Optek Technology разработала светодиод с коллимированным лучом для работы с большими дистанциями. Инфракрасные светодиоды серии OP205CL отличаются очень узким углом расхождения луча и широким диапазоном рабочих температур.

Новые устройства состоят из светодиода на основе арсенида галлия и алюминия с высоким КПД, который вмонтирован в металлический корпус TO-46 с длинными выводами. Коллимированный пучок имеет угол расхождения 10°. Длина выводов составляет 34 мм, что позволяет отказаться от использования дополнительных проводов в большинстве изделий. Светодиод излучает свет с длиной волны 875 нм и рассчитан на работу в диапазоне температур -40...+100°C. Это даёт возможность работать в жёстких условиях промышленного производства.

www.e7e.ru

Твердотельные реле с высокой изоляцией

Компания Avago Technologies выпустила три семейства твердотельных реле, которые характеризуются наивысшим напряжением изоляции (3,75 кВт) и имеют миниатюрный корпус SO-4.

Устройства ASSR-1510/1511/152 (60 В, 1 А, 0,5 Ом) обеспечивают самую высокую скорость переключения среди 1-А твердотельных реле.

Все три семейства поддерживают работу в диапазоне температур -40...+85°C. Время переключения составляет 1 мс, динамическая устойчивость 1 кВ/мкс. Миниатюрный корпус даёт возможность сэкономить место на плате без ослабления изоляции.

Новые реле будут использоваться в таких системах, как цифровые платы ввода/вывода и аналоговые схемы в автоматизированном промышленном оборудовании и бытовой технике, средствах связи и системах безопасности.

www.e7e.ru

Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx

(часть 1)

Валерий Зотов (Москва)

Статья открывает цикл публикаций, которые знакомят с процессом сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx, выполняемого с применением последней версии системы проектирования серии Xilinx® ISE. В первой части цикла рассматриваются процедуры установки необходимого программного обеспечения, а также приводятся варианты принципиальной схемы загрузочного кабеля, рекомендуемые для самостоятельного изготовления.

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемый курс рассчитан, в первую очередь, на разработчиков, знакомых с основами цифровой техники, но не имеющих опыта проектирования устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx® [1]. Информация, приведённая в рамках этого курса, может также использоваться опытными специалистами для быстрого самостоятельного освоения последней версии системы автоматизированного проектирования серии Xilinx® ISE™ (Integrated Synthesis Environment/Integrated Software Environment).

Настоящий курс охватывает выполнение всех этапов процесса разработки цифрового устройства: от создания нового проекта до его аппаратной реализации – программирования (конфигурирования) кристалла ПЛИС. Каждая из частей курса нацелена на изучение соответствующего этапа (или нескольких этапов) этого процесса. Часть 1 является вводной и посвящена подготовке необходимых для изучения курса средств.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Для результативного освоения материала курса и последующей практической работы потребуются следующие инструменты:

- персональный компьютер с установленной системой автоматизи-

рованного проектирования серии Xilinx ISE и системой HDL-моделирования ModelSim™ XE,

- загрузочный кабель,
- отладочная плата.

Для эффективной работы со средствами проектирования и моделирования рекомендуется использовать компьютер с процессором не ниже Pentium™-IV 2,8 ГГц и ОЗУ объёмом не менее 512 Мб. Размер свободного пространства на жёстком диске, необходимого для установки последних версий САПР серии Xilinx ISE [2] и системы моделирования ModelSim XE Starter в полном объёме, должен составлять не менее 3,5 Гб. Процедуры установки систем проектирования и моделирования подробно рассматриваются в следующих разделах.

Все кристаллы и элементы конфигурационной памяти современных семейств, выпускаемых фирмой Xilinx, программируемы в системе (In-System Programmable). Это означает, что конфигурационные данные могут загружаться непосредственно в ПЛИС или ППЗУ, установленные на печатной плате разрабатываемого устройства или системы. Поэтому для выполнения операций программирования (конфигурирования) не требуется аппаратный программатор. Загрузка конфигурационной информации в кристалл и обратное считывание данных осуществляется с помощью специального интерфейсного модуля, который преобразует сиг-

налы стандартного порта персонального компьютера (параллельного LPT или USB) в сигналы конфигурационного порта ПЛИС. Такой модуль выполнен, как правило, в виде загрузочного кабеля (Download Cable). В процессе изучения курса проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС и для последующей практической работы можно использовать любой из серийно выпускаемых фирмой Xilinx загрузочных кабелей [2]. Кроме того, в последнем разделе настоящей статьи приведены принципиальные схемы, которые могут быть использованы для самостоятельного изготовления загрузочного кабеля. Следует обратить внимание на то, что стоимость компонентов этих схем на порядок ниже стоимости фирменного загрузочного кабеля.

Для аппаратной отладки разрабатываемого проекта необходим инструментальный модуль, выполненный на основе соответствующей ПЛИС. Такой модуль можно также подготовить самостоятельно, изготовив печатную плату и выполнив на ней монтаж выбранной ПЛИС. Кроме того, можно воспользоваться серийно выпускаемыми аппаратными модулями, которые входят в состав «стартовых» инструментальных комплектов (Starter Kit) [3 – 6] и отличаются сравнительно невысокой стоимостью. Применение таких готовых модулей позволяет не только сократить время разработки, но и исключить возможность появления ошибок, возникающих при трассировке печатной платы и монтаже компонентов. Для овладения методикой разработки устройств на основе кристаллов с архитектурой CPLD (Complex Programmable Logic Device) рекомендуется использовать инструментальный комплект CoolRunner-II Design Kit [3, 4]. Изучение процесса сквозного проектирования систем на основе ПЛИС с архитектурой FPGA удобно

проводить с использованием «стартовых» комплектов Spartan-3 Starter Kit и Spartan-3E Starter Kit [3, 5, 6].

УСТАНОВКА САПР СЕРИИ XILINX ISE

Дистрибутив пакета средств проектирования серии Xilinx ISE может предоставляться в форме самораспаковывающегося архива (на Web-сервере фирмы Xilinx) или в развёрнутом виде (на DVD-носителе). После распаковки архива автоматически запускается «мастер» установки САПР серии Xilinx ISE на жёсткий диск компьютера. При использовании разархивированного дистрибутива процесс инсталляции инициируется путём активизации программы setup.exe, которая находится в папке win.

Работа «мастера» начинается с очередного вывода трёх диалоговых панелей с заголовком Accept Software License, в которых отображаются соответствующие части лицензионного соглашения по использованию устанавливаемого программного обеспечения. Необходимо принять условия каждой части лицензии. Для этого в каждой из этих диалоговых панелей нужно поместить курсор на поле индикатора «I accept the terms of this software license» и щёлкнуть левой кнопкой мыши. При этом в поле индикатора отобразится соответствующий маркер и станет активной кнопка Далее (Next), расположенная в нижней части диалоговой панели. Эта кнопка позволяет перейти к следующей диалоговой панели «мастера» с заголовком Select Destination Directory, в которой нужно указать имя диска и каталога, используемого для размещения программ пакета САПР, а также название раздела (программной группы), создаваемого в меню Пуск/Программы (Start/Programs).

Полное имя каталога, включающее путь доступа к нему, указывается в поле редактирования Select a Destination Directory, расположенном в верхней части одноименной диалоговой панели. По умолчанию предлагается каталог с названием Xilinx, который автоматически создаётся на диске C. Изменить название диска или каталога можно с помощью клавиатуры после активизации этого поля редактирования или кнопки Browse, которая открывает стандартную панель выбора каталога. Название раздела, создаваемого в меню Пуск/Программы

(Start/Programs) и используемого для вызова программ пакета, определяется в поле редактирования Select a Program Folder. Рекомендуется использовать название, предлагаемое по умолчанию: Xilinx ISE N.Mi (где N.M – номер устанавливаемой версии САПР серии Xilinx ISE). При необходимости его изменения следует использовать клавиатуру. После нажатия кнопки Далее (Next) в нижней части диалоговой панели Select Destination Directory открывается очередная диалоговая панель «мастера», озаглавленная Update Environment.

Данная панель позволяет определить значения параметров, управляющих установкой переменных окружения и путей доступа к программам пакета САПР серии Xilinx ISE в системных файлах. Значение переменной окружения LMC_HOME должно быть установлено в том случае, если в разрабатываемых проектах планируется использование компонентов процессора PowerPC или высокоскоростных приёмопередатчиков Rocket I/O. Определение значений переменных PATH и XILINX необходимо для нормального функционирования модулей пакета САПР в пакетном режиме и в режиме командной строки. Значения этих параметров используются для определения путей доступа к программам пакета в системных файлах. Управление установкой значений всех переменных окружения осуществляется с помощью индикаторов состояния, которые расположены слева в каждой строке с идентификатором переменной. Значение «включено», отмеченное маркером на поле соответствующего индикатора, разрешает автоматическое определение выбранной переменной окружения. Для изменения состояния индикатора на противоположное следует поместить курсор на поле индикатора и щёлкнуть левой кнопкой мыши. Для всех параметров, управляющих определением значений переменных окружения, рекомендуется использовать состояние «включено», установленное по умолчанию. Чтобы перейти к следующему шагу инсталляции средств проектирования серии Xilinx ISE, нужно воспользоваться кнопкой Далее (Next), расположенной в нижней части диалоговой панели Update Environment.

Очередная диалоговая панель Begin Installation, отображаемая пос-

ле нажатия кнопки Далее (Next), содержит список всех указанных ранее параметров процесса установки пакета. В этой панели также перечисляются семейства ПЛИС, которые поддерживаются данной версией САПР. При необходимости изменения каких-либо значений параметров установки следует вернуться к предыдущим шагам, нажав кнопку Назад (Back). Если все параметры установлены корректно, то следует нажать кнопку Установка (Install), которая активизирует собственно процесс инсталляции программ пакета САПР. При этом на экран выводится информационная панель, в верхней части которой отображается индикатор выполнения этого процесса. Процесс установки средств проектирования может занимать заметное время, в зависимости от производительности компьютера и скорости работы жёсткого диска. В течение этого процесса в информационной панели, отображаемой на экране монитора, приводятся сведения о новых возможностях устанавливаемой версии САПР.

После завершения инсталляции программ пакета САПР серии Xilinx ISE может выводиться запрос о замене драйверов. Для нормальной работы загрузочных кабелей рекомендуется ответить на этот запрос утвердительно (Yes).

Далее, при отсутствии ошибок, отображается сообщение об успешном окончании процесса инсталляции, которое закрывается кнопкой ОК. После этого следует обязательно установить модули обновления, которые устраняют ошибки, обнаруженные в процессе эксплуатации САПР, а также расширяют список поддерживаемых семейств ПЛИС. Процесс установки модулей обновления Service Pack рассматривается в следующем разделе.

ОБНОВЛЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПАКЕТА САПР СЕРИИ XILINX ISE

Обновление программных средств пакета САПР серии Xilinx ISE выполняется с помощью модулей Service Pack, которые устанавливаются поверх существующей версии. К моменту написания данной статьи на web-сервере фирмы Xilinx был представлен Service Pack 3. Этот модуль представляет собой самораспаковывающийся архив, после развёртывания

которого автоматически запускается «мастер» инсталляции Service Pack.

В процессе установки модуля обновления Service Pack необходимо указать диск и каталог, в котором расположены программные средства пакета САПР серии Xilinx ISE, используя стартовую диалоговую панель «мастера» Select a Destination Directory. Ввод названия каталога осуществляется с помощью клавиатуры после активизации поля редактирования «Select the directory where you want the software installed» или кнопки Browse, которая открывает стандартную панель выбора каталога. В этой же диалоговой панели содержится параметр Create Backup before installing update, который управляет созданием резервных копий изменяемых файлов. По умолчанию для этого параметра используется значение «включено», позволяющее впоследствии при необходимости отменить изменения, выполненные в процессе обновления пакета средств проектирования.

Перед началом копирования файлов выводится панель Begin Installation, в которой приведены выбранные значения параметров инсталляции. При необходимости внесения изменений следует вернуться к предыдущим шагам, нажав кнопку Назад (Back). Если все значения параметров установлены верно, то следует нажать кнопку Установка (Install), которая активизирует собственно процесс инсталляции файлов модуля обновления Service Pack.

Дальнейший ход процесса установки модуля обновления выполняется в автоматическом режиме и сопровождается отображением в диалоговой панели информационных сообщений о последних изменениях в САПР. Завершается этот процесс выводом информационной панели, уведомляющей об успешном окончании установки файлов модуля обновления.

УСТАНОВКА СИСТЕМЫ HDL-МОДЕЛИРОВАНИЯ MODEL SIM XE III STARTER

Процесс установки системы HDL-моделирования ModelSim XE III Starter выполняется также с помощью «мастера», который активизируется сразу после автоматической распаковки инсталляционного архива. В начале инсталляции на экран выводится стартовая диалоговая панель с заголовком Select Components, с по-

мощью которой следует выбрать редакцию устанавливаемой системы ModelSim. Дистрибутив пакета позволяет установить как полную, так и ограниченную свободно распространяемую версию системы моделирования. Но для каждой редакции необходима соответствующая лицензия (файл с лицензионным кодом). Фирмой Xilinx бесплатно предоставляется лицензия на использование только свободно распространяемой редакции ModelSim XE III Starter. Для инсталляции этой версии нужно в диалоговой панели Select Components зафиксировать в нажатом состоянии кнопку MXE III Starter – Limited Version MXE III (Free).

Переход к следующему шагу установки программных средств ModelSim осуществляется нажатием кнопки Далее (Next) в нижней части диалоговой панели. Очередная диалоговая панель «мастера» установки Welcome содержит предупреждение о необходимости закрытия всех других открытых приложений (программ) перед началом процесса инсталляции. Для прекращения установки системы моделирования и последующего завершения работы активных приложений, которые могут повлиять на процесс инсталляции, следует воспользоваться кнопкой Отмена (Cancel), находящейся в нижней части диалоговой панели Welcome.

Нажатие кнопки Далее (Next) приводит к открытию следующей диалоговой панели «мастера» Software License Agreement. В этой панели отображается текст лицензионного соглашения об использовании устанавливаемой версии системы ModelSim. Чтобы продолжить процесс установки, необходимо принять условия лицензии, нажав кнопку Yes, расположенную в нижней части диалоговой панели Software License Agreement.

Далее необходимо указать диск и каталог, в который будут установлены программные модули и библиотеки системы моделирования, используя очередную диалоговую панель Choose Destination Location. Полное название каталога отображается в поле Destination Folder. По умолчанию программа установки предлагает разместить средства моделирования ModelSim в каталоге Modeltech_xe_starter, который автоматически создаётся на диске C. Для

изменения предлагаемого названия диска и каталога следует воспользоваться стандартной панелью навигации по дискам компьютера, которая открывается после нажатия кнопки Browse, расположенной в поле Destination Folder. Указав место расположения системы моделирования, можно перейти к следующему шагу процесса её инсталляции, воспользовавшись кнопкой Далее (Next), находящейся в нижней части диалоговой панели Choose Destination Location.

На этом шаге производится выбор устанавливаемых исходных файлов и библиотек. Очередная диалоговая панель «мастера» Select Library Installation Option содержит список возможных вариантов конфигурации библиотек для языков VHDL™ и Verilog™. При разработке проектов с использованием языка описания аппаратуры VHDL следует в этом списке выбрать строку Full VHDL.

Следующая диалоговая панель Select Program Folder предназначена для определения названия раздела, создаваемого в меню Пуск/Программы (Start/Programs), предоставляющего доступ к программам системы моделирования ModelSim. Имя программной группы указывается в поле редактирования Program Folders. По умолчанию в качестве названия раздела используется строка ModelSim XE III 6.1e. Если данный раздел не используется для других целей, рекомендуется оставить название программной группы, предлагаемое по умолчанию. Выбор названия раздела завершается нажатием кнопки Далее (Next), находящейся в нижней части диалоговой панели Select Program Folder.

В очередной диалоговой панели «мастера» инсталляции Add ModelSim To Path представлен запрос об установке путей доступа к программам пакета ModelSim в системных файлах компьютера. Указание полного пути доступа к каталогу, содержащему исполняемые программные модули системы моделирования, необходимо для выполнения компиляции в пакетном режиме и осуществления моделирования в окне сеанса DOS. Процедура установки путей доступа выполняется автоматически при нажатии кнопки Yes в панели запроса Add ModelSim To Path.

Функционирование системы моделирования ModelSim XE III невозможно без файла, содержащего лицензи-

онный код. Процедура его получения может быть выполнена сразу же после завершения установки пакета, если используемый компьютер имеет выход в Интернет. С этой целью на экран выводится диалоговая панель License Request, содержащая запрос о немедленном выполнении процедуры получения файла лицензии. При утвердительном ответе на этот запрос автоматически стартует утилита Submit License Request. Вопросы получения лицензионного кода подробно обсуждаются в следующем разделе.

Заключительная информационная панель «мастера» ModelSim XE III Setup Complete содержит сведения об успешном выполнении основных операций установки системы моделирования ModelSim XE III Starter. Процесс инсталляции средств моделирования завершается нажатием кнопки Готово (Finish) в нижней части этой информационной панели.

Для системы моделирования ModelSim XE также периодически выпускаются пакеты обновлений библиотек моделей компонентов и IP-ядер фирмы Xilinx. Получить данные пакеты можно теми же путями, что и САПР серии Xilinx ISE [2]: через Интернет или официального дистрибьютора. Пакеты обновлений для системы ModelSim XE обычно выполнены в виде zip-архивов, содержимое которых нужно скопировать непосредственно в основной каталог, созданный для установки средств моделирования.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИЦЕНЗИОННОГО КОДА ДЛЯ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ MODEL SIM XE III STARTER

Для получения файла лицензии следует активизировать строку Submit License Request в меню Программы/ModelSim, которое открывается при нажатии кнопки Пуск операционной системы Windows. Эта утилита автоматически собирает всю информацию о технических параметрах используемого компьютера, необходимую для получения лицензионного кода, преобразует её в формат адресной строки Internet и автоматически запускает обозреватель Microsoft® Internet Explorer™. Если компьютер, на котором установлен пакет, подключен к Интернету, то файл лицензии может быть получен в течение нескольких минут. В процес-

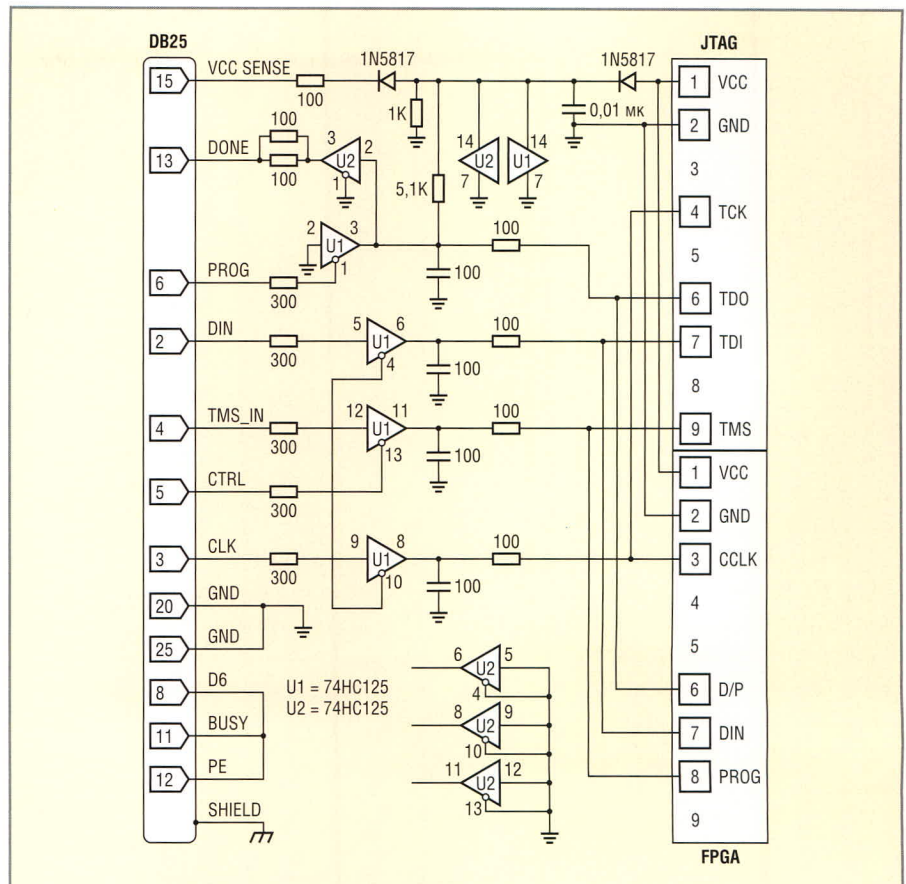


Рис. 1. Принципиальная схема загрузочного кабеля Xilinx Parallel Download Cable III

се получения лицензии необходимо ввести идентификатор пользователя и пароль, полученные ранее при регистрации, и вновь заполнить анкету с указанием адреса электронной почты, по которому будет выслан файл, содержащий лицензионный код.

В противном случае, при отсутствии выхода в Интернет, следует скопировать содержимое адресной строки Microsoft Internet Explorer в буфер обмена, выделив его и воспользовавшись командой копирования из меню Edit или всплывающего контекстно-зависимого меню. Затем содержимое буфера обмена нужно сохранить в виде текстового файла на дискете или Flash-диске (используя любой текстовый редактор, например, Notepad™ или WordPad™), которые следует перенести на компьютер, подключенный к Интернету. Далее нужно выполнить обратную операцию – скопировать текст из файла на дискете или Flash-диске в буфер обмена, после чего активизировать обозреватель Internet Explorer и вставить содержимое буфера в адресную строку. Полученный файл лицензии необходимо перенести на жёсткий диск компьютера, где установлен пакет ModelSim XE III Starter.

Перед началом работы с пакетом моделирования необходимо активизировать полученный лицензионный код. Для этого следует запустить программу Licensing Wizard, используя меню Программы/ModelSim, с помощью которой указывается размещение файла лицензии на диске и автоматически устанавливается полный путь доступа к нему, а также необходимые переменные окружения.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ЗАГРУЗОЧНЫХ КАБЕЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ КОНФИГУРИРОВАНИЯ ПЛИС ФИРМЫ XILINX

Принципиальные схемы загрузочных кабелей, которые рассматриваются в настоящем разделе, отличаются простотой и доступностью используемых компонентов. Эти схемы представлены в разделе поддержки сайта xilinx.com и в описании инструментальных комплектов, перечисленных в начале статьи. Все загрузочные кабели, выполненные на основе данных схем, предназначены для подключения к параллельному порту (LPT) персонального компьютера.

На рис. 1 изображена принципиальная схема параллельного загруз-

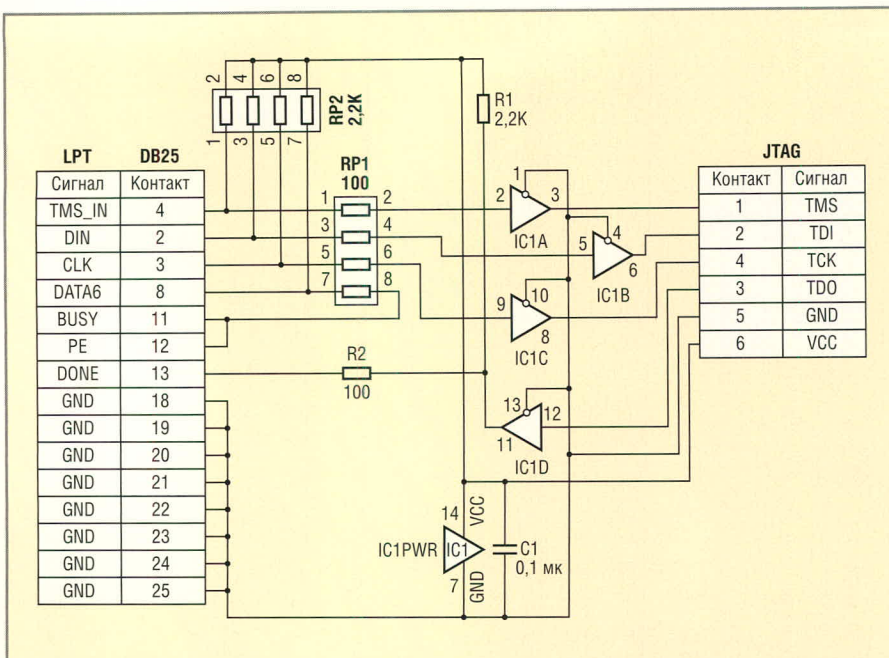


Рис. 2. Принципиальная схема загрузочного кабеля, используемого в составе отладочной платы Digilab XC2 из комплекта CoolRunner-II Design Kit

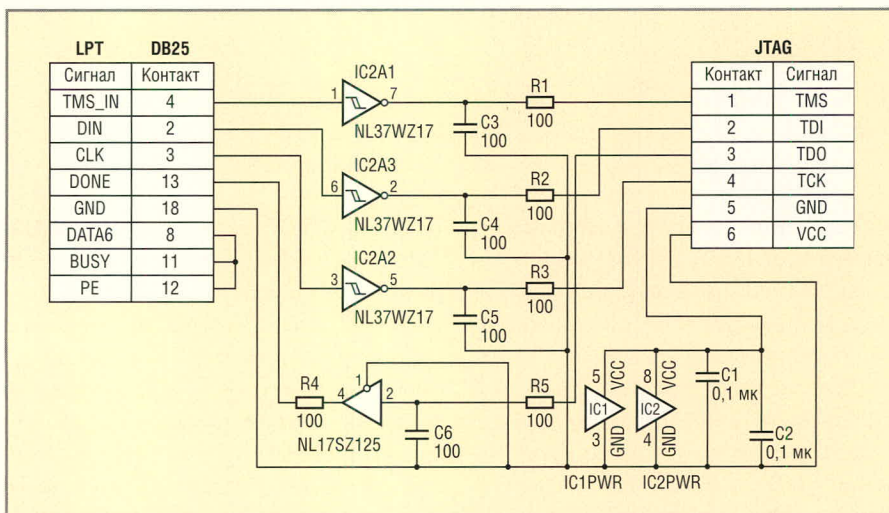


Рис. 3. Принципиальная схема загрузочного кабеля Digilent JTAG3 Download/Debug Cable, входящего в состав инструментального комплекта Spartan-3 Starter Kit

зочного кабеля Parallel Download Cable III, который серийно производился фирмой Xilinx до выпуска его новой версии – Parallel Download Cable IV. С помощью данного кабеля можно выполнять загрузку конфигурационной последовательности в ПЛИС с архитектурой FPGA (Field Programmable Gate Array), а также программирование кристаллов с архитектурой CPLD и конфигурационной памяти. Поэтому его целесообразно использовать в том случае, когда планируется работа с различными семействами ПЛИС. Загрузка конфигурационных данных в кристалл и обратное считывание информации осуществляется через параллельный порт

персонального компьютера, который функционирует в режиме EPP (Enhanced Parallel Port). Питание загрузочного кабеля (рис. 1) осуществляется от стабилизатора напряжения, расположенного на печатной плате проектируемого устройства, в состав которого входит конфигурируемая ПЛИС.

Схема загрузочного кабеля Xilinx Parallel Download Cable III выполнена на основе двух микросхем SN74HC125N. Все компоненты схемы располагаются на печатной плате. Сопряжение печатной платы модуля загрузочного кабеля с параллельным портом персонального компьютера осуществляется обычно посредством 25-проводного лен-

точного кабеля, рекомендуемая длина которого не должна превышать 1 м. Для подключения модуля программирования к порту JTAG-интерфейса конфигурируемой ПЛИС можно использовать 10-проводный ленточный кабель, рекомендуемая длина которого не должна превосходить 150 мм. В случае применения ленточных кабелей большей длины велика вероятность возникновения помех в процессе программирования ПЛИС, а также изменения длительности фронтов конфигурационных сигналов. Следствием проявления этих факторов являются сбои в процессе конфигурирования кристалла, которые в конечном итоге приводят к отсутствию работоспособности запрограммированной ПЛИС.

Для программирования ПЛИС с архитектурой CPLD, в частности, кристаллов семейства CoolRunner-II, можно изготовить загрузочный кабель по упрощенному варианту принципиальной схемы, приведенной на рис. 1. Основу модифицированного варианта схемы образует одна микросхема SN74HC125N. Загрузочный кабель, выполненный по такой схеме, применяется, например, в составе отладочной платы Digilab XC2 из комплекта CoolRunner-II Design Kit, который выпускается фирмой Digilent Incorporated® [3, 4]. Принципиальная схема упрощенного варианта загрузочного кабеля показана на рис. 2. Сокращение количества компонентов принципиальной схемы позволяет существенно уменьшить размеры печатной платы модуля загрузочного кабеля. Кроме того, разъем, предназначенный для подключения к порту JTAG-интерфейса программируемой ПЛИС, можно также расположить непосредственно на этой печатной плате, исключив тем самым соответствующий ленточный кабель. В этом случае для обеспечения механической совместимости загрузочного кабеля с платой разрабатываемого устройства рекомендуется выбирать ширину печатной платы модуля равной длине разъема JTAG-интерфейса. Таким образом, исключаются возможные проблемы при подключении разъема JTAG-интерфейса загрузочного кабеля к соответствующему разъему на печатной плате

разрабатываемой системы, в состав которой входит программируемый кристалл. Электропитание данного загрузочного кабеля при работе с ПЛИС семейства CoolRunner-II осуществляется от источника с выходным напряжением 3,3 В. Для этой цели может использоваться дополнительный внешний источник с указанным значением выходного напряжения или стабилизатор, расположенный на печатной плате (на которой установлена программируемая ПЛИС) и вырабатывающий напряжение 3,3 В.

Наиболее эффективным вариантом принципиальной схемы загрузочного кабеля, рекомендуемым для самостоятельного изготовления, является схема кабеля JTAG-интерфейса, который выпускается фирмой Digilent Incorporated. Этот загрузочный кабель Digilent JTAG3 Download/Debug Cable входит, в частности, в состав инструментального комплекта Spartan-3 Starter Kit [4, 5]. Важным преимуществом указанного загрузочного кабеля является поддержка достаточно широко-

го диапазона значений напряжения питания: 2,8...5 В. Основу принципиальной схемы этого кабеля (рис. 3) образуют две микросхемы: NL37WZ17 и NL17SZ125, выпускаемые фирмой ON Semiconductor®. Использование в составе схемы компонентов, выполненных в миниатюрных корпусах, позволяет разместить их на печатной плате вместе с разъёмом JTAG-интерфейса. Для подключения данного загрузочного кабеля к параллельному порту персонального компьютера можно использовать пятипроводный кабель длиной не более 1,5 м. Соединение контактов 8, 11, 12 разъёма параллельного порта осуществляется перемычками, размещаемыми непосредственно на разъёме загрузочного кабеля DB25P.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузелин М.О., Кнышев Д.А., Зотов В.Ю. Современные семейства ПЛИС фирмы Xilinx. Справочное пособие. М.: Горячая линия – Телеком, 2004.

2. Зотов В. Средства проектирования встраиваемых микропроцессорных систем, реализуемых на основе ПЛИС фирмы Xilinx. Современная электроника. 2006. №№ 7 – 9.

3. Зотов В.Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы Xilinx. М.: Горячая линия – Телеком, 2006.

4. Зотов В. Инструментальный комплект CoolRunner-II Design Kit для практического освоения методов программирования ПЛИС семейств CPLD фирмы Xilinx. Компоненты и технологии. 2003. № 2.

5. Зотов В. Инструментальный комплект Spartan-3 Starter Kit для практического освоения методов проектирования встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx. Компоненты и технологии. 2005. № 7.

6. Зотов В. Новый инструментальный комплект Spartan-3E Starter Kit для практического освоения методов проектирования встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx. Компоненты и технологии, 2006. № 10.



Новости мира News of the World Новости мира

Декодер для генерирования голоса

Компания Rohm разработала декодер с адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляцией BU8844FV, который отличается высоким качеством формирования голоса и низким потребляемым током. Устройство создано специально для использования в бытовой технике.

Декодер BU8844FV потребляет всего 1,3 мА, что в шесть раз меньше, чем у традиционных устройств, и включает все функции для генерации голоса. Благодаря функции FIFO сокращена нагрузка на микроконтроллер и обеспечивается возможность встраивать декодер в уже существующие системы без значительных изменений в конструкции.

Частота модуляции может регулироваться в пределах от 4 до 32 кГц с дискретностью 1 кГц. Это обуславливает высокое качество звука.

Кроме того, декодер поддерживает работу с музыкой.

www.e7e.ru

Первый в мире аналоговый мультиплексор 4 : 1

Компания Fairchild Semiconductor выпустила первый в мире аналоговый мульти-

плексор 4 : 1 с частотой 1,2 ГГц. Он отличается полосой малого сигнала 800 МГц и полосой большого сигнала 500 МГц (-3 дБ). Это позволяет обеспечить на четверть более широкую полосу частот, чем у аналогов.

Это единственный в мире серийный мультиплексор с полосой частот, удовлетворяющей требованиям видеосигналов высокого разрешения форматов HD, 1080p и 1080i. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики составляет 0,1 дБ при частотах до 90 МГц и амплитуде 2 В.

Устройство также характеризуется высокой скоростью нарастания напряжения (2200 В/мкс), что обеспечивает оптимальные импульсные характеристики.

Мультиплексор FHP3194 выпускается в корпусах TSSOP-14 и SOIC-14 и не содержит свинца.

www.e7e.ru

«Холодные» Xeon: новинки Intel

Ещё двумя серверными процессорами на базе архитектуры Woodcresct пополнился накануне ассортимент компании Intel. На свет появились LGA771 чипы Xeon: LV5138 и LV5128, обладающие низким энергопотреблением.

Рабочая частота новинок составляет 2,13 и 1,86 ГГц, а величина TDP-мощности находится на уровне 35 и 40 Вт соответственно. Двухъядерные процессоры могут похвастаться кэш-памятью 4 Мб и поддержкой шины 1066 МГц.

В арсенале Intel присутствует чип семейства Xeon 5100, обладающий ещё более низким энергопотреблением – Xeon LV 5148.

www.fcenter.ru

Новая линейка микроконтроллеров PIC16 общего назначения

Microchip Technology анонсировала новую линейку микроконтроллеров семейства Midrange общего назначения PIC16F88x. Новые микроконтроллеры PIC16F883, PIC16F884, PIC16F886 и PIC16F887 являются «улучшенной» версией популярного семейства PIC16F87x. Они разработаны по технологии nanoWatt. Низкий ток потребления при работе от внутреннего НЧ-генератора и система тактирования nanoWatt позволяет использовать микроконтроллеры в автономных системах. Микроконтроллеры поддерживают внутрисхемную отладку с помощью отладчика ICD2 и программатора-отладчика начального уровня PICKit2.

www.microchip.com

«РАДЭЛ-2006» как отражение конъюнктуры рынка электроники и приборостроения

14–17 ноября 2006 г. в Санкт-Петербурге состоялась крупнейшая на Северо-Западе 6-я Специализированная выставка «Радиоэлектроника и приборостроение» («РАДЭЛ»). Экспоненты выставки представили на своих стендах как знаменитые промышленные бренды, так и новейшие разработки в области электроники, приборостроения и информационных технологий.

«РАДЭЛ-2006» и прошедшая одно- временно с ней «Автоматизация-2006» сегодня являются крупнейшими отраслевыми выставками на Северо-Западе. Подтверждение этому – количество и география участников. В нынешнем году более 300 участников представили на выставках свою продукцию – электронные системы и компоненты, а также средства промышленной автоматизации. Выставку посетили 12 тысяч специалистов из всех промышленных центров России и СНГ, из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Организаторами «РАДЭЛ» и «Автоматизации» являются один из крупнейших выставочных операторов Северо-Запада России компания «FAREXPO» и компания «ЭкспоТехноком». Отдавая дань уважения постоянным экспонентам, доля которых ежегодно составляет порядка 80%, организаторы неизменно подчёркивают, насколько важным

является участие в данных выставках новых фирм. Как показывает опыт, компании-новички представляют не меньший, а иногда и больший интерес для посетителей по сравнению с признанными лидерами рынка.

Вице-президент Ассоциации «Северо-Запад» Елена Хазова констатировала, что, по сравнению с предыдущими, нынешние выставки уже продемонстрировали значительные достижения. Заметно возросло количество иностранных экспонентов, увеличилась до 20% доля новых участников. Рост количества и расширение географии участников данных выставок подтверждают тот факт, что интерес российских компаний к новым технологиям, разработкам и достижениям в области электроники и автоматизации из года в год возрастает.

Представитель научного центра Российской академии наук Константин Соловьев подчеркнул, что предварительное знакомство с экспонатами выставок показало, что Россия сохранила свой научно-технический потенциал: – «РАДЭЛ» и «Автоматизация» в совокупности доказывают, что достижения наших учёных востребованы и в России, и за рубежом. Продукция, представленная на стендах российских предприятий, воплощает последние достижения мировой экономики, – отметил он.

Как и в прошлом году, участие в выставке приняли российские разработчики и производители электронных компонентов, электротехнического и технологического оборудования, источников питания, печатных плат, радиоизмерительных приборов и т.д. Многие экспоненты являются дистрибьюторами крупных зарубежных

компаний-производителей, нередко имеющих мировую известность.

Ряд экспонентов не только продемонстрировали посетителям свои стенды, но и приняли участие в деловой программе, включающей более 20 семинаров для руководителей и специалистов. Семинары компаний были объединены в профессиональный Форум «Комплекующие, технологии, оборудование радиоэлектроники и приборостроения».

Для того чтобы максимально объективно написать о прошедшей выставке, был проведён блиц-опрос участников «РАДЭЛ-2006». Вот некоторые из ответов.

- Да, есть в нашей стране большие, общероссийские выставки, куда приезжают директора заводов, снабженцы и разработчики со всей страны. «РАДЭЛ» – выставка региональная, и здесь среди посетителей значительно меньше управленцев и гораздо больше разработчиков.
- «РАДЭЛ» – это единственная специализированная выставка, которую знают практически все специалисты нашей отрасли. Выставка имеет установившийся список участников и стабильный круг посетителей.
- Мы ценим и любим «РАДЭЛ», поэтому выставляем свой стенд здесь уже пятый раз. Нас порадовало, что среди экспонентов появились новые имена, в том числе из других регионов.
- Акценты на выставке сместились в сторону новых достижений и технологий в сфере электроники.
- «РАДЭЛ» – единственная заметная в Петербурге специализированная выставка, и хотя бы по этой причине пропускать её не хочется.
- Многие специалисты, посетившие выставку или принявшие в ней участие, в очередной раз отметили, что «РАДЭЛ» – наиболее реальное отражение конъюнктуры российского рынка электроники и приборостроения. Ежегодно участвуя в выставке, компании продолжают завоёвывать на этом рынке новые позиции и подтверждают репутацию надёжных деловых партнёров.



Международная выставка и конференция «Беспроводные и мобильные технологии»

С 21 по 23 ноября 2006 года в Москве, в СК Олимпийский прошло ключевое событие для специалистов в области беспроводных технологий – Международная выставка и конференция Mobile & Wireless – «Беспроводные и мобильные технологии». Организатор: выставочная компания «Инконэкс», представитель ТПП г.Москвы.

«Беспроводные технологии – стремительно развивающееся научно-техническое направление. Без всякого преувеличения можно сказать, что проведение в России профильных выставок и сопутствующих им отраслевых форумов способствуют развитию отечественной производственной, научно-технической и инновационной деятельности. Именно в ходе подобного рода мероприятий и создаются прочные экономические отношения между производителями и потребителями, здесь закладываются производные успеха и развития России»

Борисов Юрий Иванович, начальник управления радиоэлектронной промышленности и систем управления Федерального агентства по промышленности

Сто компаний из пяти стран мира представили свои экспозиции на выставке. Российские научные разработки представили: Институт радиотехники и электроники Российской академии наук (Москва), Конструкторское бюро аппаратуры связи МАРС (Новосибирск), ЗАО Московские микроволны (Москва), ООО НИК «Антенна XXI», ИТЕК (Челябинск) и многие другие. Наряду с компаниями из различных регионов России, свою продукцию представили ведущие компании-производители из Украины, Литвы, Германии, Голландии, в том числе NXP Semiconductors, Panasonic Industrial Europe, Motorola – M2M Wireless Modules, UAB Teltonika и другие.

Участники выставки ознакомили посетителей с возможностями применения беспроводных технологий, которые нашли широкое применение в обмене данных, системах телемет-

рии, радионавигации и диспетчеризации, транспортной электронике, дистанционном управлении и контроле, системах промышленной автоматизации и многих других областях.

На выставке вниманию специалистов были представлены технологии применения беспроводных решений в системах охраны и безопасности, навигации и телеметрии, on-line мониторинга подвижных и стационарных объектов.

В дни работы выставки особый интерес специалистов привлекла деловая программа.

За три дня работы выставку посетили более 4 200 специалистов из 180 городов России 12 стран мира.

Вот мнения некоторых участников выставки:

«Участие в выставке для нашей компании очень успешно, много новых контактов, уже во время работы выставки шли звонки в офис по заказу оборудования. Хочется отметить очень высокий уровень компетентности посетителей выставки, много вопросов по техническим аспектам представляемого оборудования, поэтому на выставке мы проводили ма-

стер-классы по вопросам: настройки беспроводного оборудования, интеграции оборудования с другими системами.»

«На выставке удалось почерпнуть актуальную информацию о тенденциях развития рынка беспроводных технологий, новых технических решениях. Контакты, которые были установлены на выставке, сейчас находятся в стадии проработки для возможности закупки оборудования.»

Сегодня мобильность становится ключевым направлением развития всей индустрии информационных и промышленных технологий. Беспроводные решения существенно расширяют возможности пользователей. Удобство, мобильность, доступность – это уже не просто лозунг, это реальное требование. Новейшие разработки востребованы и имеют огромное значение в развитии промышленности и экономики. Можно сказать, что выставка «Беспроводные и мобильные технологии» стала своеобразной иллюстрацией к тому, насколько масштабны возможности применения беспроводных и мобильных технологий. Очевидно, при сохранении современных темпов развития беспроводных технологий, мы увидим их применение практически во всех сферах нашей жизни.

Приглашаем на выставку «Беспроводные и мобильные технологии» 2007, которая состоится в ноябре следующего года!



«Фотоника-2007» – импульс для новых успехов

Лазерный рынок России – один из наиболее высоко-технологичных и стабильно развивающихся. Потенциал отрасли огромен – и это особенно важно сейчас, когда настоящий бум переживает внедрение лазеров и оптоэлектроники в системы телекоммуникаций, в аудио- и видеосистемы.

Всё многообразие продукции, созданной в смежных областях, будет представлено на 2-й Международной специализированной выставке оптической, лазерной и оптоэлектронной аппаратуры, комплектующих изделий и компонентов «Фотоника-2007». Выставка пройдет с 13 по 16 марта 2007 г. в ЦВК Экспоцентр.

Вполне понятно, что рамки «чисто лазерной» выставки изначально оказались тесноваты. Отчетливо почувствовалась необходимость сотрудничества со смежными областями, прежде всего, оптическим приборостроением, оптоэлектроникой, голографией, современной светотехникой, которая сегодня базируется на светодиодах и оптоволокне, фотоэлектроникой.

В организации первой «Фотоники», за которую взялся ЦВК Экспоцентр и Лазерная ассоциация, приняло участие 113 фирм из 13 стран мира (Белоруссия, Германия, Китай, Литва, Нидерланды, Россия, США, Украина, Франция, Чехия, Швейцария, Швеция, Южная Корея).

Участники прошедшей выставки весьма точно отразили состав сегодняшней отечественной лазерно-оптической отрасли: 17% экспонентов – большие фирмы (численность сотрудников – более 250 чел.), 30% – средние по размеру организации, 52%

– малые предприятия. 68% экспонентов – производители аппаратуры, 35% – ведут НИОКР, 16% – занимаются торговлей оборудованием, 16% предлагают сервис и различные услуги (сумма превышает 100%, т.к. многие фирмы сочетают перечисленные виды деятельности).

Общее количество посетителей «Фотоники-2006» составило 3540 человек. Анкетирование показало, что подавляющее большинство (свыше 85%) – лица, принимающие решения или участвующие в принятии решений в своих компаниях. Большинство посетителей трудятся в компаниях, непосредственно связанных с рынком оптики, лазерной техники, оптоэлектроники и светотехники.

В рамках выставки прошла насыщенная деловая программа: расширенное заседание Экспертного Совета по лазерным технологиям при Комитете по образованию и науке Государственной Думы, круглые столы «Роль фотонных технологий в современном обществе» и «Оптика в Москве», семинары по мощным волоконным и диодным лазерам и по контролю и характеристике лазерного луча, презентации новых изданий Лазерной ассоциации, вышли специально приуроченные обзорные статьи об отрасли.

Состоялась презентация Московского лазерного инновационно-технологического центра. Выставка «Фотоника-2007» ориентирована, прежде всего, на внутренний рынок, на модернизацию отечественного производства. Предоставляя возможность ознакомиться с современными

технологиями и закупить новую технику, выставка работает на конечный результат. По мнению заместителя председателя Комитета Госдумы по образованию и науке С.И. Колесникова, выставка «Фотоника» позволит привлечь внимание производителей к новым разработкам, а правительственных кругов – к нуждам инновационных компаний, что позволит создать необходимые финансовые и инвестиционные инструменты для внедрения на рынок их продукции. Компаниям, работающим в этой перспективной области, выставка даст импульс для новых прорывных успехов.

В рамках выставки 2007 г. Лазерная ассоциация объявила конкурс на лучшую отечественную разработку в области лазерной аппаратуры и лазерно-оптических технологий. Конкурс призван улучшить осведомленность отечественных, да и зарубежных специалистов о реальном уровне достижений отрасли.

Хочется отметить, что выставка «Фотоника-2007» будет весьма интересной и полезной как в части экспозиции, так и в части деловой программы. Уже сегодня заявки на участие в выставке подали более 100 компаний. Планируется весомое международное участие. Надеемся, что «Фотоника-2007» будет способствовать расширению круга пользователей лазерно-оптических технологий, продемонстрирует высокую эффективность и доступность отечественного оборудования, представит разнообразную современную зарубежную технику.



СЕМИНАР ПО ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ AWR И CST

В середине ноября компания Электрон-Трейд-М (www.eltm.ru) провела семинар, посвящённый использованию современного программного обеспечения для проектирования СВЧ-устройств производства компаний Applied Wave Research и Computer Simulation Technology. Семинар проводился на базе Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, который является лицензионным пользователем обоих пакетов.

Ведущие специалисты компаний AWR и CST представили ряд интересных докладов. Большой интерес среди слушателей вызвал обзор перспектив схемотехнического и EM-анализа СВЧ-устройств, сделанный Андрю Уоллесом (Andrew Wallace), руководителем службы технической поддержки европейского представительства компании AWR. Здесь был дан подробный анализ существующих методов EM-моделирования, особенностей их применения для конкретных задач проектирования, а также возможных проблем их использования. Отдельно был рассмотрен модуль анализа нелинейных схем методом гармонического баланса, разработанный финским подразделением компании AWR (бывшей фирмой APLAC) и обеспечивающий на порядок большую производительность, чем продукты ближайших конкурентов.

Другой представитель фирмы AWR, специалист по технической поддержке Греми Ричи (Graeme Ritchie), описал относительно новую область применения пакета AWR Microwave Office – анализ электромагнитной совместимости на высокоскоростных цифровых печатных платах. Традиционный подход к анализу целостности сигналов и перекрестных искажений использует ряд упрощений, позволяющих выполнить моделирование распространения сигналов на сложных многослойных топологиях. Беспрецедентное быстродействие пакета Microwave Office, а также интеграция в нём различных вычислительных модулей, в том числе и полного EM-анализа, сделало возможным моделирование сигналов на таких частотах и скоростях, где обычные модели перестают работать. Кроме того, использование средств электромагнитного анализа позволило учесть неидеальную структуру слоёв питания и заземления, например, щели в областях металлизации или разделённые планы питания.

Адриан Скотт (Adrian Scott), ведущий инженер по приложениям компании CST, сделал обзор последних возможностей пакета CST Microwave Studio 2006B. Были рассмотрены особенности использования различных вычислительных модулей системы, взаимодействие с системами проек-

тирования печатных плат, тепловое моделирование и экстракция SPICE-моделей, а также интеграция с пакетом AWR Microwave Office.

В докладе, посвящённом разработке WiMAX-систем с помощью пакетов AWR MWO и VSS, был показан типовой путь проектирования современного телекоммуникационного оборудования, начиная с моделирования на системном уровне и заканчивая упаковкой схемы, состоящей из нескольких многокристалльных модулей и монолитных СВЧ-микросхем на миниатюрную печатную плату. Был продемонстрирован именно сквозной цикл проектирования, когда различные части проекта моделируются с различным уровнем детализации. Например, сначала СВЧ-тракт моделируется с использованием идеальных поведенческих моделей, затем блоки заменяются на реальные схемы с учётом нелинейных эффектов, затем схемы анализируются с учётом реальной топологии.

В рамках семинара был также заслушан доклад представителя физического факультета МГУ по оценке эффективности организации канала передачи данных при известном местоположении приёмника и передатчика с помощью пакета AWR Visual System Simulator. Профиль физических задержек оценивался с помощью пакета CST Microwave Studio.

Новости мира News of the World

Fujitsu обрабатывает технологию «термозаписи» HDD

Преодолев четыре года назад 100-Гбит планку плотности записи на квадратный дюйм магнитной пластины, производители установили для себя следующую знаковую границу – 1 Тбит/кв. дюйм. Цель, скажем прямо, достойная. Но достигнуть её обычными средствами, совершенствуя магнитные головки, материалы и даже переходя на перпендикулярную запись, будет крайне проблематично. Для покорения рекордных вершин плотности записи приходится думать также о новых технологиях и об иных принципах в сфере магнитной записи.

В очередном пресс-релизе японская компания Fujitsu сообщила нам о создании сложного оптического элемента для развития технологии магнитной записи при поддержке высокотемпературного воздейст-

вия на пластины. Компания Fujitsu называет эту технологию TAMR (Thermal Assisted Magnetic Recording). Конкурирующая с Fujitsu на рынке жёстких дисков компания Seagate именует аналогичную технологию HAMR (Heat Assisted Magnetic Recording). Однако суть обеих разработок одна – записывать данные на предварительно разогретые лазерным лучом участки пластин.

Подобный подход позволяет обойти так называемый эффект суперпарамагнетизма, когда намагниченные участки по мере уменьшения их размера становятся магнитно-неустойчивыми и могут самопроизвольно менять свою намагниченность. Записав данные «по горячим следам», можно рассчитывать на стабильное состояние магнитных доменов после остывания участка.

Сложность подхода очевидна. Разработчикам придётся интегрировать в магнитные головки оптические элементы, ко-

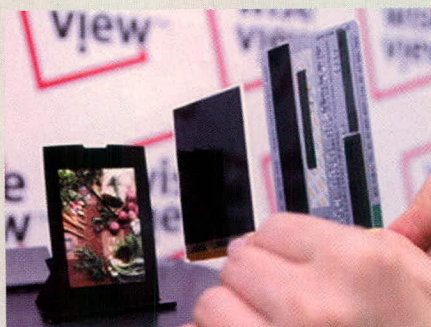
торые должны пропускать через себя достаточный для прогрева поверхности пластины уровень энергии и которые будут действовать на предельно малых от этой поверхности высотах. Компания Fujitsu продемонстрировала свой вариант многослойной оптической головки. Эффективность оптического элемента компании для TAMR-записи составила 17% при пятине проекции 88 × 60 нм. Подобного результата, – сообщает Fujitsu, – пока никто из конкурентов добиться не смог.

О сроках внедрения данной технологии в промышленное производство ничего не заявлено. Оно и понятно: у компаний сектора HDD совсем недавно начался процесс перевода продукции на перпендикулярную запись и у них всё ещё есть возможность плавно наращивать плотность записи и без преодоления пресловутой планки в 1 Тбит.

www.fcenter.ru

Samsung анонсирует тончайшую «мобильную» LCD-панель

Южнокорейская компания Samsung Electronics анонсировала разработку самой тонкой в индустрии ЖК-панели для мобильных цифровых устройств. Толщина этой TFT-LCD-панели в сборе составила всего 0,82 мм (тоньше кредитной карты), что на 0,07 мм меньше самых передовых аналогов от конкурирующих компаний.



Дополнительным преимуществом новой разработки Samsung стала технология создания защитного слоя тонкой панели. Компания называет эту технологию i-Lens. Она представляет собой тонкую и прочную прозрачную накладку на ЖК-экран, входящую в сборную конструкцию панели. С такой накладкой экрану не страшны царапины и удары, — сообщает Samsung, — а значит, не понадобятся дополнительные защитные пластиковые окошки в корпусах изделий, что положительно скажется на качестве картинки в условиях дневного освещения.

К производству сверхтонких панелей компания Samsung планирует приступить во второй половине 2007 г. Предполагается, что это будут экраны диагональю 2,1" и 2,2" с разрешением 240 × 320 пикселей. Максимальная яркость новых панелей составит 300 кд/м² с уровнем максимальной контрастности 500 : 1.

www.fcenter.ru

UMC выпускает первый 45-нм чип

Первых крупных успехов в освоении 45-нм техпроцесса добился второй по величине тайваньскому чипмейкеру. Компания UMC сумела выпустить свой первый 45-нм чип SRAM-памяти с ячейкой площадью 0,25 мкм².

Переход с 65- на 45-нм техпроцесс позволяет на 50% уменьшить размер 6-транзисторной ячейки памяти, а также получить 30%-рост производительности. При выпуске чипа UMC использовала 193-нм иммерсионную литографию.

Имеет смысл отметить, что первый 45-нм чип UMC сошёл со ступеней компании, носящей название Fab 12A и расположенной в Научном парке Тайнаня (Tainan Science Park), что на юге острова.

www.fcenter.ru

AMD начала производство процессоров по 65-нм технологии

В настоящее время по новому техпроцессу изготавливаются четыре модели двухъядерных чипов Athlon 64 X2, предназначенных для использования в настольных компьютерах. Они имеют индексы 5000+, 4800+, 4400+ и 4000+. От своих собратьев, выполненных по 90-нм технологии, новые процессоры отличаются меньшим значением рассеиваемой тепловой энергии (TDP). Для чипов, произведённых по 65-нм технологии, TDP составляет 65 Вт, тогда как ранее данный показатель был равен 89 Вт (для моделей с индексами 5000+ и 4800+). Прочие технические характеристики процессоров не изменились.

О намерении выпустить настольные компьютеры на основе новых чипов AMD уже заявили многие крупные компании, в т.ч. Acer, Dell, Founder, Gateway, Hewlett-Packard, Lenovo и Packard Bell.

Нужно отметить, что основной конкурент AMD, корпорация Intel, предлагает процессоры, изготовленные по 65-нм технологии, ещё с октября 2005 г. В следующем году Intel планирует освоить выпуск чипов по 45-нм технологии, опередив таким образом AMD. Впрочем, компания AMD не намерена сдавать позиции. К середине следующего года планируется полностью перевести завод Fab 36 на 65-нм техпроцесс, после чего начнётся подготовка к внедрению 45-нм норм. Переход на 45-нм технологию AMD рассчитывает осуществить ускоренными темпами.

www.terralab.ru

AMD рада модернизации SOI-памяти

Разработчик перспективной технологии памяти с «плавающим телом», компания Innovative Silicon (ISi), недавно представила усовершенствованную версию своего предмета исследований, которая на порядок улучшила характеристики по смене значения ячейки и времени удержания данных. Одним из значимых приобретателей лицензии на технологию Z-RAM первой версии стала AMD (сделка состоялась в декабре 2005 г.). Сообщается, что компания немедленно обзавелась лицензией и на вто-

рое поколение Z-RAM. Она позволяет отказаться от применения привычного конденсатора в ячейке памяти DRAM. В качестве конденсатора используется затвор полевого транзистора, отделённый от канала слоем диэлектрика. Основным преимуществом подобной памяти является высокая компактность ячейки памяти — её размер меньше в пять раз по сравнению с SRAM и в два раза — со стандартной DRAM-памятью. Ещё одним плюсом Z-RAM является возможность использования существующего оборудования и материалов при производстве чипов — при изготовлении Z-RAM используется SOI техпроцесс (кремний-на-изоляторе), который и применяет AMD для производства своих чипов.

Для использующих SOI компаний при производстве высокопроизводительных процессоров, таких как AMD, IBM или Freescale, указанный подход имеет несколько преимуществ: высокие показатели по времени чтения и записи; размер ячейки меньше, чем у традиционной DRAM, и занимает примерно 20% от размеров шеститранзисторной SRAM. Как именно ISi удалось добиться улучшения технологии — руководство компании пока не комментирует.

Повышение производительности Z-RAM может иметь прикладное значение в различных задачах. Второе поколение технологии имеет лучшую масштабируемость и способно достигать плотности в 5 Мбит/мм² при 65-нм технологических нормах и свыше 10 Мбит/мм² при 45-нм техпроцессе. Память имеет возможность работать на частотах до 400 МГц, а также уменьшить свое энергопотребление до 10 мВт на 1 МГц для минимизации этого параметра. Технология Z-RAM уже прошла обкатку на нескольких фабриках по 90-, 65- и 45-нм техпроцессам. Исследователи сообщают, что и покорение более «тонких» норм не принесёт неожиданностей. По мнению Крейга Сандера (Craig Sander), вице-президента по технологическому развитию AMD, «сочетание высокой плотности размещения, параметров энергопотребления и производительности, а также возможности работы в текущем производственном процессе AMD делает разработку ISi очень привлекательной с точки зрения её внедрения при производстве будущих микропроцессоров». Если AMD удастся реализовать инновацию в ближайшем будущем, то продукция компании усилит свою конкурентоспособность и потребительские качества.

www.3dnews.ru

Эффективные решения для высокочастотной техники от компании Micrometals



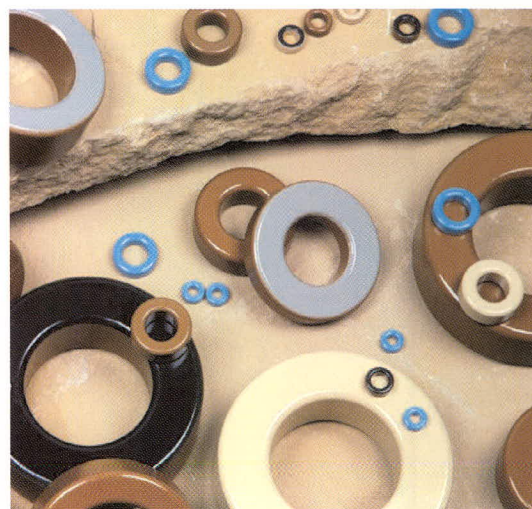
Магнитоэлектрические сердечники для диапазона ВЧ и СВЧ

Основные достоинства и характеристики

- Широкая номенклатура типоразмеров – от 1,27 до 102 мм
- Токоизолирующее полимерное покрытие
- Диапазон частот от 0,01 до 500 МГц
- Высокая стабильность параметров
- Типы сердечников: тороидальные, двойные симметричные, стержни, полые стержни, сердечник-рукав, резьбовые, чашеобразные, дисковые, прямоугольные тороиды, прямоугольные бобины

Области применения:

- Высокочастотные частотно-избирательные цепи
- Согласующие ВЧ-трансформаторы
- Квадратурные мосты
- Трансформаторы на линиях
- ВЧ-фильтры



- Высокодобротные системы
- Широкополосные системы

Материал №	2... 50 кГц	50... 250 кГц	250... 500 кГц	500 кГц... 2 МГц	2... 10 МГц	10... 40 МГц	40... 150 МГц	150... 250 МГц	250... 500 МГц	500 МГц... 1 ГГц
42	■	■								
3	■	■	■	■						
8	■	■	■	■		■	■			
1		■	■	■	■			■	■	■
15		■	■	■	■					
2			■	■	■	■				
7			■	■	■	■				
4					■	■				
6					■	■		■	■	
10						■	■		■	■
17						■	■	■		
12						■	■	■		
0							■	■	■	■

Micrometals наносит на свои изделия запатентованную цветовую маркировку в качестве защиты от подделок

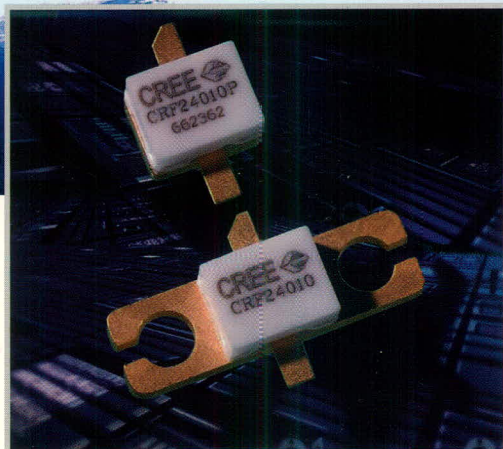
Оригинальная продукция Micrometals в компании ПРОСОФТ

PROSOFT®

ПРОСОФТ — АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

Технологии будущего уже сегодня...



CREE 

Уникальные высокотемпературные радиационно-стойкие SiC СВЧ-транзисторы

- Рекордная плотность мощности СВЧ на кристалле
- Сверхширокая полоса частот усиления: DC...2,7 ГГц
- Рабочая температура кристалла +255°C!
- Высокое напряжение питания 48 В упрощает цепи согласования
- Выходная мощность 10 Вт (CRF24010) и 60 Вт (CRF24060)
- Высокая эффективность: КПД свыше 45%
- Высокое усиление — более 13дБ
- **Наработка на отказ (MTTF):
2,2 млн. часов при +225°C
и 60 млн. часов при +175°C!**

ПРОСОФТ – официальный дистрибьютор всего спектра продукции компании Cree

PROSOFT®

ПРОСОФТ – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: RF@cree.ru • Web: www.cree.ru