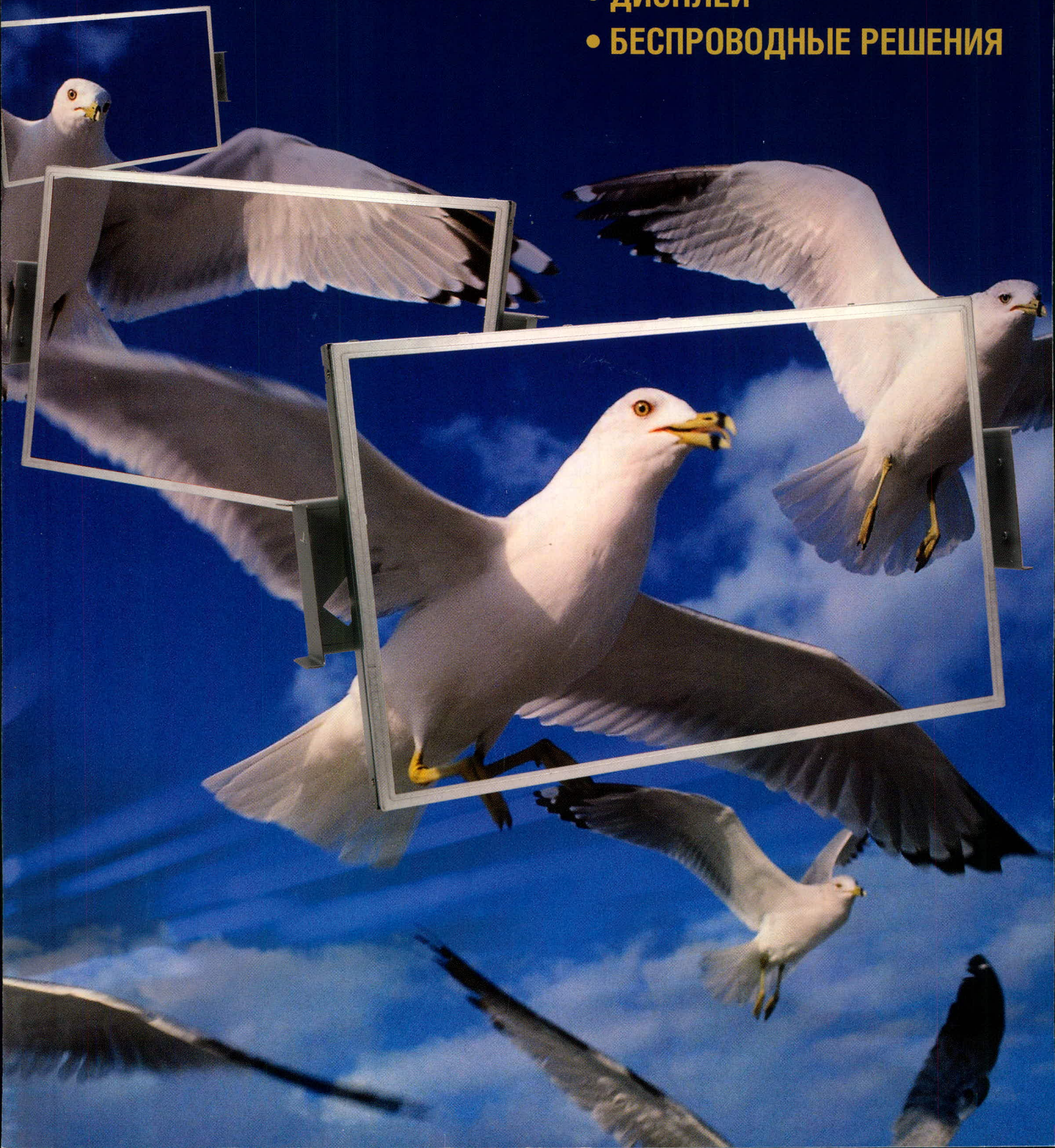


СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

8
2008

www.soel.ru

- ДИСПЛЕИ
- БЕСПРОВОДНЫЕ РЕШЕНИЯ



SHARP

[LCD]

Серия Strong2

Превосходство в жёстких условиях

*устойчивость к ударам и вибрации,
устойчивость к температурам,
контрастность,
яркость*

SHARP [LCD]

- Для промышленных приложений
- Full HD-профессиональные мониторы [46...108 дюймов]

PROSOFT®

Москва: Т/ф: (495) 232-2522 / 234-0640 • info@prochip.ru • www.prochip.ru
С. - Петербург: Т/ф: (812) 448-0444 / 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prochip.ru
Екатеринбург: Т/ф: (343) 376-2820 / 37 6-2830 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
Самара: Т/ф: (846) 277-9166 / 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prochip.ru
Новосибирск: Т/ф: (383) 202-0960 / 335-7001 / 335-7002 • info@nsk.prosoft.ru • www.prochip.ru
Киев: Т/ф: (+380 - 44) 206 - 2343 / 206-2478 / 206- 2496 • info@prosoft-ua.com • www.prochip.ru
Уфа: Т/ф: (347) 2925 - 216 / 2925-217 / 2925 - 218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prochip.ru

SHARP Strong2 LCD-панели

№ модели	Размер дисплея	Разрешение, пиксел	Контраст	Яркость, кд/м ²	Входной сигнал
LQ057V3DG01	5,7" TFT	640 × 480	600 : 1	400	Цифровой 6 бит RGB
LQ075V3DG01	7,5" TFT	640 × 480	600 : 1	400	Цифровой 6 бит RGB
LQ084V3DG01	8,4" TFT	640 × 480	600 : 1	400	Цифровой 6 бит RGB
LQ104V1DG61	10,4" TFT	640 × 480	600 : 1	450	Цифровой 6 бит RGB
LQ121S1DG61	12,1" TFT	800 × 600	600 : 1	450	Цифровой 6 бит RGB
LQ084S3LG01	8,4" TFT	800 × 600	600 : 1	400	LVDS

Официальный дистрибьютор в России и странах СНГ

PROSOFT®

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Главный редактор

Александр Майстренко

Зам. главного редактора

Татьяна Крюк

Редакционная коллегия

Андрей Данилов, Олег Фёдоров

Вёрстка

Александр Либков

Обложка

Дмитрий Юсим

Служба распространения

(circul@soel.ru)

Мария Кашайкина, Ольга Галыбина

Служба рекламы

Александр Максимов

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 10 000 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:

ОАО «Полиграфический комплекс

«Пушкинская площадь»

Адрес:

109548, г. Москва, ул. Шоссейная, д. 4д

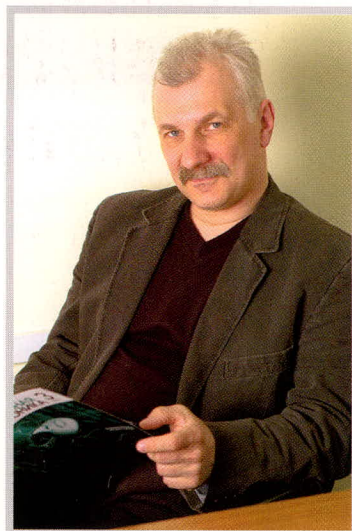
Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.

Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели.

Ответственность за содержание статей несут авторы.

Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.

© СТА-ПРЕСС, 2008



Уважаемые читатели!

Всех нас, членов электронного сообщества России, не может не волновать судьба нашей электроники. Давно уже принята Федеральная целевая программа развития российской электроники, под неё выделяются деньги, на эти деньги закупается оборудование. Все мы с нетерпением ждём сообщений о реальных достижениях, но их, увы, пока нет.

Первые две современные микроэлектронные фабрики создаются на «Ангстреме» и «Микроне» в Зеленограде. Сейчас в министерстве промышленности и торговли рассматривается возможность создания третьей микроэлектронной фабрики в Воронеже – на базе местного завода полупроводниковых приборов, который, так же как и «Микрон», принадлежит «Ситрониксу».

«Ангстрем» весной 2008 г. получил от Внешэкономбанка под гарантии государства кредит 815 млн. евро на покупку оборудования компании AMD, позволяющего выпускать чипы по технологии 130 нм на пластинах 200 мм. Правда, оборудование старое, свой ресурс практически выработало и довольно долго лежало на складах в Европе. К строительству инфраструктуры «Ангстрем» не приступал, рынок сбыта продукции не сформирован.

«Микрон» на полученный из Инвестфонда (то есть безвозвратный) 1 млрд. евро купил новую линейку с нормами 180...130 нм на пластинах 200 мм. В будущем планируется переход на 90 нм, для чего предстоит приобрести дополнительное оборудование. В настоящее время линейка тестируется, ожидается запуск фотолитографии. На создание инфраструктуры «Микрон» потратил значительные средства. С его рынком сбыта также нет ясности, возможно, под ним подразумеваются продажи «Ситрониксу».

Как видим, основные игроки рынка находятся в разном положении. Как бы то ни было, но на сегодняшний день никаких 180 нм нет ни в виде микросхемы, ни в виде литографии ни от одного из них.

Но хватит о грустном, обратимся к хорошему, т.е. к этому журналу. Его темы – «Дисплеи» и «Беспроводные решения» – выбраны в соответствии с предстоящими московскими выставками. Читайте журнал, приходите на выставки, будьте в курсе последних достижений электроники!

*С уважением,
Александр Майстренко*

Market

News from the Russian Market 4

Modern Technologies

Satellite Navigation for Consumer Electronics 10

Ivan Samkov

Open Standard for ONE-NET Wireless Network and Hardware Solutions on Its Basis (Part 1) 12

Konstantin Verkhulevskii, Yurii Sharopin

Components

Narrowband PLC Transceiver Chips for Industrial and Home Applications 16

Yurii Troitskii, Aleksandr Nesterov, Aleksandr Shiryayev

AT32UC3 Microcontrollers with AVR32 Core (Part 3) 22

Pavel Red'kin

Introduction into the Cortex-M3 Architecture (Part 3) 26

Pavel Vovk

Circuit Design

Oscillators Based on Digital Circuits (Part 3) 30

Sergei Kopylov, Dmitrii Nikolaev, and Gennadii Shishkin

Anadigm Programmable Analog ICs: Connection and Configuration Data Loading from a Peripheral Memory Circuit at Static Configuration (Part 1) 34

Aleksandr Shcherba

Units and Modules

Wireless Circuit Designs from AeroComm Co. 38

Da'ya Zvereva, Andrei Lakhno

Built-In Smart Displays for Industrial Application 40

Sergei Antonov

Vacuum Luminescent Indicators from IEE Co. 44

Viktor Zhdankin

Design and Simulation

Microstrip Antenna Designing with Allowance for Thermal Losses 48

Sergei Bankov, Aleksandr Davydov, Aleksandr Kurushin, Konstantin Papilov

TopoR CAD System: Component Layout 54

Sergei Luzin, Gevorg Petrosyan, Oleg Polubasov

Altium Designer Summer 08: Elaboration of PCB Design Parameters 58

Aleksei Sabunin

Practical Course for Simulation of Magnetically Controlled Position and Velocity Sensors Using FLUX Finite-Element Software Package. Part 2: Magnetostatic Simulation of Components in the Working Zone of the Sensor (Continuation) 64

Svetlana Sysoeva

Practical Course of End-to-End Design of Digital Devices Based on Xilinx FPLD (Part 17) 68

Valerii Zotov

Programming

Implementation of Multiplex Protocol for Siemens GSM modules 72

Aleksandr Sedunov

Events

Fifth International Exhibition «Power Electronics and Power Engineering» 78

Рынок

- 4 Новости российского рынка

Современные технологии

- 10 Спутниковая навигация для потребительской электроники
Иван Самков
- 12 Открытый стандарт беспроводной сети ONE-NET и аппаратные решения на его основе (часть 1)
Константин Верхулевский, Юрий Шаропин

Компоненты

- 16 Микросхемы узкополосных приёмопередатчиков PLC для промышленного и бытового применения
Юрий Троицкий, Александр Нестеров, Александр Ширяев
- 22 Микроконтроллеры AT32UC3 с ядром AVR32 (часть 3)
Павел Редькин
- 26 Введение в архитектуру Cortex-M3 (часть 3)
Павел Вовк

Схемные решения

- 30 Генераторы на основе цифровых микросхем (часть 3)
Сергей Копылов, Дмитрий Николаев, Геннадий Шишкин
- 34 Программируемые аналоговые ИС Anadigm: подключение и загрузка конфигурационных данных с внешней микросхемы памяти при статическом конфигурировании
Александр Щерба

Узлы и модули

- 38 Беспроводные решения фирмы AeroComm
Дарья Зверева, Андрей Лахно
- 40 Встраиваемые интеллектуальные дисплеи для промышленного применения
Сергей Антонов
- 44 Вакуумно-люминесцентные индикаторы фирмы IEE
Виктор Жданкин

Проектирование и моделирование

- 48 Проектирование микрополосковой антенны с учётом тепловых потерь
Сергей Банков, Александр Давыдов, Александр Курушин, Конатантин Папилов
- 54 САПР TороR. Размещение компонентов
Сергей Лузин, Геворг Петросян, Олег Полубасов
- 58 Altium Designer Summer 08 – разработка конструктивных параметров печатной платы
Алексей Сабунин
- 64 Практический курс моделирования магнитоуправляемых датчиков положения и скорости на базе конечно-элементного программного пакета FLUX.
Часть 2. Магнитоэстатическое моделирование компонентов рабочей зоны датчика (продолжение)
Светлана Сысоева
- 68 Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx (часть 17)
Валерий Зотов

Программирование

- 72 Реализация мультиплексного протокола для GSM-модулей Siemens
Александр Седунов

События

- 78 5-я Международная специализированная выставка «Силовая электроника и энергетика»

Новости российского рынка

Компоненты

Новые синтезаторы и делители частоты от «Миландра»

Фирма «Миландр» сообщает о разработке новых микросхем. Две из них представляют собой цифровые части синтезаторов частот на основе принципа ФАПЧ. Микросхема 1508ПЛ7У имеет диапазон рабочих частот от 35 МГц до 1 ГГц. Опорная частота 12 МГц, коэффициент деления входной частоты 64...4100, коэффициент деления опорной частоты 1...20. Микросхема 1508ПЛ10У имеет диапазон рабочих частот от 10 МГц до 1,5 ГГц, опорная частота до 50 МГц, коэффициент деления входной частоты 240...1 048 575, коэффициент деления опорной частоты 10...2500. Данные микросхемы предназначены для создания всевозможных генераторов сигналов на основе ФАПЧ.

Кроме того, созданы ещё два делителя частоты: высокочастотный и низкочастотный, им присвоены типонаименования соответственно 1508ПП1Т и 1508ПП2У. Микросхема 1508ПП1Т имеет диапазон входных частот от 30 МГц до 1,2 ГГц, а 1508ПП2У от 0,1 до 60 МГц. Обе микросхемы могут использоваться в генераторах сигналов и делителях частоты.

Отличительной особенностью всех упомянутых микросхем является высокая надёжность и большие рабочие температурные диапазоны. На сегодняшний день все перечисленные микросхемы серийно производятся и поставляются.

www.milandr.ru
Тел. (495) 601-9545

Новые микроконтроллеры Analog Devices с 24-разрядными АЦП

Микросхемы ADuC7060, 7061, 7062 – пополнение семейства прецизионных аналоговых микроконтроллеров на базе 32-битного процессорного ядра ARM7, которые производит компания Analog Devices. Отличительными особенностями микросхем являются крайне низкое энергопотребление, позволяющее питать их от петли промышленного стандарта 4...20 мА, а также наличие высокоточных, малошумящих дельта-сигма-АЦП. Области применения микроконтроллеров являются интеллектуальные датчики, измерительная аппаратура, средства промышленной автоматизации, приборы с автономным питанием. Микросхемы ADuC7060 и ADuC7061 включают основной и вспомога-

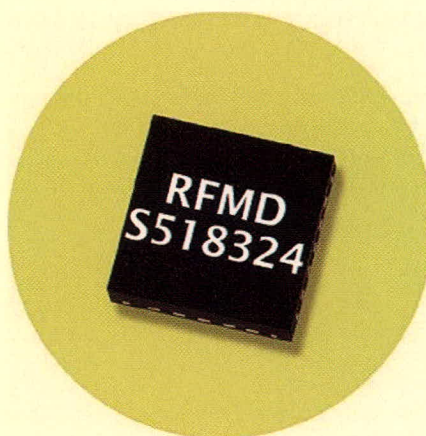
тельный 24-битный АЦП и различаются числом выводов корпуса, ADuC7062 не содержит вспомогательного АЦП. Основной АЦП имеет пять каналов и усилитель с коэффициентом передачи 1...512. Уровень шума 33 нВ при частоте выборки 4 Гц. Вспомогательный АЦП имеет 8 буферизованных каналов. Микросхема содержит 16-битный ЦАП, источник опорного напряжения и источники тока. Ядро ARM7 дополнительно контроллером векторных прерываний. Микроконтроллеры включают 32 Кб FLASH, 4 Кб ОЗУ и типовую периферию. Ток, потребляемый микросхемой, когда АЦП активны, составляет 2,6 мА.

Более подробную информацию можно получить в компании AUTEX Ltd.

www.autex.ru
Тел. (495) 334-9151, 334-7741

RF Microdevices представляет новейший программируемый усилитель для обратного канала CATV

RF Microdevices (RFMD) начинает выпуск новейшего КМОП программируемого усилителя мощности для приложений цифрового кабельного телевидения, использующих обратный канал передачи. Усилитель работает в диапазоне 5...65 МГц, имеет максимальный уровень выходного сигнала 61 дБмВ. Коэффициент усиления может программироваться по трёхпроводной шине в диапазоне более 63,5 дБ с шагом 0,5 дБ. S518324 доступен в термооптимизированном 20-выводном корпусе QFN размером 4 × 4 мм, соответствует требованиям DOCSIS 2.0, а также RoHS.



Основные особенности микросхемы:

- однополярное питание 3,3 В;
- низкое энергопотребление 143 мА;
- широкий динамический диапазон 63 дБ;

- уровень второй/третьей гармоник ниже 60 дБн;
- программируемый коэффициент усиления с шагом 0,5 дБ;
- малое время переходных процессов при включении/выключении.

www.macgroup.ru
Тел. (812) 370-6070

Avago technologies анонсировала новый светодиод

Avago Technologies анонсировала новый 1-Вт белый светодиод серии Moonstone.



Особенностью ASMT-MY09 является низкопрофильный дизайн и высокий КПД. При мощности 1 Вт и токе 350 мА световой поток достигает 95 Лм. Более того, можно добиться лучшей эффективности Лм/Вт, используя большие управляющие токи. Корпус Moonstone является одним из самых тонких, одновременно в нём эффективно реализован отвод тепла и используется UV-защита из силиконового компаунда для высокой надёжности и длительного срока службы.

Доступны светодиоды с цветовыми температурами от 2600 до 4000 К, что расширяет область их применения. Корпус Moonstone не только позволяет эффективно отводить тепло, но и совместим со стандартами поверхностного монтажа SMT, это делает его удобным при массовом производстве.

Особенности:

- видимый угол 120 градусов;
- высокий КПД до 95 Лм при токе 350 мА;
- длительный срок эксплуатации без изменения параметров;
- высокоэффективный отвод тепла;
- удобство монтажа;
- низкое тепловое сопротивление;
- соответствие современным экологическим стандартам Pb-free and RoHS;
- ESD > 16 кВ.

www.macgroup.ru
Тел. (812) 370-6070

Новости российского рынка

Сверхъяркие светодиодные LED-модули Sharp для общего освещения

ПРОСОФТ представляет новую линейку полупроводниковых компонентов производства компании Sharp для общего освещения – Zenidata. По параметрам светоотдачи в линейке Zenidata присутствуют две серии приборов – 280 и 540 лм.

Серия LED-модулей 280 лм представляет собой группу 30 LED-кристаллов: три последовательно соединённых кристалла в 10 параллельных цепях, размещённых

на квадратной керамической подложке, размер которой составляет 18 × 18 мм. В серии приборов 540 лм используются 48 LED-кристаллов на аналогичной подложке. Конструкция светодиодного модуля продумана таким образом, чтобы, с одной стороны, максимально эффективно отводить тепло от работающего прибора и, с другой стороны, упрощать монтаж в серийные светотехнические изделия. Применение LED-модулей серии 280 лм при потребляемой мощности 3,6 Вт эквивалентно светоотдаче обычной лампочки нака-

ливания 20 Вт. Использование LED-модулей серии 540 лм при потребляемой мощности 6,7 Вт аналогично световому потоку лампочки накаливания мощностью 60 Вт.

Благодаря расширенному углу светового потока LED-модули призваны увеличить спектр приложений для изделий общего освещения.

Приобрести новые сверхъяркие LED-модули можно у официального дистрибьютора Sharp в России – компании ПРОСОФТ.

www.prochip.ru

Тел. (495) 232-2522

Узлы и модули

Curtiss-Wright: VPX-процессоры для программы Future Combat Systems

Корпорация Curtiss-Wright Controls получила \$8М контракт на поставку процессорных модулей формата VPX (VITA 46/48) для интегрированной компьютерной Сис-



темы ICS (Integrated Computer System), которая является базовой системой 13 из 14 платформ программы FCS (Future Combat Systems) армии США. Первый заказ включает более 1000 процессорных модулей с началом поставки во втором квартале 2008 разработчикам ICS – компаниям General Dynamics и Rockwell Collins.

В программе FCS четырнадцать боевых платформ: восемь наземных пилотируемых машин, две наземные беспилотные машины, два беспилотных летательных аппарата, установка для пуска вне прямой видимости и автономные полевые и городские сенсоры.

Компания Curtiss-Wright CEC образована после объединения ведущих производителей встраиваемых плат и систем для военных применений: Dy4 Systems, VISTA Controls, Synergy Microsystems, Systran, Peritek, Primagraphics и Pentland Systems.

Дистрибьютор Curtiss-Wright CEC в России – компания AVD Systems

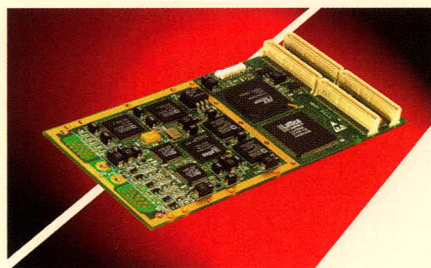
www.avdsys.ru

Тел: (495) 148-9677

Curtiss-Wright Orion CC: кондуктивный вариант JPEG2000 компрессора/декомпрессора видеопотока реального времени

Компания Curtiss-Wright Controls Embedded Computing – производитель встраиваемых компьютерных плат и систем для военных применений – выпустила вариант JPEG2000 компрессора видеопотока Orion в расширенном диапазоне рабочих температур и в исполнении для кондуктивного охлаждения.

Модуль выполняет компрессию и декомпрессию видеопотока PAL (625 строк) или NTSC (525 строк) по алгоритму JPEG2000 в реальном масштабе времени. В отличие от алгоритма MPEG, JPEG2000 выполняет сжатие отдельных кадров, а не их последовательности, что обеспечивает меньшее время восстановления данных при помехах. Модуль Orion выполнен в мезонинном формате PMC и имеет интерфейс с платой-носителем



PCI 64 бит/66 МГц. Модуль имеет 10 видеовыходов с одновременной компрессией по двум из них и выдачей на шину PCI и два видеовыхода с декомпрессией данных с шины PCI. Программное обеспечение Orion и Orion CC – драйверы для операционных систем Windows, Linux и VxWorks.

Компания Curtiss-Wright CEC образована после объединения ведущих произво-

дителей встраиваемых плат и систем для военных применений: Dy4 Systems, VISTA Controls, Synergy Microsystems, Systran, Peritek, Primagraphics и Pentland Systems.

Дистрибьютор Curtiss-Wright CEC в России – компания AVD Systems.

www.avdsys.ru

Тел: (495) 148-9677

Миниатюрный высокочастотный малозумящий прецизионный термостатированный кварцевый генератор GK218-TC от ОАО «МОРИОН»

ОАО «МОРИОН» (Санкт-Петербург) – ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты – закончило разработку новой модели миниатюрного высокочастотного малозумящего прецизионного термостатированного кварцевого генератора GK218-TC.

Данная модель выполнена в миниатюрном корпусе 25 × 25 × 10 мм. Имея меньшие габариты, GK218-TC обеспечивает такой же (или даже лучше) уровень параметров, как и хорошо известные модели прецизионных термостатированных генераторов GK87-TC и GK136-TC. GK218-TC



Новости российского рынка

характеризуется высокой температурной стабильностью частоты (до $\pm 5 \times 10^{-8}$) в широком интервале рабочих температур, высокой долговременной стабильностью частоты (до $\pm 2 \times 10^{-7}$ за год) и низким уровнем фазовых шумов: до -167 дБ/Гц для отстройки от несущей 10 кГц.

ГК218-ТС имеет выходной сигнал SIN и напряжение питания 12 В. Со второго квартала 2009 г. планируется выпуск модификации с напряжением питания 5 В. Характерной особенностью новой модели является малое время установления частоты – < 60 с.

Дополнительная информация о новом приборе доступна на обновленном сайте ОАО «МОРИОН».

www.morion.com.ru

Тел. (812) 350-7572, (812) 350-9243

148-ваттные компактные источники питания AC/DC для применений в промышленности и медицинском оборудовании

Компания XP Power объявила о начале поставок компактных одноканальных источников вторичного электропитания (ИВЭП) AC/DC серии ECM140 в конструктивном исполнении «открытый каркас». При размерах $76,2 \times 127 \times 33$ мм модули питания характеризуются высоким значением удельной мощности $376,2$ Вт/дм³ и при конвекционном отводе тепла обеспечивают в нагрузке 120 Вт, а при воздушном потоке 10 CFM (фут³/м) обеспечивается выходная мощность 148 Вт. Модули снабжены выходным каналом 12 В/0,5 А для обеспечения питанием охлаждающего вентилятора, что исключает необходи-

мость в дополнительном источнике питания для вентилятора. Для компенсации падения напряжения на соединительных линиях между выходом ИВЭП и нагрузкой модули оснащены внешней обратной связью. Серия ECM140 включает пять моделей с популярными значениями выходных напряжений 12, 15, 18, 24 и 48 В и предназначены для работы от сети переменного напряжения 80...264 В (47...400 Гц) и сети постоянного тока 120...370 В.

Модули питания отвечают требованиям стандартов безопасности IEC60601-1/EN60601-1 для медицинского электрооборудования и стандартов IEC60950-1/EN60950-1 для оборудования информационной техники и промышленного оборудования. Модули отвечают требованиям стандарта EN55022 (класс В) к кондуктивным помехам без применения дополнительных фильтрующих компонентов.

Применение весьма эффективной резонансной топологии позволяет обеспечить КПД 88% при выходных мощностях выше 70 Вт с плоской зависимостью КПД от выходной мощности. Применение резонансной топологии также позволяет улучшить показатели электромагнитной совместимости. Дополнительно к стандартным исполнениям, все модели также доступны с дополнительной опцией «-А», которая включает выходной канал 5 В для дежурного режима, выход состояния выходного напряжения и изолированный сигнал дистанционного включения/выключения. Модули питания обладают сервисными функциями: защитой от перенапряжения, защитой по току, защитой от короткого замыкания.

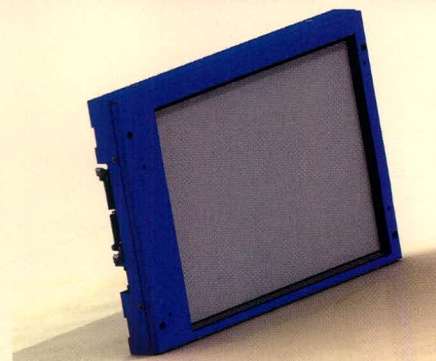
ИВЭП серии ECM140 обеспечиваются трёхлетней гарантией.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Эффективный 15-дюймовый дисплей TFT высокой яркости с интерфейсом LVDS

Компания i-sft GmbH начала поставки популярного 15-дюймового ЖК-дисплея высокой яркости 160i.15X с одноканальным интерфейсом LVDS (Low Voltage Differential Signaling), обеспечивающим высокую скорость передачи данных и помехоустойчивость (подавляются синфазные шумы, вдвое превышающие амплитуду дифференциального сигнала). Дисплей предназначен для построения операторских интерфейсов и может устанавливаться в информаци-



онных киосках, POS-терминалах и системах управления.

Основные характеристики 160i.15X:

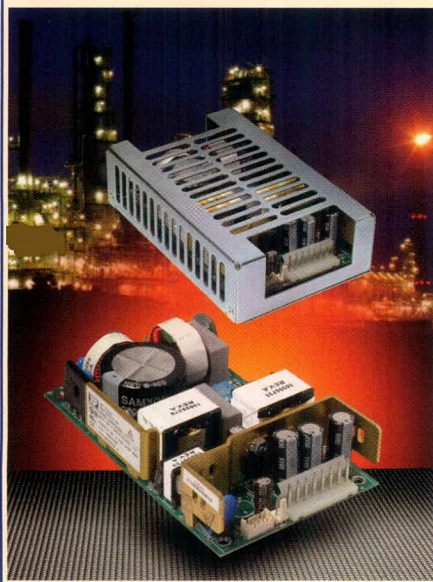
- размеры изображения $304,1 \times 228,1$ мм (диагональ 15");
- яркость 1600 кд/м²;
- контрастность 950 : 1;
- угол обзора (по вертикали/горизонтали) $65^\circ + 50^\circ/65 + 65^\circ$;
- формат изображения XGA (разрешение 1024×768 пикселей);
- цветовая палитра изображения 50% NTCS; 70% PAL;
- диапазон регулировки яркости 1000 : 1;
- время отклика 30 мс (макс.);
- потребляемая мощность (включая встроенный инвертор) менее 45 Вт;
- диапазон рабочих температур $-10...+60^\circ\text{C}$;
- диапазон температур хранения $-25...+75^\circ\text{C}$;
- включение при температуре -10°C ;
- виброустойчивость 3 г в диапазоне частот 10...2000 Гц;
- однократные механические удары 35 г, длительность 6 мс
- среднее время до уменьшения яркости вдвое от первоначального значения 50 000 ч.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

15-дюймовый ЖК-дисплей с высокой яркостью и с сенсорным экраном для применения в аппаратуре морской техники

Фирма Planar Systems расширила серию LX ЖК-дисплеев для применения в аппаратуре морской техники, начав выпуск ЖК-дисплея модели LX1501PTI-BZL. Дисплей приспособлен для условий эксплуатации, где солнечное излучение, влажность, морская туман, создают проблемы для стандартных дисплеев. Дисплей LX1501PTI-BZL оснащён сенсорным инфракрасным экраном и выполнен в герметичном корпусе, характеризуется высокими оптическими пара-



Новости российского рынка



метрами и имеет широкий угол обзора в вертикальной плоскости. Специальное покрытие экрана обеспечивает высокую износоустойчивость и контрастность, что важно для дисплеев, предназначенных для применения в аппаратуре морских судов.

Основные характеристики LX1501PTI-BZL:

- размер диагонали 15 дюймов;
- формат представления изображения XGA (разрешение 1024 × 768 пикселей), поддерживаются форматы SVGA, VGA;
- яркость 1200 кд/м²;
- контрастность 650 : 1;
- сенсорный экран инфракрасный, интерфейс USB;
- угол обзора 160° в горизонтальной плоскости/150° в вертикальной плоскости;
- время отклика 25 мс;
- диапазон рабочих температур -20...+70°C;
- относительная влажность <95%, без конденсации влаги;
- размеры 315 × 251 × 69 мм;
- напряжение питания 8...32 В;
- потребляемая мощность менее 45 Вт;
- вес 3,7 кг;
- степень защиты IP68.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

42-дюймовый ЖК-дисплей высокой яркости для воспроизведения видео-, аудио- и телерекламы через локальные сети

Компания Litemax Electronics, ведущий производитель ЖК-дисплеев высокой яркости, начал поставки ЖК-дисплеев высо-



кой яркости (500 кд/м²) с популярным размером диагонали 42 дюйма. Дисплей предназначен для воспроизведения аудио-, видео- и телерекламы, передаваемой через локальные сети (Digital Signage).

Краткие характеристики SLA4212-NHN-A01:

- размер диагонали 42 дюйма;
- формат представления изображения WXGA (разрешение 1366 × 768 пикселей);
- яркость 500 кд/м²;
- контрастность 1200 : 1;
- угол обзора 170° в обеих плоскостях;
- время отклика 8 мс;
- воспроизведение телевизионного изображения высокой чёткости 1080i HD;
- два 5-Вт громкоговорителя;
- потребляемая мощность 290 Вт;
- размеры 1028 × 621 × 107 мм.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Жидкокристаллический дисплей высокой яркости SLD2312 в корпусе из нержавеющей стали

Жидкокристаллический дисплей SLD2312, предлагаемый компанией Litemax Electronics, выполнен в корпусе из нержавеющей стали, оснащён сдвоенной системой вентиляции и обеспечивает качественное изображение даже при установке в наружном оборудовании. Дисплей предназначен для работы с сигналами VGA, AV, S-видео, сигналами от ТВ-приставок.

Основные характеристики SLD2312:

- корпус из нержавеющей стали обеспечивает длительный срок службы;
- 23" ЖК-дисплей с форматом представления информации WXGA для телевизионных применений;
- быстрое время отклика и высококачественное представление цветов;
- сдвоенная система вентиляции;
- стереоакустическая система 2 × 5 Вт;
- широкий угол обзора;
- поддерживается дистанционное управление;
- стандартные крепёжные отверстия (VESA 75/100).

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

32-дюймовый ЖК-дисплей высокой яркости SLA3215 от Litemax для применения в локальных цифровых видеосетях (Digital Signage)

Компания Litemax Electronics, ведущий поставщик дисплеев с высокой яр-



костью, начала выпуск модели SLA3215, предназначенной для применения в локальных цифровых видеосетях, используемых для демонстрации мультимедийной рекламы и информационных сообщений (Digital Signage). Основу дисплея составляет панель высокой яркости (1000 кд/м²). Дисплей SLA3215 поддерживает множество медийных форматов и отличается простой в эксплуатации визуальной платформой управления. Кроме того, Litemax предлагает 32" сенсорный экран для применений, требующих интерактивного взаимодействия.

По сравнению со стандартными решениями для демонстрации мультимедийной рекламы и информационных сообщений (Digital Signage), использующих панели с наибольшей яркостью 500 кд/м², в SLA3215 применяется 32-дюймовая панель с яркостью 1000 кд/м², которая может передавать более чёткое изображение, что необходимо для привлечения публики. Более того, этот широкоформатный дисплей (16 : 9) поддерживает видеоформат телевидения высокой чёткости, что обеспечивает превосходные технические параметры.

Дисплеи SLA3215 могут применяться в универсальных магазинах, торговых пассажах, магазинах повседневного спроса, аэропортах, автостанциях и железнодорожных вокзалах, ресторанах, отелях и др.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Герметизированный малоформатный ЖК-дисплей с сенсорным экраном для встроенных применений

Компания Litemax Electronics представила на выставке Computex 2008 малоформатный (размер диагонали 8,4") ЖК-дисплей высокой яркости (1000 кд/м²) NPD0835, оснащённый сенсорным экраном и предназначенный для встроенных приме-

Новости российского рынка



нений. Система задней подсветки выполнена на массиве светодиодов, что обеспечивает низкую потребляемую мощность. Диапазон рабочих температур новой модели NPD0835 от -20 до $+70^{\circ}\text{C}$, применение системы подогрева обеспечивает работу в диапазоне температур $-40\dots+70^{\circ}\text{C}$. Дисплей

устойчив к внешним воздействующим факторам: механическим ударным воздействиям и вибрации. Дисплей оснащён инфракрасным сенсорным экраном с защитным покрытием. Требования по герметичности соответствуют степени защиты IP68. Для охлаждения дисплея не требуется применение вентилятора: отвод тепла осуществляется в окружающую среду благодаря конвекции.

Основные характеристики ЖК-дисплея NPD0835:

- размер диагонали 8,4 дюйма;
- формат представления изображения SVGA (разрешение 800×600 пикселей);

- яркость 1000 кд/м^2 ;
- контрастность $600 : 1$;
- угол обзора 120° в горизонтальной плоскости/ 115° в вертикальной плоскости;
- время отклика 10 мс (тип.);
- шаг пиксела $0,213 \times 0,213 \text{ мм}$;
- количество воспроизводимых цветов 16 млн.;
- синхронизация LVDS;
- потребляемая мощность 16..18 Вт;
- габариты (Ш \times В \times Г) $250 \times 200 \times 64 \text{ мм}$;
- масса 3 кг.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Приборы

Анализатор питания постоянного тока Agilent Technologies

Анализатор питания постоянного тока Agilent N6705A завоевал уже семь призов за существенный вклад в развитие рынка, присуждаемых ведущими отраслевыми журналами.



Призы, полученные анализатором питания постоянного тока Agilent N6705A за последнее время:

- приз «Измерительный прибор 2008 г.» от журнала Test & Measurement World;
 - ежегодный приз за лучший продукт и творческие идеи в области электроники (ACE) за 2008 г. от журнала EE Time;
 - приз Design Vision за 2008 г. от Международного инженерного консорциума (IEC);
 - приз EDN за инновационные решения за 2007 г.;
 - приз «Продукт 2007 г.» от журнала Electronic Products (китайское издание).
- Анализатор питания постоянного тока уверенно обошел других претендентов по многим категориям. Этот прибор хорошо известен как инновационный продукт, с помощью которого инженеры могут получить необходимые результаты в считанные минуты.

Являясь в высшей степени интегрированным прибором, анализатор питания постоянного тока Agilent N6705A сочетает

в себе четырёхканальный источник питания, цифровой мультиметр, осциллограф, генератор сигналов произвольной формы и регистратор данных. Интеграция в одном приборе нескольких функций позволяет избежать необходимости создания громоздких измерительных систем, что не только экономит место и время, но и позволяет обойтись без дополнительных программных продуктов, призванных управлять разрозненными приборами, ведь все функциональные и измерительные возможности управления доступны с передней панели (либо дистанционно с ПК).

Некоторые технические характеристики:

- число каналов: от 1 до 4 (общей мощностью 600 Вт);
- погрешность измерения тока :
 - до $0,03\% + 15 \text{ мкА}$ (Precision module),
 - до $0,10\% + 20 \text{ мА}$ (Hi-Performance module) ;
- осциллограф: частота дискретизации 50 кГц, 4096 точек, до 18 бит;
- генератор функций: 3600 Гц (Hi-Perf)/до 260 Гц (Basic).

www.agilent.ru

Тел.: +7 (495) 7973900, +7 (495) 7973963

Новые компактные осциллографы LeCroy серии WaveAce

В линейке WaveAce представлены шесть моделей двухканальных осциллографов с полосами пропускания 60/100/200/300 МГц. Старшие модели с полосами 200 и 300 МГц имеют переключаемое входное сопротивление 1 МОм/50 Ом.

Основные характеристики и особенности осциллографов:

- 2 канала;
- полоса пропускания 60, 100, 200, 300 МГц;
- максимальная частота дискретизации 500 МГц для моделей WaveAce 1xx;



- максимальная частота дискретизации 2 ГГц для моделей WaveAce 2xx;
- эквивалентная частота дискретизации 50 ГГц;
- объём памяти на канал 4 Кб для WaveAce 1xx и 9 Кб (18 Кб при объединении) для WaveAce 2xx;
- интерфейс: на передней панели – USB для сохранения данных, на задней панели – RS-232 и USB для дистанционного управления;
- авто- и курсорные измерения (32 параметра);
- режим «покадровой» регистрации осциллограмм (запись и воспроизведение до 2500 кадров);
- сохранение 20 осциллограмм, 20 профилей настроек, 2 шаблонов сравнения;
- расширенная синхронизация: фронт, длительность, ТВ, время нарастания;
- пиковый детектор 10 нс;
- цветной ЖК-дисплей с диагональю 14,5 см.

В осциллографах WaveAce реализована функция цифровой фильтрации сигналов, которая до этого встречалась только в более дорогих моделях. Для обработки сигнала пользователь имеет возможность включать фильтры нижних/верхних частот, а также полосовой или режекторный фильтры.

www.prist.ru

Тел. (495) 777-5591

Новости российского рынка

Оборудование

Шкафы Outdoor для уличной установки: надёжная защита и эффективное кондиционирование

При использовании шкафного оборудования вне помещений необходимо учитывать постоянные экстремальные воздействия, к примеру, песка, пыли, насекомых, грызунов, а также вандализм и вибрацию. Не менее сильное влияние оказывают холод, тепло и прямые солнечные лучи.

Для такого применения Schroff предлагает новое поколение шкафов с улучшенной системой кондиционирования для уличной установки. Предлагаются шкафы стандартных конструкций Modular и Unibody. Основой для версии Modular служит стойка из алюминиевого профиля, позволяющая добиться большой гибкости в отношении габаритов шкафа. Модульная внутренняя обшивка может быть удалена, чем в случае необходимости обеспечивается удобный доступ со всех сторон. Основой для недорогой версии Unibody служит цельный алюминиевый внутренний корпус. Такая конструкция идеально подходит для шкафов малых размеров при монтаже на стенах, мачтах и полу.

Шкафы обеих версий изготавливаются с двойными стенками. Детали наружной обшивки предотвращают нагревание под воздействием солнечных лучей, а плотно подогнанные детали внутренней обшивки (IP 55) не допускают проникновения влаги, грязи и мелких животных. Воздух в зазоре между стенками движется без принудительной вентиляции за счёт прорезей в наружной обшивке. По заказу внутренние стенки шкафов Modular могут поставляться в исполнении «меандр». При этом поверхности, которые имеют большую площадь, отводят большее количество тепла из внутреннего пространства в вентилируемый зазор между двойными стенками. Такая концепция позволяет более надёжно и бесшумно отводить тепло из внутреннего пространства и не требует дополнительного технического обслуживания и затрат энергии. Дополнительные вентиляторы в пространстве между двойными стенками повышают эффективность охлаждения. Ввод охлаждающего воздуха во внутреннее пространство корпуса ещё более расширяет возможности охлаждения. Специальные плоские

фильтры с водоотталкивающей поверхностью обеспечивают также и в этом случае соблюдение степени защиты IP 55.

Если наличия стандартных приспособлений по отводу тепла недостаточно, могут быть установлены дополнительные компоненты охлаждения: вентиляторы с фильтрами, воздухо-воздушный теплообменник или охлаждающий агрегат. При этом вентилятор с фильтром с регулированием скорости вращения представляет собой экономичный и эффективный способ кондиционирования шкафа. Установленное в шкафу оборудование должно обеспечивать циркуляцию воздуха, нагнетаемого вентилятором. Так, впускное и выпускное отверстия для воздуха, как правило, должны располагаться по диагонали на полную высоту шкафа. При очень низких наружных температурах, в дополнение к использованию вентиляторов, в шкафу устанавливается небольшой нагреватель.

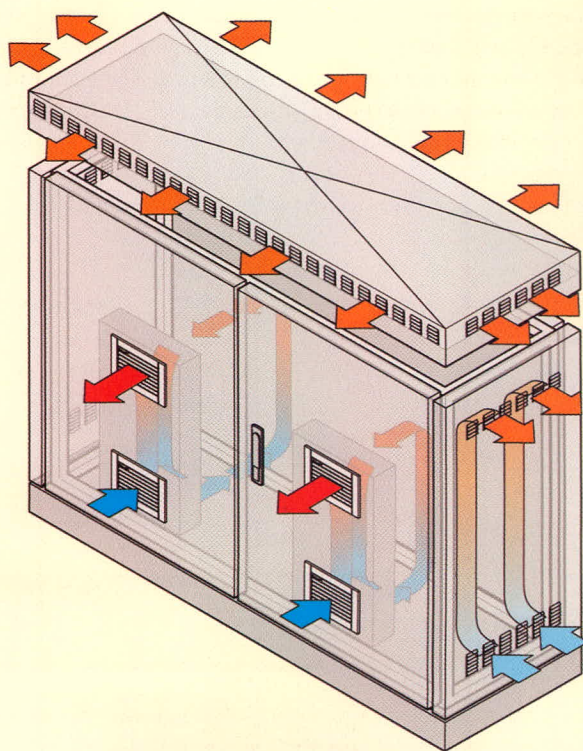
Принцип действия воздухо-воздушного теплообменника основан на двух отдельных контурах циркуляции воздуха, каждый из которых переносит тепловую энергию. Во внутреннем воздушном контуре воздух циркулирует внутри шкафа, при этом накапливаемая тепловая энергия передаётся из контура к теплообменнику. По внешнему контуру воздух окружающей среды перемещается снаружи мимо теплообменника, забирая у него тепловую энергию. Условием использования вентиляторов или воздухо-воздушного теплообменника является температура окружающего воздуха не менее чем на 5 градусов ниже максимальной возможной температуры внутри шкафа.

Если это требование не выполняется, необходимо использовать охлаждающий агрегат, специально разработанный для работы вне помещений. Такой охлаждающий агрегат представляет собой холодильный агрегат с компрессором, передающий тепло из шкафа наружу посредством хладагента, за счёт чего температура внутри шкафа поддерживается на требуемом уровне. Вентилятор, относящийся к внутреннему контуру, обеспечивает непрерывную циркуля-

цию воздуха в шкафу. Охлаждающий агрегат и теплообменник оснащены в стандартной комплектации нагревательными приборами и, согласно концепции Schroff, монтируются всегда на двери шкафа с внутренней стороны. За счёт этого одновременно обеспечивается защита охлаждающего агрегата от экстремальных воздействий окружающей среды и представляется возможность без каких-либо ограничений выбирать место для установки оборудования.

Оба варианта исполнения шкафов обеспечивают высокую гибкость, позволяя устанавливать 19-дюймовые компоненты и нестандартное дополнительное оборудование. Части обшивки поставляются с устойчивым к атмосферным воздействиям порошковым покрытием, а также, по желанию заказчика, с покрытием «анти-граффити». Шкафы соответствуют второму классу механической защиты (WK2) принятого ведущими телекоммуникационными компаниями стандарта. Съёмная крыша обеспечивает лёгкую установку, а кабельные вводы защищены от проникновения грызунов и насекомых через пол. Эти шкафы, соответствующие IEC 61 969, прошли испытания на ударную и вибрационную стойкость согласно IEC 68-2-6 и -27 и на сейсмическую стойкость согласно IEC 68-2-57.

<http://www.schroff.ru>
info@schroff.ru



Спутниковая навигация для потребительской электроники

Иван Самков (Московская обл.)

Рассматриваются перспективы использования программных модулей ГНСС в электронных товарах широкого потребления.

В настоящее время задача определения координат и прокладки маршрутов с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), включая GPS, ГЛОНАСС и Galileo, является актуальной для разнообразных устройств потребительской электроники. Применение ГНСС уже не ограничено использованием на транспорте, в геодезии, судоходстве или в дорогостоящих системах позиционирования, – на рынке появляется всё больше электронных приборов с поддержкой ГНСС: мобильные телефоны, КПК, PDA (Personal Digital Assistant), PND (Personal Navigation Devices), фотоаппараты и наручные часы.

Как правило, в высококачественных устройствах функция ГНСС осуществляется при помощи законченных аппаратных средств. Встроенные модули ГНСС передают на центральный процессор уже готовые данные о местоположении, поэтому стоимость таких модулей довольно высокая. Поскольку в большинстве изделий широкого потребления спутниковая навигация является не основной, а дополнительной функцией, высокая стоимость модулей препятствует широкому внедрению функций ГНСС.

Программная реализация ГНСС уменьшает себестоимость добавле-

ния ГНСС в электронную систему на 50...80%, поскольку не требует вложения средств в дополнительный микрочип и память. Становится возможным наделять навигационными функциями широкий круг изделий, включая мобильные телефоны и мультимедийные проигрыватели. К тому же практически все эти устройства уже содержат цветной ЖК-экран, который удобно использовать для вывода навигационной информации.

Разработка подсистем ГНСС для потребительской электроники может быть затруднительной для инженеров, не имеющих опыта СВЧ-проектирования. Однако многие современные ИС навигационных приёмников снабжены подробным описанием с рекомендациями по реализации и примерами использования.

Для чисто программной обработки сигналов ГНСС существует множество архитектурных и схемных решений, которые влияют на чувствительность, быстродействие, точность позиционирования и потребляемую устройством мощность.

Если разработчик программного обеспечения (ПО) понимает основные принципы работы СВЧ-систем, у него появляется больше возможностей для обеспечения максимальной целостности сигнала и точности позиционирования, чтобы построить

эффективную систему ГНСС в условиях жёсткой конкуренции на рынке потребительской электроники. Преимущество программной архитектуры заключается в том, что можно достичь более высоких технических характеристик (например, повышенной точности позиционирования при малом количестве спутников) с меньшими затратами, чем при использовании специализированных аппаратных модулей.

Обработка сигналов ГНСС является непростой задачей. Большая часть алгоритмов обработки традиционно реализуется коррелятором ГНСС с использованием выделенного вычислителя либо ядра цифрового сигнального процессора (DSP), эмулирующего функции параллельного коррелятора.

На рисунке 1 показан стандартный, функционально законченный модуль ГНСС, подключенный к процессору прикладных задач в персональных навигационных устройствах (PND). В программной архитектуре (см. рис. 2) задача обработки сигнала переносится на центральный процессор (аналогично программному модему, используемому в ПК).

Обработку сигналов ГНСС в исключительно навигационных устройствах выполняет обычно не главный процессор, а заказная СБИС (ASIC). Но в современных мобильных телефонах хост-процессор имеет достаточную производительность для декодирования потоковой аудио- и видеоинформации. Когда эти сервисы

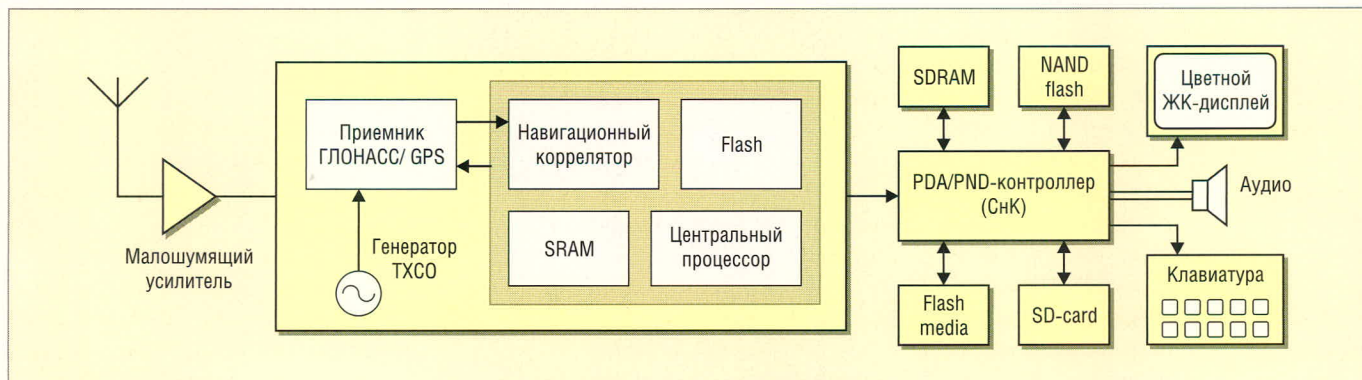


Рис. 1. Навигационный модуль для персонального навигационного устройства с процессором прикладных задач

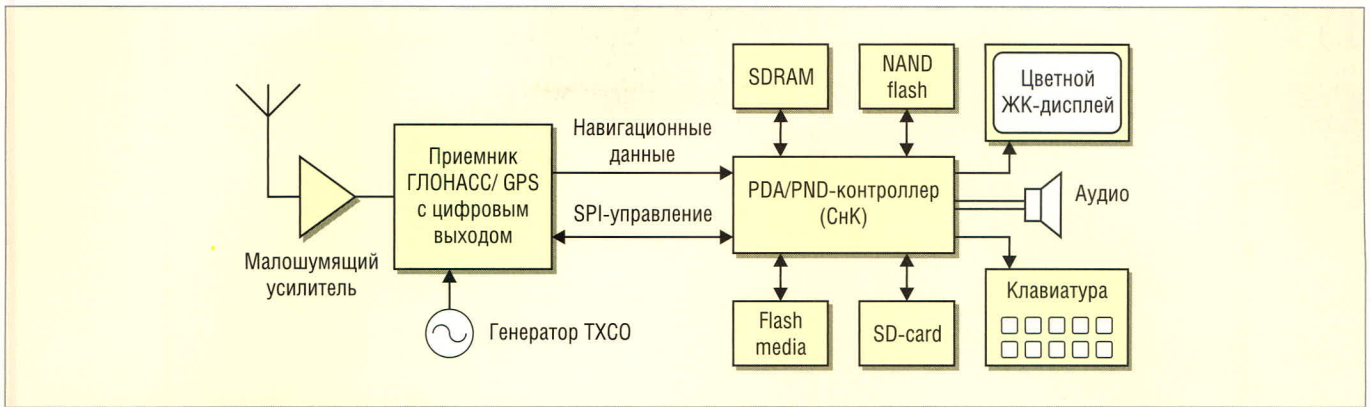


Рис. 2. Архитектура с программным навигационным модулем

не используются, процессор переходит в спящий режим и может выполнять другие задачи.

До недавнего времени производительности центрального процессора в подобных устройствах не хватало для реализации программного модуля ГНСС. Однако сейчас практически любой мультимедийный процессор способен поддерживать обработку сигналов ГНСС, что снижает себестоимость введения этой функции в разнообразные электронные устройства. В перспективе программно реализованные навигационные модули будут добавлять к себестоимости основной системы примерно 3 долл. США (в два раза меньше, чем аппаратные модули) [1].

Поскольку программные модули ГНСС используют незадействованные другими приложениями процессорные циклы, это накладывает на разработчиков ПО задачу оптимизации обработки сигналов ГНСС. От инженеров-программистов не требуется заново изобретать алгоритмы обработки, – на рынке присутствует уже готовое и отлаженное ПО (это особенно актуально для GPS). Основной задачей является оптимальное внедрение программного модуля ГНСС в конкретную разработку. Главным образом, такая оптимизация направлена на обеспечение производительности и точности при наихудших условиях приёма, минимизацию потребляемой мощности и сохранение архитектурной гибкости.

Вместо того чтобы постоянно поддерживать высокую точность определения координат (как при непрерывной навигации), можно использовать несколько рекомендаций, которые помогают снизить общую нагрузку на центральный процессор:

- ограничение количества спутников в режиме сопровождения (чем меньше спутников, тем меньше требуется циклов работы процессора);
- усреднение и фильтрация данных (уменьшает количество ошибок);
- уменьшение интенсивности определения местоположения (для многих носимых устройств вместо стандартной скорости фиксации положения 1 раз/с достаточно скорости 1 раз в 10 с);
- использование незадействованных циклов процессора для повышения точности;
- выбор приёмника, который способен выдавать данные в виде квадратурных составляющих I и Q (это облегчает работу процессора);
- применение алгоритмов экстраполяции и интерполяции (создание инерциальных систем помогает при потере сигнала, но полезно для случаев, когда маловероятно отклонение от траектории);
- использование высокопроизводительных процессоров.

Программная обработка сигналов ГНСС особенно полезна для таких приложений, как цифровые фотоаппараты. На сегодняшний день это направление является очень перспективным, учитывая бурный рост социальных интернет-сетей, где распространён гео-тэггинг (метки фотографий с привязкой к координатам – geo-tags). Загрузив на ПК фотофайл с такого аппарата, с помощью координатных меток и электронных карт (например, Google Maps) можно отыскать на карте все точки, где были сделаны снимки.

Основная проблема внедрения аппаратных модулей ГНСС в цифровые фотоаппараты заключается в том, что время включения фотокамеры составляет доли секунды, а время фикса-

ции навигационных координат – десятки секунд. Одним из вариантов решения этой проблемы является включение приёмника ГНСС на доли секунды, пока оператор делает снимок [2]. Сигнал с антенны переносится на промежуточную частоту, пригодную для обработки, и специальным методом записывается во флэш-память камеры. Затем, при подключении к ПК, на компьютер вместе с фотографией передаётся сохранённый сигнал с приёмника, который затем обрабатывается для выделения навигационных данных [3].

Следует отметить, что 3 долл. США – это лишь стартовая цена программных модулей ГНСС. Формирование цены на ПО отличается от калькуляции цен на «железо». Если ПО уже разработано, оно практически не требует дополнительного вложения средств. При снижении цен на навигационные приёмники стоимость модулей ГНСС с программной реализацией может снизиться весьма существенно. Тогда ГНСС станет функцией, которая может быть внедрена практически в любое электронное изделие. Это, в свою очередь, будет способствовать интеграции всех беспроводных технологий, включая ГНСС, Bluetooth, Wi-Fi и GSM, в единую платформу программно конфигурируемого радиоприёмника (SDR).

ЛИТЕРАТУРА

1. Lomer M. Reviewing GNSS Basics for Software Engineers. Microwave & RF. May 2008.
2. Get the picture? GPS World. March 2008.
3. Manandbar D., Shibasaki R. Software-based GPS receiver a research and simulation tool for global navigation satellite system. Center for Spatial Information Science. Univ. of Tokyo, 2004.



Открытый стандарт беспроводной сети ONE-NET и аппаратные решения на его основе

(часть 1)

Константин Верхулевский, Юрий Шаропин (г. Томск)

Преимущества беспроводных технологий приводят к появлению и развитию стандартов, способствующих их использованию для решения различных задач. В статье рассказывается о новом, открытом стандарте беспроводной сети One-Net, предназначенном для автоматизации и управления и ставшем прямым конкурентом ZigBee и KNX RF, который успел привлечь к себе внимание таких фирм, как Analog Devices, Texas Instruments, Silicon Labs и Semtech. Рассматривается спецификация стандарта One-Net для бюджетных устройств.

ВВЕДЕНИЕ

Бурный рост микропроцессорных технологий, постоянное снижение стоимости беспроводных решений и повышение их эксплуатационных параметров позволяют отказаться от проводных сетей в системах контроля, диагностики и обмена информацией. Беспроводные сети отличаются более гибкой архитектурой, требуют меньших затрат при установке и обслуживании. Важным аспектом при этом является стандартизация протокола передачи данных, что делает систему совместимой с изделиями других производителей.

В последнее время прилагаются значительные усилия для разработки беспроводных стандартов передачи данных, используемых в задачах автоматизации, дистанционного управления и мониторинга. Производители пытаются решить проблемы масштабируемости и интеграции разнородных устройств с помощью различных протоколов связи. Несмотря на это, разработчики систем зачастую вынуждены использовать устройства и

решения, базирующиеся на отдельных микросхемах трансиверов (приёмопередатчиков) от различных производителей электронных компонентов, и идти на большие затраты при создании собственных протоколов взаимодействия и программных стеков для организации персональных беспроводных сетей.

Так, например, известный производитель радиомодулей компания Micrel до сих пор предоставляет потребителям собственный сетевой протокол, а компания Microchip использует запатентованный протокол MiWi для беспроводных персональных сетей (WPAN), основанный на той же спецификации IEEE 802.15.4, что и ZigBee. Применение закрытых и несвободных (проприетарных) протоколов оказывает негативное влияние на стоимость конечного изделия и сроки выхода готового продукта на рынок. Кроме того, сопряжение разнородного оборудования, управление которым осуществляется посредством закрытых протоколов, остаётся одной из наиболее серьёзных проблем. Основная причина медленного внедрения несвободных протоколов – необходимость платы за их использование в разработках. В большинстве случаев информация о самом протоколе, его спецификация, а также стек протоколов и примеры реализации узлов сети доступны на сайте альянса производителей, но только для ознакомления. Коммерческое же использование закрытых или несвободных стандартов подразумевает вступ-

ление в альянс производителей, что требует значительных затрат и неприемлемо для бюджетных решений.

В настоящее время существует несколько конкурирующих решений, претендующих на то, чтобы стать международными на рынке беспроводных устройств. Классификация основных беспроводных стандартов, используемых в задачах автоматизации и управления, представлена на рисунке 1.

Характеристики наиболее известных протоколов передачи данных, используемых в АСУ ТП, представлены в таблице 1. На сегодняшний день наиболее известными беспроводными протоколами передачи данных являются ZigBee, KNX RF и Z-Wave.

На рынке устройств диспетчеризации и управления зданием широко применяется международный стандарт KNX. На данный момент в мире существует более 100 предприятий – членов ассоциации и почти 7 тыс. групп сертифицированных продуктов KNX. Особенностью данной технологии является то, что каждый датчик или исполнительное устройство имеет свой контроллер, в который «зашита» прикладная программа этого устройства и таблица управляющих сигналов. Первоначально целью стандарта KNX являлась реализация всех приложений на уровне полевой шины. Однако в мае 2006 г. помимо использования традиционных проводных сетей стала применяться беспроводная передача данных (KNX RF), сертифицированная на соответствие требованиям Европейского (EN50090) и международного (ISO/IEC 14543) стандартов для автоматизации зданий. Недостатками данного стандарта являются низкая защищённость передаваемых данных и высокая стоимость аппаратной реализации протокола.

Датская компания Zensys не только разработала технологию Z-Wave, но и является главной движущей силой альянса Z-Wave, насчитывающего 125 чле-

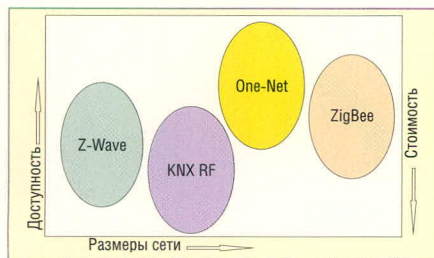


Рис. 1. Основные беспроводные стандарты для систем автоматизации и управления

нов, среди которых датский поставщик средств автоматизации жилых зданий компания Danfoss и швейцарский поставщик компьютерного периферийного оборудования компания Logitech. Z-Wave – это беспроводная технология, использующая частоту 908 МГц и продвигаемая в настоящее время на рынок в качестве более дешёвой альтернативы технологии ZigBee [1]. Технология Z-Wave предназначена для домашней автоматизации и обладает аналогичным принципом построения, но меньшей функциональностью. Встроенный протокол маршрутизации поддерживает работу в многоячейковых сетях. Очевидным недостатком Z-Wave является отсутствие масштабируемости, необходимой при увеличении числа поддерживаемых функций в домашних и промышленных сетях. Кроме того, стоимость использования протокола Z-Wave колеблется от 300 до 30 000 долл. США в зависимости от типа приобретаемой лицензии [2].

ZigBee – технология организации сетей, отличительной особенностью которых является невысокая скорость передачи данных и малая дальность действия. Спецификация ZigBee позволяет реализовывать беспроводное сетевое решение с низким энергопотреблением, обеспечивающее защиту информации и надёжность системы. Максимальная заявленная скорость передачи – 250 кбит/с. Реальная скорость передачи данных ниже, т.к., во-первых, время передачи заметно увеличивается при прохождении пакета через множество узлов сети, во-вторых, кроме полезной информации в радиопакете присутствуют и служебные данные. На физическом уровне применяется

O-QPSK – квадратурная фазовая манипуляция со смещением для диапазона 2,4 ГГц (16 каналов, 250 кбит/с) и BPSK – двоичная фазовая манипуляция для диапазонов частот 915 МГц (10 каналов, 40 кбит/с) и 868 МГц (1 канал, 20 кбит/с).

Технология ZigBee поддерживается одноименным альянсом, учреждённым в 2002 г. с целью объединения усилий по разработке наиболее эффективных протоколов и обеспечения совместимости устройств различных производителей. Основными целями стандарта являются создание сетевого программного уровня безопасности и программного уровня приложений пользователя, обеспечение возможности взаимодействия сетей и согласование методик тестирования, а также международное продвижение торговой марки ZigBee. В альянс входит более 150 ведущих мировых производителей.

Протоколы двух нижних уровней ZigBee – PHY и MAC – регламентируются стандартом IEEE 802.15.4. Протоколы более высоких уровней закреплены документами альянса ZigBee. В настоящее время продолжается работа по созданию профилей устройств, т.е. формальному описанию свойств конкретных элементов сети, выполняющих одинаковые функции, например измерителей температуры. Использование профилей устройств позволяет обеспечить совместимость продукции разных производителей. До недавнего времени информация о спецификации стандарта была закрытой. Но в конце 2006 г. описание стандарта ZigBee было выложено в открытый доступ, и теперь

ознакомиться с ним (после заполнения соответствующей заявки) могут все желающие.

Существует мнение, что использовать ZigBee следует только для того, чтобы обеспечить совместимость с ZigBee-устройствами сторонних фирм. Однако критики ZigBee утверждают [3], что именно совместимость является одной из слабых сторон этого стандарта. В ZigBee так много различных параметров, возможностей реализации и уровней криптографической защиты, что, по их словам, беспрепятственное выполнение единой задачи модулями разных производителей в одной сети маловероятно. Так, например, изменения в версии стандарта, выпущенного в 2006 г., настолько серьёзны по сравнению с версией 1.0 (2004 г.), что без применения специальных мер устройства, построенные на базе различных спецификаций, не совместимы. Основной причиной несовместимости версий стало изменение системы адресации устройств.

Кроме того, спецификацией ZigBee-2007, выложенной на интернет-странице альянса, можно бесплатно пользоваться только для изучения и макетирования. Коммерческое применение ZigBee возможно только для членов альянса, вступить в который можно после уплаты минимального взноса в размере 3,5 тыс. долл. США за 1 год пребывания в альянсе, при этом сертификация каждого продукта требует еще 1 тыс. долл. США [4].

Сертификация для ZigBee требует вложения денег и затрат времени, в первую очередь, на тестирование устройства, затем на покупку диапазона MAC-адресов и т.п. Большинство раз-

Таблица 1. Сравнение основных протоколов передачи данных

Сеть	One-Net	ZigBee	Z-Wave	KNX RF
Преимущества	Доступность, низкое энергопотребление, конфигурируемые схемы построения, высокая надёжность	Размеры сети, использование менее загруженных диапазонов частот	Низкое энергопотребление, простота использования	Простота использования
Частоты, ГГц	0,868 0,915	0,868 0,915 2,4	0,868 0,908	0,868
Максимальная скорость передачи данных, Кбит/с	38,4...230,4	20 40 250	9,6	16,384
Расстояние между узлами в помещении (вне помещения), м	100 (500)	30 (100)	40 (60)	30 (100)
Многоканальность	Да	Да	Отсутствует	Отсутствует
Количество поставщиков ИС	Много	Много	Один	Много
Размер сети (количество узлов)	2 ¹² с возможностью объединения	65 536 (16-битные адреса), 2 ²¹ (64-битные адреса)	2 ³² (возможно объединение сетей посредством шлюзов)	*
Метод шифрования данных	XTEA-32, XTEA-8	AES-128	Отсутствует	Отсутствует
Среда разработки	Свободная	Зависит от поставщика кристалла	От компании Zensys (5...10 тыс. долл. США)	*
Лицензия на стек протоколов	Свободная	«Защита» в кристалл поставщиком	Платная	Платная
Размер кода требуемой памяти программ	16К	48-128К	32К	*
Топология сети	«P2P», «звезда», «многоячейковая сеть»	«Точка-точка», «звезда», «дерево» «многоячейковая сеть»	«Многоячейковая сеть»	«P2P»

* Данные отсутствуют

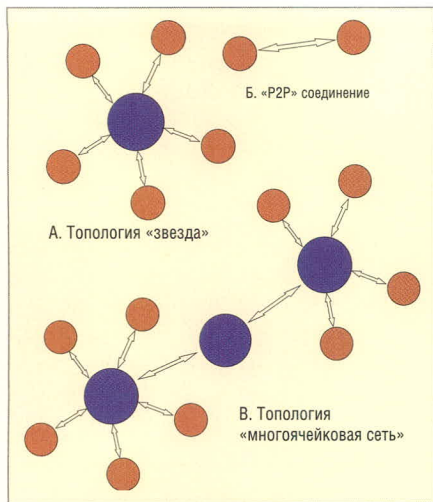


Рис. 2. Топологии сетей, поддерживаемые стандартом One-Net

работчиков имеют бюджетные ограничения и предпочитают отказаться от логотипа и сэкономить на сертификации [5].

Поэтому неудивительным оказалось появление нового, свободно распространяемого стандарта беспроводной связи One-Net, основанного на соглашении об открытом программном коде. Данный стандарт был анонсирован 14 ноября 2006 г. как альтернатива существующим закрытым и несвободным стандартам.

СТАНДАРТ ONE-NET

Открытый и свободный стандарт сети One-Net позиционируется как стандарт для производителей маломощных беспроводных устройств. В настоящее время членами сообщества разработчиков данного стандарта являются следующие компании: Analog Devices, Integration Associates, Micrel Semiconductor, Renesas Technology, RF Monolithics, Silicon Labs, Texas Instruments, Freescale Semiconductors, Semtech Corporation и Threshold Corporation. Последняя компания является разработчиком стандарта. Остальные компании, вступив в партнёрство, предоставили свои проекты узлов сети One-Net: схемы приёмопередатчиков, исходные коды и руководства по применению.

Новый стандарт оптимизирован для использования в системах управления и контроля жилых помещений и небольших предприятий, поэтому главным его преимуществом является доступность и низкая стоимость решений. При разработке беспроводных устройств с использованием данного протокола не требуется вступать в альянс производителей и платить за это, поскольку стек протоколов распространяется совершенно свободно в соответствии с упрощённой лицензией BSD.

Протокол One-Net основан на известной модели взаимодействия открытых систем (OSI) и предназначен для проектирования беспроводных средств, отличающихся высокой степенью защищённости данных и малым энергопотреблением. Участвующие в продвижении стандарта One-Net компании объединились для разработки свободно распространяемой спецификации на основании совместного накопленного опыта, чтобы как можно большее количество потребителей могло воспользоваться преимуществами беспроводной связи.

Сообщество разработчиков стандарта One-Net опубликовало на интернет-странице www.One-Net.info подробное описание протоколов сетевого и физического уровней, примеры исходного кода для микроконтроллеров, схемы и спецификации, необходимые для начала работы, топологию печатных плат и примеры применения. Данные материалы распространяются совершенно свободно. Логотип One-Net могут получить устройства, протестированные на соответствие требованиям стандарта.

Топологии сетей One-Net

Одним из ключевых преимуществ беспроводной системы является мобильность и гибкость её узлов. Устройства, реализованные на основе стандарта One-Net, способны работать не только в простых соединениях «точка-точка» и «звезда», но также и в сложных сетях с многоячейковой топологией, поддерживающих ретрансляцию и поиск наиболее эффективного

маршрута для передачи данных. Как известно, многоячейковые сети менее восприимчивы к сторонним вмешательствам, условиям окружающей среды и обеспечивают более высокое качество обслуживания (QoS).

Рассмотрим подробнее применяемые топологии сетей согласно спецификации стандарта ONE-NET [6]. На рисунке 2 представлены различные варианты топологии сетей One-Net. Соединения типа «звезда» подходят для самых простых приложений, обладают минимальной стоимостью, максимально низким энергопотреблением и позволяют использовать стратегию стандартного множественного доступа. В каждой сети с топологией «звезда» имеется один координатор (мастер) сети, который задаёт адрес и любые другие параметры сети для каждого вновь добавленного узла.

При организации одноранговой или пиринговой (peer-to-peer) сети координатор назначает всем устройствам сети равные права. При этом каждый элемент сети является как клиентом, так и сервером. Поэтому оконечные устройства могут общаться непосредственно друг с другом, даже если координатор удалён из сети. Принимающему элементу не требуется знать, что он является частью P2P-соединения, настроенного координатором. Он просто реагирует на запросы устройства, которое к нему обращается, поэтому принимающий модуль может быть частью многих P2P-соединений. Каждое устройство сети One-Net может поддерживать от 4 до 15 одноранговых соединений.

При многоячейковой топологии в случае возникновения препятствия на пути сигнала от одного узла к другому (железобетонная или металлическая преграда и т.п.) выбирается альтернативный маршрут передачи данных, в результате чего сеть самовосстанавливается. Увеличение концентрации сетевых узлов повышает защищённость и надёжность системы.

Для организации многоячейковой сети One-Net используются ретрансляторы. Ретрансляторы представляют собой оконечные устройства, обнаруживающие так называемые «мультихоповые» пакеты данных и повторяющие их для увеличения дальности передачи сообщений. Поскольку ретрансляторы должны следить за наличием в сети мультихоповых пакетов, они постоянно находятся в активном режиме и для обеспечения бесперебойного функ-

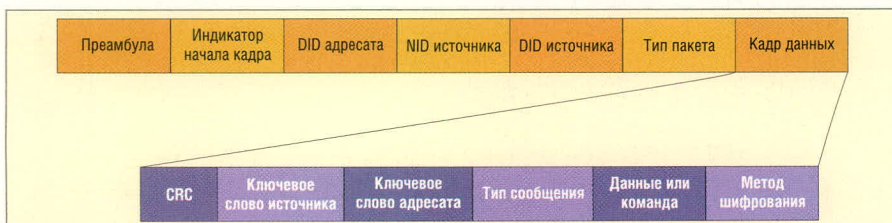


Рис. 3. Структура пакета данных в сетях One-Net

ционирования должны работать от сети электропитания. Мультихоповый пакет данных в сетях One-Net имеет собственный идентификационный номер, поэтому его нельзя спутать с обычным пакетом. Таким образом, ретрансляторы могут передавать пакеты без дополнительных пауз, появляющихся при передаче без ретрансляторов [6].

Мультихоповый пакет содержит поле длиной в три бита, в котором задаётся оставшееся число ретрансляций сигнала. Благодаря этому время передачи остаётся постоянным и предотвращается «блуждание» пакета по сети. Другие три бита отвечают за максимальное количество прыжков (хопов). Эти данные необходимы для получателя, чтобы он знал, сколько было ретрансляций. При обнаружении и приёме ретранслятором мультихопового пакета количество оставшихся прыжков уменьшается, и если значение больше нуля, то происходит ретрансляция пакета.

Для доступа к каналу используется хорошо отработанный в сети Ethernet механизм множественного доступа к среде с контролем несущей и предотвращением коллизий (CSMA), основанный на определении состояния канала связи перед началом передачи, что позволяет существенно сократить конфликты, вызванные передачей данных одновременно несколькими устройствами.

Попытка передачи данных всегда начинается с «прослушивания» эфира. Если канал занят (несущая обнаружена), попытка передачи данных возобновляется через 5 мс. Передача сообщения производится после обнаружения свободного канала. При возникновении конфликта данные считаются утерянными и повторная передача происходит через интервал времени от 2 до 10 мс в зависимости от приоритета сообщения. После восьми неудачных попыток принимается решение о том, что данные передать не удалось. Каждое передающее устройство освобождает канал после передачи одного пакета данных, чтобы другие устройства имели возможность участвовать в работе сети.

Адресация в сетях One-Net

Адрес устройств в сетях One-Net занимает 48 бит, 36 из которых соответствуют сетевому адресу (Network ID, NID), а остальные 12 определяют адрес устройства в сети (Device ID, DID) [6]. Сетевой адрес NID представляет собой уникальное 36-битное число, которое

присваивается беспроводному модулю при изготовлении. Если в дальнейшем данный модуль будет выполнять функции координатора, то все элементы сети, находящиеся под его управлением, получают его уникальный идентификационный номер. Уникальный DID назначается координатором сети.

Структура пакета данных

Структура пакета данных в сетях One-Net изображена на рисунке 3. Длина пакета данных является переменной величиной и может принимать значения от 120 до 472 бит в зависимости от типа пакета. Всего применяется 30 различных типов пакетов. Каждый пакет данных содержит заголовок, состоящий из преамбулы, индикатора начала кадра (SOF), DID-адресата информации, типа пакета (PID), NID и DID отправителя. За заголовком следует кадр данных. В мультихоповый пакет добавляются 6 бит, определяющих разрешённое количество ретрансляций.

Все данные отправляются старшим значимым разрядом вперёд. До передачи каждый бит данных проходит четыре стадии преобразования:

- исходные данные;
- исходные данные с присоединённым CRC (для выявления ошибок в кадре);
- зашифрованные данные (для повышения конфиденциальности данных);
- кодированные данные (для улучшения синхронизации и выравнивания потребления мощности, а также повышения достоверности данных благодаря вводимой избыточности).

При формировании самого кадра данных также используются строго определённые правила. Для выявления ошибок в кадре данных используется CRC. Приём кадра данных подтверждается квитанцией ACK. Приём считается правильным в случае отсутствия ошибок в кадре данных. Если квитанция получена с ошибками, передача кадра данных производится повторно.

Поле ключевого слова отправителя сообщений принимает произвольное значение, которое изменяется в каждом пакете данных. Это повышает степень защищённости передаваемых сообщений. Отправитель посылает в запросе к получателю случайное число и проверяет, корректное ли значение содержится в его ответе. Далее полученное значение встраивается отправителем в передаваемый пакет данных. В случае получения приёмником пакета

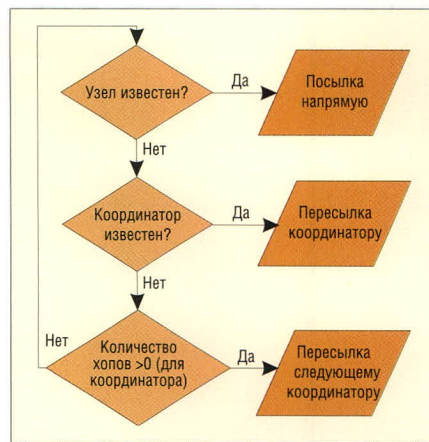


Рис. 4. Упрощённый алгоритм работы сети One-Net

с ошибочным ключом данные считаются повреждёнными и приёмником выдаётся соответствующая квитанция.

Поле ключевого слова приёмника сообщений содержит информацию, выдаваемую по требованию передатчика.

Тип сообщения может принимать три значения: данные (0000), команда управления при отправке одиночного пакета (0001) или команда при отправке блока пакетов (0010). Следующее поле содержит непосредственно данные или управляющую команду. Данные помимо одиночных пакетов могут передаваться блоками (максимум 150 байт) или потоком [7].

Последнее поле из двух бит определяет метод шифрования данных. В настоящее время используется алгоритм XTEA-XX, где XX – число циклов шифрования. При покадровой и поблочной передаче используется метод XTEA-32, при потоковой передаче данных – XTEA-8.

Алгоритм работы сети One-Net

Подключение нового устройства к сети One-Net осуществляется следующим образом. После подсоединения к сети каждый вновь добавленный узел начинает сканировать доступные частотные каналы (не менее 1 с на каждой частоте). Координатор сети по меньшей мере три раза в секунду отправляет специальный широкополосный сигнал, сигнализирующий о возможности подключения. После обнаружения данного сигнала новое устройство передаёт координатору сигнал состояния, содержащий подтверждение подключения к сети и свои параметры. Дальнейшая работа сети осуществляется согласно алгоритму, представленному на рисунке 4.

Продолжение следует

Микросхемы узкополосных приёмопередатчиков PLC для промышленного и бытового применения

Юрий Троицкий, Александр Нестеров,
Александр Ширяев (г. Смоленск)

При грамотном выборе элементной базы современные аппаратные средства позволяют оперативно строить эффективные информационные и управляющие сети на базе PLC. В статье выполнен обзор существующих ИС узкополосных приёмопередатчиков, отличающихся используемым способом модуляции сигналов. Авторы надеются, что это облегчит выбор элементной базы для решения конкретной технической задачи.

Разветвлённая энергетическая сеть давно привлекала внимание специалистов в области телеметрии и телеуправления в качестве потенциальной среды для реализации каналов связи. Достижения современной электроники значительно расширили информационные возможности PLC (Power Line Communication, связь по сетевому проводу). Появление новых микросхем, поддерживающих стандарт HomePlug AV, позволило увеличить скорость передачи информации по сетям PLC до 200...300 Мбит/с, что обеспечивает передачу по силовым линиям телевизионных сигналов высокой чёткости (HDTV), звуковой информации VoIP и широкополосный интернет-доступ.

Однако высокие частоты, необходимые для высокоскоростных приложений, сильно затухают в линии, что делает возможным передачу сигнала с удовлетворительным качеством без ретрансляторов только на расстояние до нескольких сотен метров. Поэтому в системах управления находят широкое применение узкополосные NB (Narrow Board) системы, работающие в килогерцовом диапазоне. К узкополосным низкочастотным распределённым системам управления и учёта относятся АСУ ТП в цехах и на производственных территориях, системы жизнеобеспечения зданий (лифты, кондиционеры, вентиляция), складские системы, средства учёта энерго-

потребления, системы охранной и пожарной сигнализации в дачных поселках, гаражных кооперативах и т.д.

Другой класс приложений составляют средства домашней автоматики, позволяющие комплексно управлять бытовыми приборами, вплоть до автоматического согласованного включения кофеварок и тостеров, а также вывода на телеэкран изображения с входной видеокамеры. Сюда же можно отнести локальные сети для домашних и малых офисов, развёрнутые в пределах небольшого здания или отдельной квартиры.

Надёжность передачи на физическом уровне определяется свойствами среды передачи, способами кодирования и декодирования информации. Электрические силовые цепи, не предназначенные специально для создания информационных сетей, обладают целым рядом недостатков. К ним следует отнести нестабильность импеданса канала, зависящего от характера включаемой и выключаемой нагрузки, высокий уровень помех и большое затухание сигнала.

Статистические исследования многих авторов показали, что импеданс большинства NB-сетей лежит в диапазоне 5...150 Ом [1]. В последнее время, прежде всего на транспорте, для создания информационной сети всё чаще используют силовые цепи постоянного тока, которые имеют импеданс до нескольких ом, преимуще-

ственно ёмкостного характера. Естественно, что для согласования нагрузочных характеристик выходных каскадов PLC-передатчиков следует учитывать особенности силовых цепей. Снижение влияния помех, присутствующих в линии, на физическом уровне достигается эффективным использованием на приёмном конце узкополосных аналоговых и цифровых фильтров.

Повышение надёжности передачи на физическом уровне во многом обусловлено выбором способа модуляции и частотного диапазона, а также использованием методов цифровой обработки сигналов и адаптивного управления. По способу модуляции различают две группы приёмопередатчиков: одночастотные приёмопередатчики (SFPLC) и приёмопередатчики с широким диапазоном частот модуляции (SS, Spread Spectrum).

В приёмопередатчиках SFPLC используется одна несущая частота, которая подвергается амплитудной (ASK), частотной (FSK) или фазовой (PSK) модуляции. Рассмотрим основные принципы реализации указанных методов в некоторых типах выпускаемых интегральных приёмопередатчиков.

ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИКИ С АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

При амплитудной модуляции логической единице соответствует наличие сигнала несущей, логическому нулю – его отсутствие.

Приёмопередатчик TDA5051AT

Характерным представителем ИС приёмопередатчиков, поддерживающих этот тип модуляции, является микросхема TDA5051AT фирмы NXP Semiconductors (Philips) [2]. Логической единице соответствует

высокоимпедансное состояние выхода передатчика TX_{OUT} (см. рис. 1), лог. 0 передаётся пакетом импульсов несущей частоты. Частота несущей лежит в пределах 95...148 кГц. Микросхема позволяет передавать данные со скоростью от 600 до 1200 бод.

Схема включения ИС требует минимального количества дополнительных компонентов. Встроенный выходной усилитель обеспечивает работу на нагрузку с импедансом до 1 Ом (типовая – 30 Ом) (см. рис. 2). ИС применяется в недорогих и низкоскоростных приложениях. Простота модуляции позволяет реализовать ASK-приёмопередатчик на базе простых универсальных микроконтроллеров.

ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИКИ С ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Частотная (FSK) модуляция используется в ИС приёмопередатчиков КР1446ХК1 производства ОАО «Ангстрем» и ST7538/ ST7540 фирмы STMicroelectronics [3]. Модуляция выходного сигнала в этих схемах заключается в том, что лог. 0 соответствует частота ($f_0 - \Delta f$), а лог. 1 – ($f_0 + \Delta f$), где f_0 – центральная частота несущей.

Приёмопередатчик КР1446ХК1

Центральная частота f_0 может задаваться программно равной 66,66, 100 или 133,33 кГц; девиация частоты Δf составляет примерно $\pm 4,6$ кГц. Скорость передачи может принимать одно из четырёх возможных значений – 124, 248, 496, 992 бит/с – и задаётся во время программирования приёмопередатчика.

Для исправления одиночных и обнаружения двойных ошибок, которые могут возникать при передаче из-за помех в сети, используется помехозащищённое кодирование. Чувствительность приёмника достаточна для передачи с фазы на фазу. Мощность выходного каскада микросхемы не превышает десятка милливольт, что требует обязательного применения внешнего усилителя мощности. Необходимо также устанавливать внешний узкополосный фильтр на входе приёмника для снижения влияния помех. По соотношению качество/цена эта микросхема – безусловный лидер на российском рынке. Основным недостатком ИС – низкая реальная скорость передачи информации.

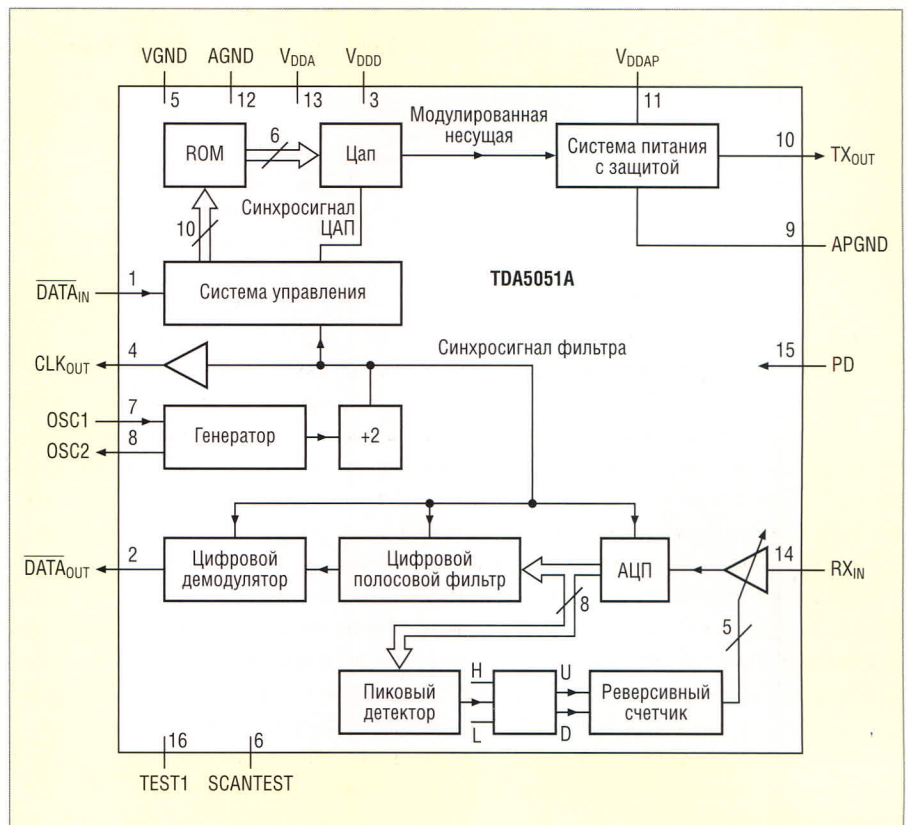


Рис. 1. Структурная схема TDA5051AT

Приёмопередатчик ST7538/ST7540

Для микросхем ST7538/ST7540 [4] частота f_0 программируется семью значениями в диапазоне 60...132,5 кГц. Кроме того, программируются четыре значения скорости передачи (Baud rates), девиация частоты Δf и коэффициент девиации $K_\delta = \Delta f / \text{Baud rates}$ (см. таблицу). Таким образом, значение Δf будет равно значению Baud rates при $K_\delta = 1$ и 0,5 Baud rates – при $K_\delta = 0,5$. Лог. 1 (метка) и лог. 0 (пауза) определяются как $f(0) = f_0 + \Delta f/2$, $f(1) = f_0 - \Delta f/2$.

Приёмопередатчик (см. рис. 3) не имеет встроенного буфера для формирования и хранения пакета передаваемых или принимаемых данных. Очередной бит данных поступает от хост-контроллера по входу TxD через последовательный интерфейс на вход FSK-модулятора, который синтезирует частоты $f(0)$ или $f(1)$, стабилизированные кварцевым резонатором 16 МГц, при помощи технологии прямого цифрового синтеза. С помощью цифрового Tx-фильтра выделяется первая гармоника сигнала и усиливается усилителем с переменным коэффициентом усиления (ALC) от 0 до 30 дБ с шагом 1 дБ.

Коэффициент усиления ALC определяется информацией об уровне

сигнала, полученной при помощи двух цепей обратной связи. Одна цепь стабилизирует амплитуду выходного сигнала путём сравнения напряжения, снимаемого с резистивного делителя, подключаемого к выходу AT0, и внутреннего опорного напряжения. В зависимости от результатов сравнения происходит увеличение или уменьшение коэффициента усиления. Максимальный уровень выходного напряжения устанавливается подбором резисторов делителя в цепи обратной связи.

Обратная связь по току ограничивает максимальный выходной ток

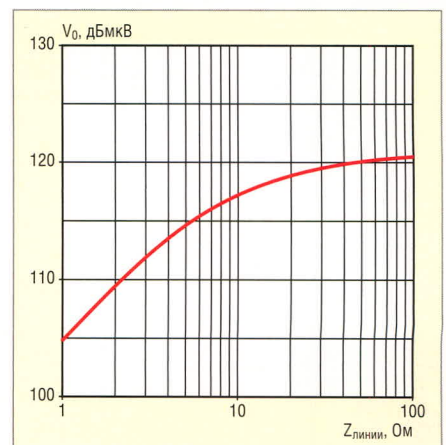


Рис. 2. Зависимость выходного напряжения передатчика микросхемы TDA5051AT от импеданса нагрузки

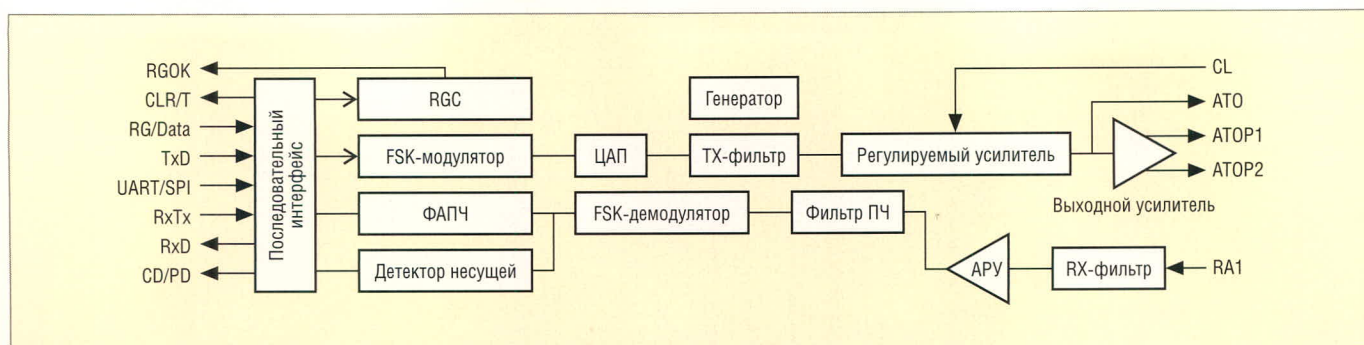


Рис. 3. Упрощённая структурная схема приёмопередатчика ST7538/ST7540

каскада усилителя. Ток ограничения устанавливается номиналом резистора, подключённого между выводами CL и Avss (вход напряжения аналогового питания).

Выходной усилитель (PLI) представляет собой сдвоенный усилитель класса АВ с двумя выходами (АТОР1 и АТОР2), работающими в противофазе. Возможны два варианта включения навесных каскадов:

- использование только выхода АТОР1;
- мостовое соединение.

Мостовое соединение обеспечивает дифференциальный выход с двойной амплитудой по сравнению с вариантом включения одиночного каскада. Системе выходных каскадов необходимо хорошо сглаженное напряжение питания PAV_{cc}, чтобы она не входила в нелинейный режим работы. Для удобства отслеживания работы выходных каскадов предназначен вывод АТО. На этот вывод присоединён выход усилителя АLC, который, однако, не предназначен для работы на низкоомную нагрузку.

Приём информации от линии связи происходит, если хост-контроллер устанавливает на входах приёмопередатчика логические уровни RxTx = 1, REG_DATA = 0. Входной сигнал считывается с вывода RAI относительно вывода земли сигнала SGND. Полученный сигнал «предварительно» фильтруется полосовым фильтром (Rx filter). Данный первичный фильтр можно включать и отключать установ-

кой соответствующего бита в управляющем регистре. Сигнал проходит через блок усиления с АРУ (AGC) и поступает на полосовой фильтр с узкой полосой пропускания (14 кГц) и центральной частотой, соответствующей выбранной несущей частоте передачи. Далее принятый сигнал накладывается на сигнал с частотой, устанавливаемой битами 0 – 2 управляющего регистра, фильтруется дополнительным фильтром и отправляется в FSK-демодулятор. На выходе FSK-демодулятора установлен цифровой фильтр нижних частот. После прохождения цифрового фильтра сигнал поступает на вывод RxD. В отсутствие входного сигнала вывод RxD находится в состоянии лог. 0 или лог. 1, в зависимости от выбранного интерфейса обмена с хост-контроллером.

Микросхема ST7538Q/ST7540Q содержит встроенную систему синхронизации, обеспечивающую режим синхронного обмена с хост-контроллером (вывод CLR/T). Наличие информации на входе приёмника определяется детектором несущей CD (Carrier Detection) по наличию на входе RAI сигнала, близкого по своему гармоническому составу к запрограммированной несущей частоте. Вывод CD_PD устанавливается в низкий логический уровень, если на входе RAI обнаруживается несущая частота; в её отсутствие вывод находится в состоянии высокого логического уровня.

При использовании расширенного регистра управления имеется воз-

можность установить заголовок передачи кадра. Данный заголовок будет добавляться при передаче к информационным кадрам, передаваемым в сеть. Если установить соответствующий бит управляющего регистра, вывод CD/PD будет устанавливаться в низкий логический уровень только после обнаружения в принимаемом сигнале такого же заголовка. Сигнал CD/PD может быть использован хост-контроллером для вызова обработчика прерывания.

Микросхема имеет встроенный усилитель мощности передатчика с выходным током до 300 мА. Важным условием является контроль температуры кристалла, для чего в микросхему введен блок Termal sensor, измеряющий температуру элементов выходного каскада, который производит его автоматическое отключение при достижении температуры 170°C ± 10%. Кроме того, блок Timer реализует функцию защиты от слишком длительной передачи. Если защита включена, то спустя 1...3 с после начала передачи микросхема принудительно переводится в режим приёма. В этом случае вывод TOUT устанавливается в лог. 1 и сохраняется минимум 125 мс. Сбросить блокировку передачи можно переводом вывода RxTx в высокий уровень, т.е. переходом в режим приёма данных. Если этого не сделать, блокировка передачи сохранится даже по истечении 125 мс. Поэтому, чтобы продолжить передачу, необходимо кратковременно перевести ST7538Q в режим приёма. Включение и выключение блокировки, а также настройка времени блокировки осуществляется установкой соответствующих битов в управляющем регистре.

ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИКИ С ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Фазовая модуляция реализована в PLC-модеме C2000 фирмы Texas Instru-

Возможные значения скорости передачи, девиации частоты и коэффициенты девиации для микросхем ST7538/ST7540

Скорость передачи бит/с	Δf	Коэффициент девиации, K_f
600	600	1
1200	600/1200	0,5/1
2400	12000/2400	0,5/1
4800	2400/4800	0,5/1

ment [5]. Частота несущей $f_0 = 131,579$ кГц, скорость передачи 5,482 Кбит/с, эффективная скорость передачи 3,748 Кбит/с. Модулятор построен на базе цифрового сигнального процессора (DSP) TMS320 с внешними узкополосным фильтром и усилителем передатчика (TLPFA), узкополосным фильтром приёмника (RPLF), разделительными конденсаторами и трансформатором (см. рис. 4).

Рассмотрим принцип двукратной фазовой манипуляции (BPSK), используемой в рассматриваемом модеме. Сложение на сумматоре SM двух ШИМ-сигналов PWM1 и PWM2, снимаемых с выходов Out1 и Out2 цифрового сигнального процессора, обеспечивает формирование трёхуровневого сигнала PWM1 – PWM2 (см. рис. 5), следующего с периодом T , равным 24 тактам несущей частоты CLK (131,5 кГц). Таким образом, передача осуществляется со скоростью 5,5 Кбит/с. Фаза каждого бита может быть установлена 0° (см. рис. 5а) или 180° (см. рис. 5б). Длительность импульсов разностного сигнала равна $t_{и} = 1/3T$ ($t_{и} = 8\text{CLK}$). Такое соотношение между $t_{и}$ и T обеспечивает мини-

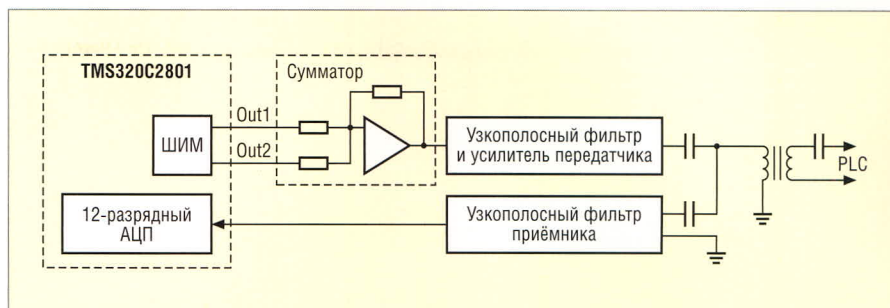


Рис. 4. Структурная схема приёмопередатчика PLC модема C2000 фирмы Texas Instruments

мальную величину суммарного значения коэффициента нелинейных искажений (THD) после выделения узкополосным фильтром (TLPFA) первой гармоники. Синусоидальный сигнал первой гармоники выделяется узкополосным фильтром передатчика TLPFA и через разделительные конденсаторы и трансформатор передаётся в силовую линию PLC.

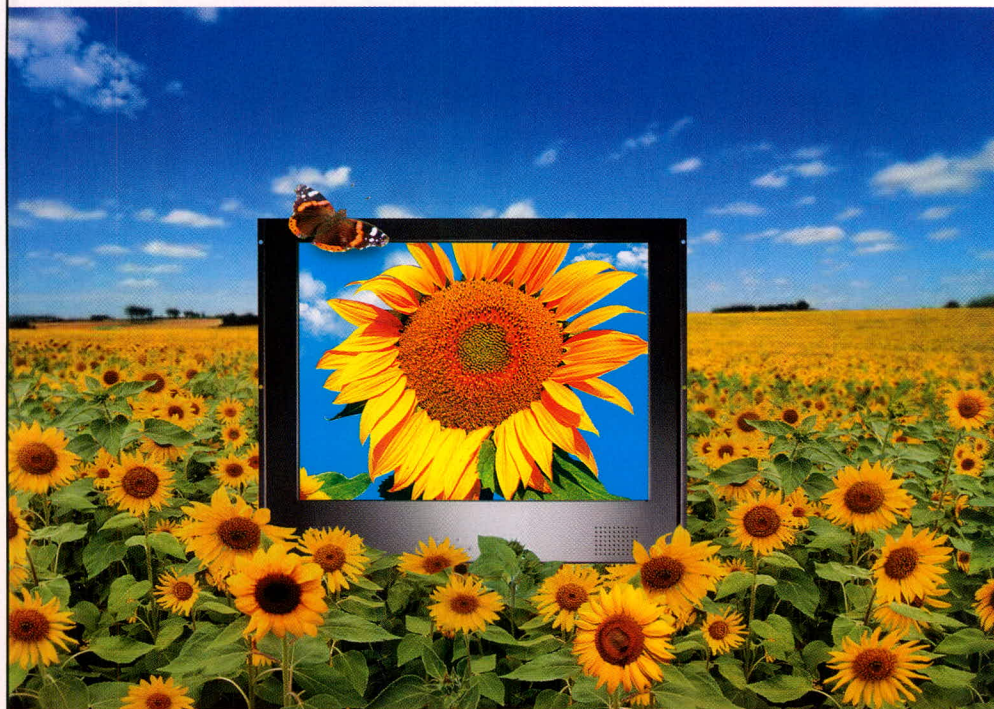
На приёмной стороне полученный сигнал проходит через активный узкополосный фильтр приёмника RPLF и через дискретные интервалы времени, равные $1/25T$, поступает на вход АЦП цифрового сигнального процессора. Выборка пришедшего сигнала с частотой дискретизации

$f_s = 25/24\text{CLK} = 137$ кГц позволяет выделить частоту несущей $f_0 = 131,5$ кГц и частоту передачи байта $f_N = 5,5$ кГц. Оцифрованные данные содержат произведение сигналов двух частот f_0 и f_s . Как известно, произведение двух синусоидальных сигналов содержит составляющие суммы ($f_0 + f_s = 2f_0 + f_N$) и разности двух частот ($f_s - f_0 = f_N$).

Полученная цифровая выборка содержит описание принятого бита сигнала (синусоида с частотой 5,5 кГц) и шум коммуникационного канала. Частично шум канала был удалён с помощью активного аналогового узкополосного фильтра второго порядка. Дополнительная фильтрация осуществляется цифровым (FIR) филь-

ДИСПЛЕИ СВЕРХВЫСОКОЙ ЯРКОСТИ

LITEMAX



Хорошо под солнцем, если ты LiteMax!

- ЖК-дисплеи яркостью от 700 до 1600 нит
- Размеры по диагонали от 10,4 до 31,5"
- Разрешение до 1366×768 (WXGA)
- Угол обзора по вертикали и горизонтали 170°
- Модели для монтажа в панель управления и в настольном исполнении
- Поставляются ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой
- Возможна установка сенсорного экрана, защитного стекла

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

PROSOFT®

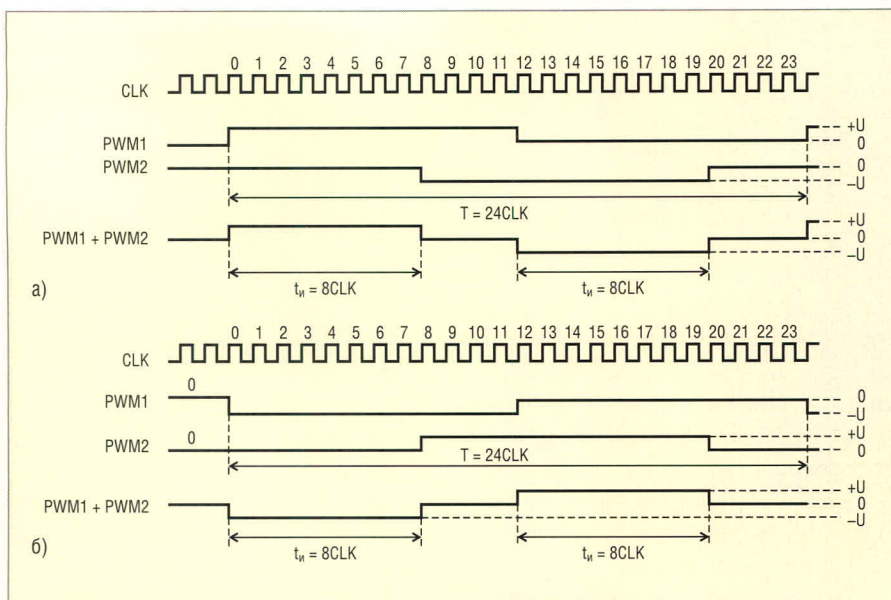


Рис. 5. Формирование трёхуровневого сигнала с фазой (а) 0° и с (б) 180°

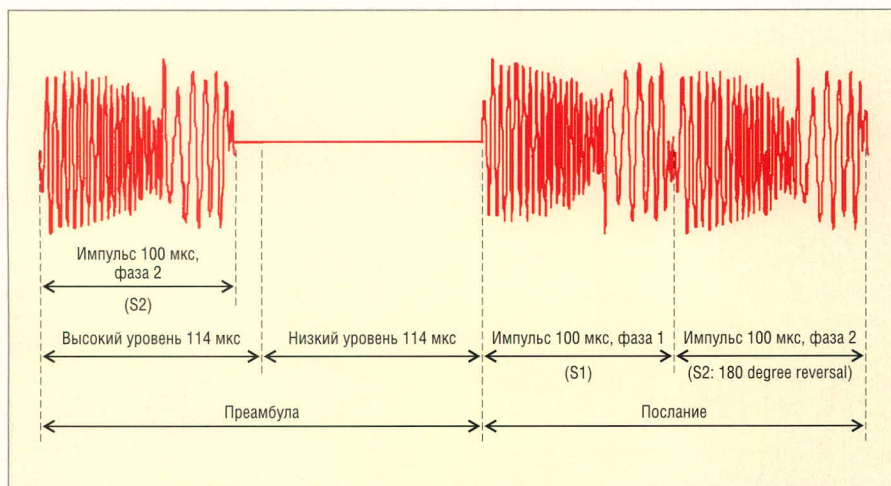


Рис. 6. Формирование лог. 0 и лог. 1 при SSC-модуляции

ром. Затем детектируется фаза сигнала и, соответственно, определяется значение принятого бита.

В данной системе используется асинхронный способ передачи, поскольку тактовые сигналы синхронизации формируются на приёмной и передающей стороне своими тактовыми генераторами, частоты которых не могут быть абсолютно одинаковыми. Поэтому используется техника дифференциального фазового детектирования. На выходе коррелирующего фильтра DPS выделяется разность фаз предыдущего и вновь принятого бита. Если их фазы совпадают, то и значение принятого бита не меняется; если фазы не совпадают, значение вновь принятого бита инвертируется относительно предыдущего. Приём начинается с распознавания битов синхронизации (bit sync), представляющих собой последовательность 24 чередующихся единиц и

нулей (10101010101010101010). Данные, как правило, передаются в 11-битном формате, включающем, помимо байта данных, два чередующихся стартовых бита (suffix '0 1') и бит контроля чётности.

ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИКИ С РАСШИРЕННЫМ ДИАПАЗОНОМ ЧАСТОТ МОДУЛЯЦИИ (SS)

Сущность SS-модуляции (Spread Spectrum) заключается в использовании спектра частот с полосой, превышающей минимально необходимое значение, требуемое для передачи информации, т.е. информационный сигнал с полосой частот B в течение времени TS преобразуется в псевдослучайный сигнал со спектром W ($W \gg B$). Отношение $GM = W/B = WTS$ называют коэффициентом расширения полосы пропускания (spreading gain). Значение G в разных устрой-

ствах может лежать в пределах от 4 до 256. При использовании SS-модуляции мощность сигнала распределяется в широкой полосе частот, и сигнал становится незаметным на фоне помех, что повышает защиту информации от несанкционированного доступа при передаче по линии связи. Помимо защиты информации, SS-модуляция обеспечивает более высокий уровень помехозащищённости. На принимающей стороне полезная информация выделяется из шумоподобного сигнала с использованием уникальной – для данного сигнала – псевдослучайной кодовой последовательности.

Приёмопередатчик с SSC-модуляцией

Примером приёмопередатчика, использующего SS-модуляцию (или SSC-модуляцию), служит микросхема типа SSC P485 PL [6], обеспечивающая передачу со скоростью 9600 бит/с. Физический уровень протокола связи CEBus основан на технологии расширения спектра, запатентованной фирмой Intellon Corp. of Ocala (США). В отличие от традиционной широкополосной техники (скачки частоты или прямое последовательное расширение), в предложенном методе закон изменения частоты несущей задаётся 360 квантованными значениями, которые выбираются так, чтобы максимизировать энергию внутри полосы, сохраняя объём внеполосных гармоник на минимальном уровне. При передаче каждого бита частота несущей в течение 100 мкс изменяется сначала от 200 до 400 кГц, а затем от 100 до 200 кГц.

Формирование служебных и информационных бит происходит по-разному. Каждый пакет данных начинается с преамбулы, которая формируется с использованием амплитудной (ASK) модуляции. При ASK-модуляции используются понятия SUPERIOR (высокого) и INFERIOR (низкого) уровней. Уровень SUPERIOR характеризуется присутствием несущей частоты, а INFERIOR – её отсутствием (см. рис. 6). Данные передаются с использованием более помехозащищённой фазовой модуляции (PRK), при которой используется два состояния SUPERIOR: SUPERIOR1 и SUPERIOR2, которые отличаются друг от друга поворотом фазы несущей на 180° (см. рис. 7).



Рис. 7. Нагрузочная характеристика усилителя SSC P111

Выход передатчика ТО допускает ток нагрузки не более 6 мА, поэтому не может быть подключен непосредственно к линии связи. В комплекте с микросхемой приёмопередатчика используется усилитель SSC P111 [6] с нагрузочной характеристикой, показанной на рисунке 7.

ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИКИ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОДОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ (DCSK)

Приёмопередатчик IT5000 разработан израильской фирмой Itran Communications (<http://www.itran-comm.com>) по запатентованной тех-

нологии дифференциальной кодовой модуляции (DCSK). Данный тип модуляции, по мнению фирмы, обеспечивает эффективное подавление всех видов помех, присутствующих в силовой сети. Кроме того, для повышения надёжности передачи используется помехозащищённое кодирование. Чувствительность приёмника составляет 1 мВ. Микросхема IT5000 обеспечивает скорость передачи 10...50 Кбит/с при частоте несущей 100...400 кГц и 2...10 Кбит/с при частоте 20...80 кГц.

Если учесть низкую стоимость микросхемы (около 6 долл. США), то её преимущества перед всеми рассмотренными ИС становятся очевидными. Однако фирма Itran очень неохотно идёт на контакты, и получить более подробную информацию авторам пока не удалось. На российском рынке в настоящее время присутствуют отладочные модули KIT5000UZ стоимостью около 150 евро.

Следует отметить, что в последние годы не зарегистрировано появление новых типов узкополосных приёмопередатчиков, что можно рассматри-

вать как определённый застой в этом секторе сетевых устройств. Вместе с тем, строительный бум, сопровождающийся информационным бумом в бытовой сфере, должен вновь привлечь внимание к использованию сетей PLC.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hrasnica H., Haidine A., and Lebnert R. Broadband Powerline Communications Networks. John Wiley & Sons, 2004.
2. TDA5051A Home automation modem. www.semiconductors.philips.com.
3. KP 1446 XK1. Приёмопередатчик по сети переменного тока 110–380 В. ОАО Ангстрем, www.angstrom.ru.
4. FSK power line transceiver ST7538. STMicroelectronics, www.st.com.
5. TMS320C2000™ Digital Signal Controller Power Line Communication User's Guide. SPRU714, August 2005.
6. Technical Data Sheet SSC P485 PL Transceiver IC. <http://www.intellon.com>.
7. Technical Data Sheet SSC P111 PL Media Interface IC. <http://www.intellon.com>.
8. Подгурский Ю., Заборовский В. Технологии и компоненты передачи данных по линиям электропитания. Сети, ЦНИИ РТК. 1999. № 10.



PLANAR

Электролюминесцентные дисплеи Planar® – **ИДЕАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ** для отображения данных в медицине, промышленной автоматизации, на транспорте, в военных системах

ЧЁТКО БЕЗОПАСНО

ЯСНО

- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Расширенный диапазон рабочих температур от -50 до +85°C (модель EL320.240-FA3)
- Высокая контрастность изображения
- Широкий угол обзора >160°
- Время отклика <1 мс
- Среднее время безотказной работы до 100000 ч
- Высокая параметрическая устойчивость: более 75% первоначальной яркости сохраняется после 10 лет эксплуатации

Официальный дистрибьютор компании Planar в России и странах СНГ

PROSOFT®

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 2925-216; 2925-217 • Факс: (347) 2925-218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Микроконтроллеры AT32UC3 с ядром AVR32

(часть 3)

Павел Редькин (г. Ульяновск)

Третья часть статьи рассказывает о входящих в состав МК семейства AT32UC3 модулях тестирования и отладки, а также о существующих инструментальных средствах разработки, отладки и программирования пользовательских приложений на базе МК с ядром AVR32.

СИСТЕМА ОТЛАДКИ НА КРИСТАЛЛЕ

В состав всех МК семейства AT32UC3 входит специализированный аппаратный блок системы отладки на кристалле (OCD). Система OCD имеет следующие основные особенности:

- интерфейс отладки, соответствующий рекомендациям IEEE-ISTO 5001-2003 (Nexus 2.0) Class 2+;
- обращение ко всем функциям отладки на кристалле через встроенный порт JTAG;
- поддержка трассировки программы, данных и задания контрольных точек (точек трассировки);
- поддержка оригинального режима трассировки NanoTrace с доступом через порт JTAG;
- наличие вспомогательного порта (AUX) для высокоскоростной передачи информации трассировки;
- поддержка шести аппаратных точек останова в программе и двух аппаратных точек останова в данных;
- поддержку неограниченного количества программных точек останова;
- автоматическая проверка контрольной суммы¹ (CRC) для заданных областей памяти.

Благодаря наличию OCD, отладка кода в МК типа AT32UC3 значительно облегчается. Пользователь может обращаться к OCD через внешний отладчик, который подключается к МК через порт JTAG или через вспомогательный порт (AUX). Вспомогательный порт, прежде всего, используется для функций трассировки, в то время как для основной отладки достаточно использовать порт JTAG.

Система отладки основана на стандарте Nexus 2.0 Class 2+, который включает:

- управление временем выполнения;
- точки останова в программе;
- точки останова в данных;
- трассировку программы.
- трассировку в режиме так называемого монопольного использования кристалла;
- трассировку данных.

Кроме возможностей отладки, предоставляемых стандартом Nexus, архитектура МК типа AT32UC3 дополнительно предоставляет пользователю несколько полезных возможностей OCD:

- отладочный канал связи между ЦПУ и портом JTAG;
- мониторинг содержимого программного счётчика (PC) МК во время выполнения кода;
- проверку контрольной суммы CRC;
- поддержку режима NanoTrace;
- поддержку проверки качества программы (SQA).

Система OCD управляется с помощью одноимённых регистров, к которым можно обратиться через порт JTAG, когда загружена команда *JTAG NEXUS_ACCESS*; ЦПУ может также непосредственно обращаться к регистрам OCD при помощи команд *mtdr/mfdr* в любом привилегированном режиме. Блок-схема системы отладки на кристалле показана на рисунке 11. Отладчик JTAG подключается к МК через стандартный 10-выводной IDC-разъём, как показано на рисунке 12.

Одной из фундаментальных особенностей отладки является способность OCD временно приостанавливать ра-

боту ЦПУ, чтобы затем можно было исследовать текущее содержимое регистров и состояние системы. Это достигается с помощью точек останова, которые могут быть следующих типов:

- безусловные точки останова, которые устанавливаются путём записи в регистры OCD через JTAG. Они останавливают ЦПУ немедленно;
- точки останова программы, которые останавливают ЦПУ, когда управление в программе достигает определённого адреса;
- точки останова данных, которые останавливают ЦПУ, когда по определённому адресу памяти производится программное чтение или запись;
- программные точки останова, которые останавливают ЦПУ, когда в программе встречается специальная команда останова.

Когда срабатывает точка останова, ЦПУ переходит в режим отладки (OCD), а в регистре статуса устанавливается бит D. Этот режим является привилегированным с заданным адресом возврата и регистрами состояния возврата. Все команды привилегированных режимов при этом разрешаются.

Когда ЦПУ переходит в режим OCD, он выбирает команды из регистра команд отладки OCD. Каждый раз, когда в этот регистр производится запись через порт JTAG, команда выполняется ЦПУ, позволяя, таким образом, производить непосредственное управление ЦПУ через JTAG. Ведущее устройство JTAG может, например, прочитать регистровый файл, послав ЦПУ команду *mtdr*.

Поскольку регистры OCD непосредственно доступны для ЦПУ, то можно сформировать программный отладчик, который будет выполнять ЦПУ. Установка бита режима монитора в регистре управления разработкой OCD приведет к переходу ЦПУ в режим монитора вместо режима OCD, когда сработает точка останова. Режим монитора подобен режиму OCD за

¹ Строго говоря, CRC является избыточным циклическим кодом. – Прим. ред.

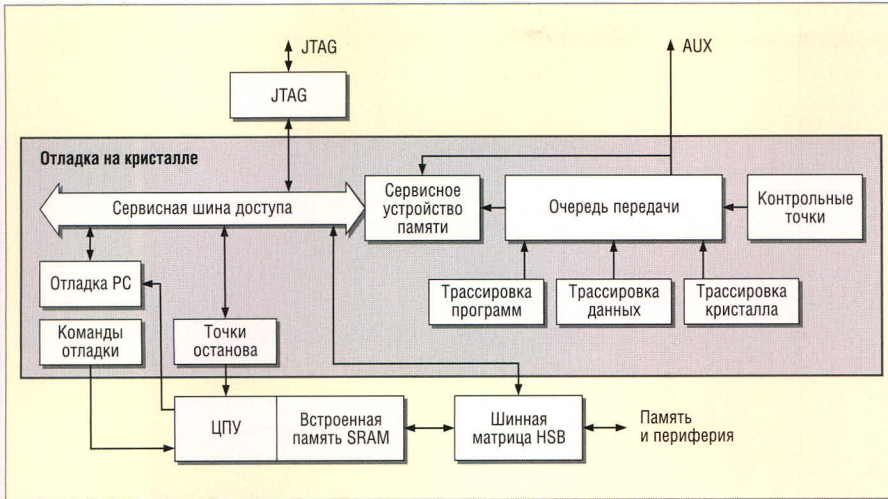


Рис. 11. Блок-схема встроенной системы отладки на кристалле (OCD)

исключением того, что команды в нём не поступают из порта JTAG, а выбираются из области памяти, определяемой вектором исключения отладки, находящимся в программной памяти. Логика отладки прибора AT32UC3 имеет в своём составе регистр программного счётчика, с помощью которого отладчик может непрерывно читать текущее содержимое программного счётчика (PC), не затрагивая при этом ЦПУ. Это позволяет отладчику генери-

ровать статистическую информацию, содержащую сведения о времени, потраченном ЦПУ на выполнение различных участков кода. Указанная информация может быть использована программистом для оптимизации кода. Входящее в состав модуля OCD сервисное устройство памяти (MSU) представляет собой аппаратный модуль, предназначенный для реализации функций тестирования и отладки. Модуль MSU управляется через специа-

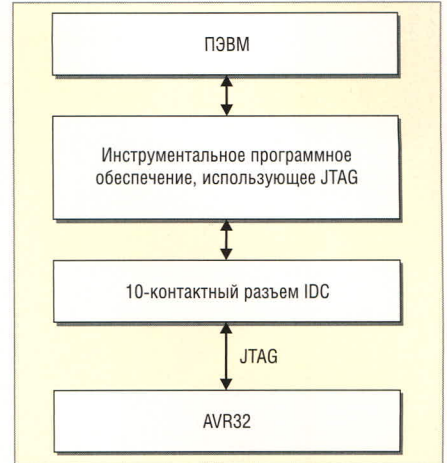


Рис. 12. Блок-схема подключения JTAG-отладчика к AT32UC3 через IDC-разъём

лизированный набор регистров, обращение к которым производится с помощью команды `JTAG_MEMORY_SERVICE`. Модуль MSU может использоваться для автоматического вычисления контрольной суммы (CRC) блока данных в памяти. Кроме того, MSU поддерживает режим трассировки NanoTrace, который является оригинальной особенностью архитектуры AVR32. В режиме NanoTrace данные трассировки выводятся в память

Новинка!

FLUKE®

IR-Fusion®

Надежные тепловизоры Ti25 и Ti10 помогут точно определить зону неисправности

Простые в использовании тепловизоры Fluke Ti25 и Ti10 помогут выявить и решить проблемы, возникающие на производстве. С помощью запатентованной технологии IR-Fusion® Вы можете получить четкую термограмму в комбинации с обычным изображением и определить проблемные участки.

- Приборы отображают даже небольшую разницу температур на дисплее с высокой разрешающей способностью
- Проверены на прочность при падении с двухметровой высоты
- Встроенный диктофон позволяет добавлять комментарии к каждой термограмме (Ti25)
- Сохраняют более 1 200 термограмм по технологии IR-Fusion® с температурными данными и голосовыми комментариями.
- Измеряют температуру до 350°С (Ti25)

Fluke. Мы приводим Ваш мир в движение!

Технология IR-Fusion®: Ни одна проблема не останется за кадром

Надежные тепловизоры Ti25 и Ti10 помогут точно определить зону неисправности

- Простые в использовании тепловизоры Fluke Ti25 и Ti10 помогут выявить и решить проблемы, возникающие на производстве. С помощью запатентованной технологии IR-Fusion® Вы можете получить четкую термограмму в комбинации с обычным изображением и определить проблемные участки.
- Приборы отображают даже небольшую разницу температур на дисплее с высокой разрешающей способностью
- Проверены на прочность при падении с двухметровой высоты
- Встроенный диктофон позволяет добавлять комментарии к каждой термограмме (Ti25)
- Сохраняют более 1 200 термограмм по технологии IR-Fusion® с температурными данными и голосовыми комментариями.
- Измеряют температуру до 350°С (Ti25)

Fluke. Мы приводим Ваш мир в движение!

Закажите Ti25 или Ti10 прямо сейчас! Найдите ближайших к Вам дистрибьюторов с помощью сайта www.fluke.ru. А также подпишитесь на рассылку новостей E-test-it! (выпуски 6 раз в год)

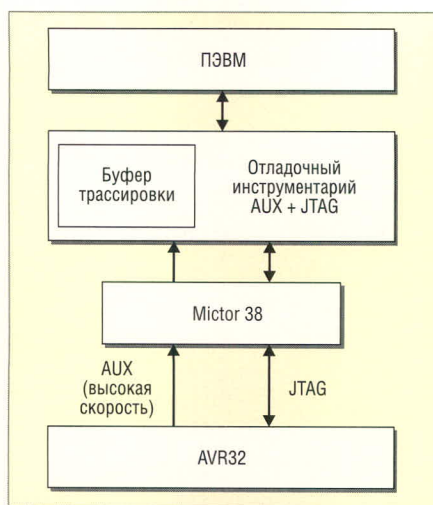


Рис. 13. Блок-схема подключения AUX+JTAG-отладчика к AT32UC3

вместо вывода во вспомогательный порт, что даёт возможность впоследствии извлечь их оттуда с помощью команды *JTAG MEMORY_ACCESS* и произвести, таким образом, трассировку с помощью JTAG-отладчика. Предварительно пользователь должен произвести запись в регистры MSU, чтобы сконфигурировать адрес и размер блока памяти, который задействуется для режима NanoTrace. Буфер NanoTrace может быть размещён в физическом адресном пространстве, включая внутреннюю и внешнюю оперативную память (с помощью интерфейса внешней шины EBI, если таковая имеется). При этом указанная область памяти не может использоваться приложением для хранения кода, выполняемого ЦПУ.

Использование вспомогательного порта AUX обеспечивает доступ к расширенному диапазону возможностей отладки. Главная из них – особенность трассировки, которая позволяет внешнему отладчику получать непрерывную информацию о выполнении программы в ЦПУ. Дополнительно к этому, наличие в порту AUX выводов «входное событие» и «выходное событие» позволяет синхронизировать внешние события с процессом выполнения программы.

Отладчик, использующий порт AUX, должен подключаться к МК через соответствующий стандарту Nexus разъём Mictor-38. Этот разъём включает сигналы JTAG и линию RESET_N, обеспечивая полный доступ к функциям отладки и программирования МК. Блок-схема подключения отладчика AUX+JTAG к микроконтроллеру показана на рисунке 13.

Функция трассировки разрешается путём записи в регистры OCD через JTAG; OCD извлекает информацию отладки из ЦПУ, сжимает её и форматирует в сообщения переменной длины, согласно стандарту Nexus. Сообщения буферизуются в 16-кадровой очереди и выводятся через порт AUX по одному кадру за один раз. В случае переполнения очереди передачи генерируются сообщения об ошибках, чтобы обозначить потерю данных. Аппаратный модуль очереди передачи может быть сконфигурирован на остановку ЦПУ, когда происходит переполнение, чтобы предотвратить потерю сообщений ценой большего времени выполнения программы.

Программная трассировка позволяет отладчику непрерывно контролировать выполнение программы в ЦПУ. Сообщения программной трассировки генерируются для каждого перехода в программе. Они содержат сжатую информацию, которая позволяет отладчику связывать сообщение с исходным текстом, идентифицировать команду перехода и целевой адрес.

Трассировка данных выводит сообщение всякий раз, когда определённая область памяти читается или записывается программой. Сообщение содержит информацию о типе (чтение/запись) и размере доступа, а также адрес и данные местоположения в памяти, к которому производится обращение. Микроконтроллеры семейства AT32UC3 содержат два канала трассировки данных, каждый из которых управляется парой регистров OCD. Эти регистры задают диапазон адресов (или единственный адрес), в котором будет производиться генерация сообщений трассировки данных.

Программная трассировка и трассировка данных оперируют виртуальными адресами. Когда в качестве пользовательской программы ЦПУ выполняется операционная система, несколько процессов используют перекрывающиеся виртуальные сегменты памяти. Идентифицировать выключение каждого процесса позволяет трассировка монопольного использования. Когда операционная система активизирует какой-то процесс, это вызывает автоматическую запись номера идентификатора (ID) этого процесса в регистр OCD, генерирующий сообщение трассировки монопольного использования. Это позволяет отладчику переключать контекст для отслеживания после-

дующих сообщений о выполнении программы и данных. Как использовать указанную особенность, зависит от программы, выполняющейся в ЦПУ.

Аппаратные модули точек останова по определению предназначены для генерации точек останова для программы и данных. Однако точки останова могут также использоваться для генерации сообщения о срабатывании контрольных точек, позволяя отладчику производить мониторинг программы и данных без остановки ЦПУ. Контрольные точки можно разрешить независимо от точек останова. Модули трассировки данных могут быть сконфигурированы таким образом, чтобы генерировать сообщения при срабатывании контрольных точек вместо сообщений трассировки данных.

Качественный программный анализ (проверка качества программы) SQA решает две важные задачи, обусловленные выполнением встроенной программы:

- охват кода вовлекает в идентификацию непроверенные части встроенного кода в рамках выполнения тестовых процедур и, таким образом, позволяет улучшить качество результирующего программного обеспечения;
- анализ выполнения позволяет разработчику точно определять время, потраченное на выполнение различных частей кода, выявляя критические участки, которые в дальнейшем могут быть оптимизированы.

Чтобы выполнить эти задачи, может использоваться программная трассировка. Однако традиционная программная трассировка не позволяет восстановить текущее значение программного счётчика (PC) без синхронизации информации трассировки с исходным текстом, которая не может быть сделана «на лету». Это ограничивает возможности программной трассировки относительно коротким интервалом времени, определённым размером трассировочного буфера в отладчике. Система OCD в МК типа AT32UC3 дополняет возможности программной трассировки возможностями программной трассировки монопольного использования. Система OCD в МК типа AT32UC3 дополняет возможности программной трассировки возможностями программной трассировки монопольного использования. Это позволяет отладчику восстанавливать значение PC «на лету».

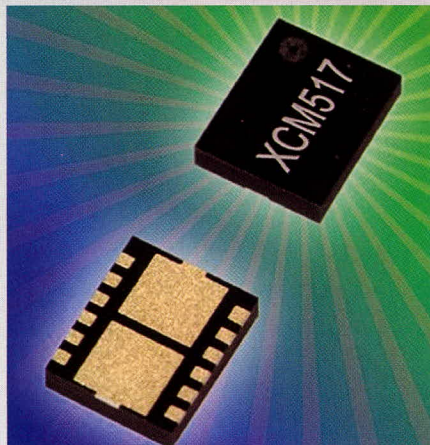
Для получения более подробной информации о модулях тестирования и отладки архитектуры AVR32 рекомендуется обратиться к [1–3].

Продолжение следует

Новости мира News of the World Новости мира

ИС шифраторов для магнитных линейных систем измерения в позиционных системах управления

Фирма Austriamicrosystems расширяет свой ассортимент магнитных датчиков двумя линейными ИС AS5304 и AS5306 с интегрированными датчиками Холла. Чипы рассчитаны специально на измерение линейного или вращательного перемещения. За счёт так называемой Start & Play-функции обеспечивается немедленная готовность к работе сразу после включения питания без калибровки или конфигурации. Подобно оптическим датчикам, AS5304 и AS5306 выдают квадратурные сигналы приращений со 160 шагами на одну пару магнитных полюсов, а также отдельный импульс индекса для каждой пары полюсов.

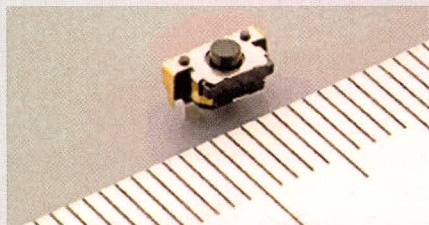


телю выбор между ШИМ и автоматическим ШИМ/ЧИМ-контролем. В автоматическом режиме ШИМ/ЧИМ-контроля XCM517 характеризуется пульсациями менее 10 мВ во всём диапазоне измерения и КПД 92% (тип.).

torex-europe.com

Двухступенчатые тактильные коммутаторы с боковой кнопкой

Для использования в таких переносных электронных устройствах, как мобильные телефоны с камерами, цифровые фотокамеры, цифровые видеокамеры и т.п., фирма Alps разработала двухступенчатые коммутаторы серии SKSE. Элементы с боковой кнопкой имеют размеры 2,87 × 5,90 × 3,00 мм. Они рассчитаны на коммутацию токов 50 мА

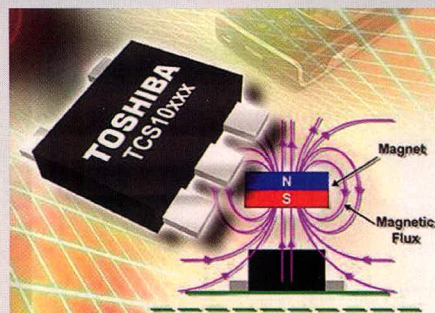


при максимальном напряжении 12 В и требуют усилия срабатывания 0,8 Н (первая ступень нажатия) или 1,8 Н (вторая ступень нажатия). Срок службы задан в спецификации в размере 100 000 циклов коммутации. Другими техническими параметрами являются ход контакта включения 0,15 мм и соответственно 0,25 мм и начальное кантатное сопротивление не более 500 мОм.

www3.alps.com

Миниатюрные магнитные сенсоры

Компания Toshiba Electronics Europe представляет ряд миниатюрных магнитных сенсоров с цифровым выходом. Серия TCS10xxx пригодна для бесконтакт-



ной коммутации и распознавания открытого/закрытого состояния. Элементы семейства имеются в исполнении Single- или Dual-. Single-версия распознает либо северный, либо южный полюс магнита; Dual-версия распознает обе магнитные полярности. Каждый сенсор поставляется в корпусе UFV с габаритами 2,0 × 2,1 × 0,7 мм. Сенсоры работают от импульсного тока вместо непрерывного тока, что снижает среднее потребление электроэнергии до 5,5 мкА. Типичная магнитная плотность потока для точки включения (BON) и точки выключения (BOFF) составляет соответственно 1,8 или 0,8 мТ.

toshiba-components.com

ПАВ-резонаторы для ISM-диапазона

Фирмой Murata предлагаются ПАВ-резонаторы для устройств SRDs (Short Range Devices) диапазонов ISM300 и ISM400. Допуск ±50 ppm позволяет ПАВ-резонаторам серии SARCC выполнять требования новейшего стандарта по отклонению частоты ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Температурный коэффициент составляет 0,016 ppm/°C (тип.). Резонансные потери равны 1,5 дБ (макс.). Серия предлагается с допусками ±50 кГц, или ±50 ppm. Резонаторы могут иметь два исполнения. Элементы с индексом KX разработаны для потребительской электроники и могут использоваться также в определённых автомобильных приложениях (например, в системах бесключевого допуска).

Изделия с индексом TX в названии могут без ограничений использоваться в автомобильной промышленности согласно AEQ-Q200 и предназначены, например, для таких приложений, как системы контроля давления в шинах (Tire Pressure Monitoring Systems – TPMS). Семейство продуктов предлагается в шестиконтактном керамическом корпусе промышленного стандарта размером 3 × 3 мм и является обратно совместимым.

murata.eu



По этим сигналам после достижения известной опорной позиции может быть рассчитано также абсолютное положение системы. Разрешение AS5304 составляет 25 мкм, а AS5306 15 мкм. В качестве датчика измерений служит многополюсная магнитная полоса с длиной полюсов 1,2 мм или 2,0 мм. Элементы предлагаются в 20-контактном корпусе TSSOP (5 × 5 мм) и рассчитаны на работу от 5 В в температурном диапазоне -40...+125°C.

austriamicrosystems.com

Сдвоенный повышающий DC/DC-преобразователь

Multi-Chip-модуль (MCM) серии XCM517 фирмы Torex Semiconductor имеет в одном корпусе USP-12B01 (2,8 × 2,3 × 0,6 мм) два синхронных повышающих DC/DC-преобразователя XC9235/XC9236. Интегральная схема работает от напряжения питания 2,7...6,0 В, а частота коммутации может быть выбрана в зависимости от требования приложения в пределах 1,2...3,0 МГц. Что касается режима работы, то модели XCM517xA и xB предлагаются с ШИМ-контролем, а модели XCM517xC и xD предоставляют пользова-

Введение в архитектуру Cortex-M3

(часть 3)

Печатается с разрешения журнала Chip News Украина (www.chipnews.com.ua)

Павел Вовк (г. Киев, Украина)

В предыдущих частях статьи подробно рассматривались основные составные части микроконтроллеров с архитектурой Cortex-M3 и их особенности, позволяющие использовать данные микроконтроллеры в широчайшем спектре применений – от простейших и самых дешёвых до сложных систем обработки информации в режиме реального времени, требующих высокой производительности. В данной части статьи мы рассмотрим одну из самых важных составляющих любой микроконтроллерной системы, а именно, память и способы её использования, реализованные в архитектуре Cortex-M3.

Поскольку стоимость памяти, реализованной на кристалле, составляет очень существенную часть стоимости всего микроконтроллера (по некоторым данным до 30...40%), то вполне естественно было бы обратить самое пристальное внимание на способы её экономичного использования. Именно эту цель преследовали разработчики компании ARM, когда внедряли систему команд Thumb-2 в архитектуру Cortex-M3 совместно с оригинальной шиной для повышения гибкости использования памяти путём повышения плотности кода и введения команд для работы с битами и битовыми полями.

Как уже говорилось в предыдущих частях статьи, система команд Thumb-2 является смесью оригинальных команд системы Thumb и новых 32-разрядных команд, подобных командам системы ARM, которые призваны обеспечить более высокую производительность. Шестнадцатиразрядные команды выравниваются в памяти и вычитываются по две за один такт, в то время как 32-разрядные команды вычитываются целиком за один такт в случае, если они

выровнены по границе слова. В противном случае, если они выровнены посередине слова, они вычитываются за максимальное время, равное двум тактам. Данная система хранения данных обеспечивает более гибкое использование памяти при существенно меньших задержках, чем у оригинальных ARM-микроконтроллеров с архитектурой ARM7.

Встроенная флэш-память программ уже давно стала стандартом де-факто в микроконтроллерах. Однако с ростом максимальных тактовых частот ядра наблюдается диссонанс между ядром и флэш-памятью именно в области максимальных тактовых частот. Дело в том, что физические свойства технологий производства флэш-памяти не позволяют ей оперировать на частотах более 30...40 МГц, и поэтому производители микроконтроллеров идут на некоторые ухищрения, которые позволяют пусть не полностью, но хотя бы частично снизить потери производительности системы из-за несовпадения максимальных тактовых частот ядра и флэш-памяти.

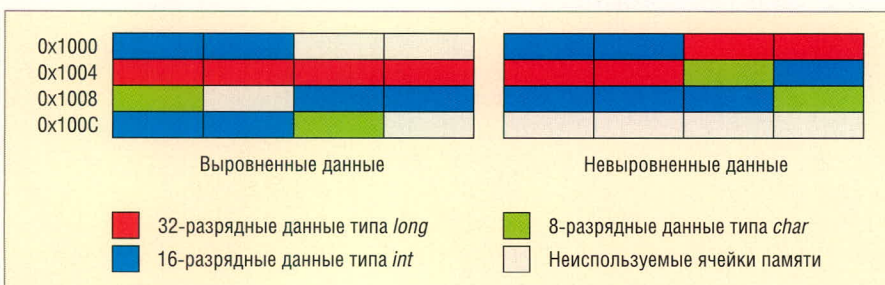
Такую задачу перед собой ставили и разработчики архитектуры Cortex-

M3. Для этого они разработали как новый интерфейс с памятью, так и новую систему команд, позволяющие вычитывать более чем одно 16-разрядное значение из памяти за один такт. Например, команды MOVW и MOVT работают с 16-разрядными константами более эффективно, так как данные доступны одновременно с командой, а не вычитываются последовательно, как в случае с традиционным пулом литералов.

Аналогичная задача стоит и перед оптимизацией работы с ОЗУ. Многие архитектуры используют массивы флагов в ОЗУ, организованные в байты или слова флагов. Классический способ работы с ними – вычитывание байта флагов, сложение этого байта с маской или изменение состояния одного из битов, запись байта по его адресу. В архитектуре Cortex-M3 работа с ОЗУ организована несколько проще и быстрее. Адресное пространство вплоть до 1 Мб отображается в 32 Мб адресов битов. В случае если изменяется бит в области с битовой адресацией, это изменение автоматически отображается по соответствующему адресу в области с байтовой адресацией. Такая схема работы существенно упрощает и ускоряет работу в случае многочисленных операций с битами.

Также применена новая технология расположения данных в ОЗУ, которая базируется на принципе хранения невыровненных данных, что очень существенно уменьшает требуемый объём ОЗУ для работы приложения. Проблема с неэффективным использованием ОЗУ связана с тем, что в программе часто используются разные типы данных (например, long, integer, char), имеющие разные разрядности. На рисунке визуально показана разница между традиционным способом хранения данных с разными разрядностями и способом, используемым в архитектуре Cortex-M3.

Отдельно стоит, хотя бы кратко, упомянуть ещё раз о полностью переработанной системе обработки пре-



Карта памяти процессоров с архитектурой Cortex-M3

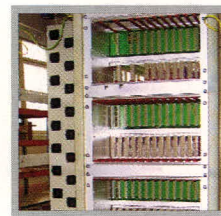
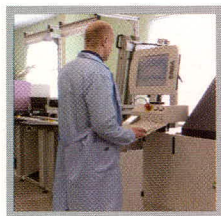
ФОРМУЛА УСПЕХА:

ИДЕИ ЗАКАЗЧИКА,

РЕАЛИЗАЦИЯ – ФАСТЕКО

КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ КАТЕГОРИИ СЛОЖНОСТИ

- **Приоритеты** — проектам полного цикла производства
- **Комплексные проекты:** от разработки опытного образца до выпуска серийных изделий
- **Лицензии и сертификаты** на производство электронного оборудования
- **Планирование поставок** готовых изделий по графикам заказчика



- Автоматизированный монтаж печатных плат любой сложности, все типы плат и компонентов.
- Корпусная сборка электронных узлов, крейтов, шкафов и блоков; сборка, тестирование и программирование промышленных компьютеров и контроллеров без ограничений в технологиях.
- Поставка печатных плат любой сложности, соответствие стандартам IPC и ГОСТ. Консультации, доработка.
- 100% комплектование электронными компонентами производственных программ. Регистрация проектов, долгосрочные программы, склад.
- 100% контроль качества: оптический и рентген-контроль, паспортизация изделий на всех этапах производства, служба контроля качества, ОТК.
- Изготовление лицевых приборных панелей, шильдов, деталей корпусов, радиаторов.
- Изготовление кабелей, жгутов.
- Дизайн-центр по разработке электронного оборудования: от модулей до программно-аппаратных комплексов.

рываний. В обычных микроконтроллерах ядро, в ущерб производительности всей системы, вынуждено самостоятельно поддерживать обработку прерываний и выполнять все функции, связанные с этим процессом. В микроконтроллерах с архитектурой Cortex-M3 ситуация совершенно иная: контроллер прерываний выделен в отдельный аппаратно реализованный узел, который обрабатывает прерывания с исключительно малым и при этом фиксированным временем задержки, снимая максимум нагрузки с ядра. За счёт этого время входа в прерывание по сравнению с классическими ARM-контроллерами уменьшилось за счёт независимого аппаратного сохранения и восстановления необходимых регистров и очень грамотной обработки ситуаций с последовательно сгенерированными прерываниями на очень существенные и приятные 70%.

Очень важной темой с бурным развитием разработки и производства портативных устройств стала экономичность микроконтроллеров. Микроконтроллеры с архитектурой ARM всегда «славились» своей относительной «прожорливостью», и с этим до сих пор приходится мириться. Однако, поскольку законы физики никто не отменял, в частности, пропорциональную зависимость потребляемой мощности от тактовой частоты, разработчикам микроконтроллеров

пришлось потрудиться для создания развитой системы управления тактированием как ядра, так и периферии. В микроконтроллерах с архитектурой Cortex-M3 практически все периферийные модули, не принимающие участия в реализации конкретной программы, могут быть индивидуально отключены от источника тактирования. Кроме этого, в микроконтроллерах на базе архитектуры Cortex-M3 добавлено несколько дополнительных режимов «сна», например, WFI (Wait For Interrupt) или WFE (Wait For Event), которые переводят микроконтроллер в режим глубокого «сна» до возникновения прерывания или события соответственно.

Но не только благодаря множеству энергосберегающих режимов можно достичь экономии потребляемой мощности. Ведь кроме высокоэкономичного режима «сна» есть ещё и активная фаза работы микроконтроллера, во время которой он потребляет максимум энергии в соответствии с вполне определёнными законами физики. Здесь может помочь, как это парадоксально ни звучит, только повышение производительности микроконтроллера, но ни в коем случае не за счёт тактовой частоты. Благодаря применению новой системы команд и повышению эффективности работы памяти, микроконтроллеры на базе архитектуры Cortex-M3 показывают впечатляющий прирост производи-

тельности, равный 1,25 DMIPS/МГц (в табл. 1 приведены сравнительные данные по производительности, приведённой к потреблению энергии, для различных серий ARM-микроконтроллеров).

И эта производительность позволяет либо быстрее выполнить поставленную задачу при той же тактовой частоте и таким образом уменьшить длительность активной фазы, либо выполнить ту же задачу за то же время, но со значительно меньшей тактовой частотой. Оба эти способа позволяют существенно уменьшить общее потребление энергии, а значит, улучшить эксплуатационные параметры конкретного устройства.

Микроконтроллеры с архитектурой Cortex-M3 стали значительным явлением на рынке ARM-микроконтроллеров. Ядро микроконтроллера, построенное на базе гарвардской архитектуры с использованием трёхуровневого конвейера, использует много новых решений, таких как предсказание переходов в командах ветвления, однотактное умножение и деление и многих других, и показывает впечатляющий уровень производительности, равный 1,25 DMIPS/МГц. Комбинация системы команд Thumb-2 и уникальных возможностей работы с невыровненными данными и битами позволяет смело говорить о том, что микроконтроллеры с архитектурой Cortex-M3 устанавливают стандарты производительности 32-разрядных архитектур наравне со стоимостью, сравнимой со стоимостью восьмиразрядных микроконтроллеров.

Гибкое управление интегрированными периферийными компонентами, быстрый процесс создания и отладки кода позволяют свести время разработки нового устройства до минимума. Для ресурсоёмких и высоконадёжных приложений незаменимым будет аппаратный контроллер вложенных прерываний, который обеспечивает чрезвычайно малое, а главное, фиксированное время входа в прерывание. При этом обеспечивается быстрая обработка последовательных и вложенных прерываний, которых может быть до 240. Для ответственных применений будет незаменим модуль распределения приоритетов и защиты памяти от несанкционированного доступа (MPU – Memory Protection Unit). И есть ещё много приятных «мелочей», которые в сово-

Таблица 1. Сравнение производительности, приведённой к потреблению энергии, различных серий ARM-микроконтроллеров

Параметр	CM3Core	Cortex-M3	ARM7TDMI-S (ARM)	ARM7TDMI-S (Thumb)
Потребление, мВт/МГц	0,19	0,24	0,28	0,28
Производительность, DMIPS/МГц	1,25	1,25	0,93	0,74
Соотношение производительности и энергопотребления, DMIPS/мВт	6,57	5,21	3,32	2,64

Таблица 2. Некоторые производители программных продуктов для ARM MCU Cortex-M3

Производитель	Продукты
Keil Software	Полный комплекс разработки и отладки программного кода, а также аппаратные средства программирования и отладки
IAR Systems	Полный программный комплекс разработки и отладки программного кода
CodeSourcery	Полнофункциональный комплекс разработки и отладки GNU G++
Rowley Associates	Полнофункциональный пакет разработки и отладки CrossWorks
FreeRTOS.org	Встраиваемые операционные системы реального времени RTOS
Pumpkin	RTOS
Express Logic	RTOS, TCP/IP-стеки, файловые системы, USB-стеки
Micrium	RTOS, TCP/IP-стеки, файловые системы, USB-стеки, библиотеки для работы с протоколами CAN и Modbus
CMX Systems	RTOS, TCP/IP-стеки, файловые системы, USB-стеки
SEGGER Microcontroller System	RTOS, GUI, файловые системы, USB-стеки, JTAG-эмуляторы
Interniche Technologies	RTOS, сетевые стеки и файловые системы

купности дают совсем не мелочный результат, позволяют смело утверждать, что архитектуру Cortex-M3 в микроконтроллерах общего применения ждёт очень большое и светлое будущее.

Немаловажной составляющей общей привлекательности архитектуры Cortex-M3 является широкая её поддержка ведущими производителями программного обеспечения. В частности, поддержку этой архитектуры ввели в свои продукты многие всемирно известные производители. В табл. 2 перечислены основные производители программных и программно-аппаратных комплексов для создания и отладки программного кода для микроконтроллеров с архитектурой Cortex-M3.

В заключение следует отметить, что на момент написания статьи число компаний, разрабатывающих микроконтроллеры на базе архитектуры Cortex всех серий, достигло 11 (среди них такие известные, как Actel, Altera, Samsung Electronics, Luminary Micro, а также STMicroelectronics). Две из них начали разработку микроконтроллеров на основе архитектуры Cortex-M3 (Samsung Electronics и Luminary Micro). Также о практически полной готовности к выходу линейки микроконтроллеров на базе архитектуры Cortex-M3 заявила компания STMicroelectronics. Фактическим и единоличным лидером в производстве микроконтроллеров на базе архитектуры Cortex-M3 на сегодня является компания Luminary Micro, выпустившая уже более 100 типов

микроконтроллеров на базе архитектуры Cortex-M3. Среди них есть как простейшие – с минимальным объемом флэш-памяти и ОЗУ, с тактовой частотой 20 МГц, с минимальным набором периферии, в корпусе SOIC28 и с минимальной ценой, – так и сложные – с максимальным объемом флэш-памяти 256 Кб и ОЗУ 64 Кб, со встроенными контроллерами Ethernet+PHY, CAN (в том числе и микроконтроллеры, содержащие оба эти контроллера на кристалле), декодерами сигналов квадратурных энкодеров, многоканальных ШИМ и прочими «вкусностями».

Подробный обзор продукции Luminary Micro будет дан в следующей части статьи.

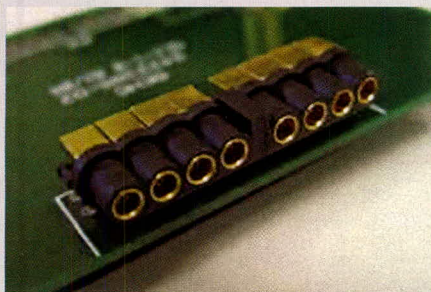
Продолжение следует



Новости мира News of the World Новости мира

Высокочастотные SSMCX-Multiport HF-соединители

Фирма Molex выходит на рынок с Multi-Port-SSMCX-соединителями. В соединителе интегрированы восемь коаксиальных разъёмов с шагом 3,00 мм.



Система предназначена для подключения кабелей к печатной плате и предлагается на выбор в исполнении с 4 или 8 разъёмами. Для монтажа в системе предусмотрен фиксирующий механизм, а также отверстия со стороны печатной платы, обеспечивающие применение штырей под пайку для дополнительной стабильности. Соединители для печатных плат предлагаются как в угловом (до 6 ГГц), так и в прямом исполнении (до 10 ГГц); есть вариант как для планарного монтажа, так и для запайки в печатную плату. Для приложений в медицинской технике имеются коаксиальные кабельные разъёмы SSMCX также и без применения магнитных материалов. Кабельный соединитель может поставляться как комплектный узел, так и в несмонтированном виде для монтажа самим заказчиком.

molex.com

Повышающие/понижающие импульсные стабилизаторы напряжения

Фирма Analog Devices представляет два стабилизатора напряжения. Импульсные стабилизаторы напряжения ADP2503 и ADP2504 базируются на Current-Mode Buck-Boost-архитектуре фирмы ADI, обеспечивающей, по заявлению производителя, переключение режимов без импульсов выбросов. Элементы имеют уровень тока покоя 38 мкА в режиме покоя. Импульсные стабилизаторы напряжения работают при входных напряжениях 2,3...5,5 В, выполняя тем самым требования, выставляемые к приложениям, питающимся от одного литий-ионного элемента или от нескольких щелочных или NiMH-элементов. Стабильные выходные напряжения находятся в диапазоне 2,8...5 В. Оба стабилизатора, ADP2503 и

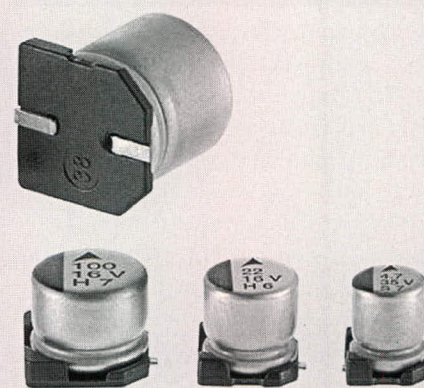


ADP2504, предлагаются сейчас в образцах в 10-контактном корпусе LFCSP размером 3 × 3 мм.

analog.com

Повышающие/понижающие импульсные стабилизаторы напряжения

Фирма Analog Devices представляет два стабилизатора напряжения. Импульсные стабилизаторы напряжения ADP2503 и ADP2504 базируются на



Current-Mode Buck-Boost-архитектуре фирмы ADI, обеспечивающей, по заявлению производителя, переключение режимов без импульсов выбросов. Элементы имеют уровень тока покоя 38 мкА в режиме покоя. Импульсные стабилизаторы напряжения работают при входных напряжениях 2,3...5,5 В, выполняя тем самым требования, выставляемые к приложениям, питающимся от одного литий-ионного элемента или от нескольких щелочных или NiMH-элементов. Стабильные выходные напряжения находятся в диапазоне 2,8...5 В. Оба стабилизатора, ADP2503 и ADP2504, предлагаются сейчас в образцах в 10-контактном корпусе LFCSP размером 3 × 3 мм.

epcos.de

Генераторы на основе цифровых микросхем

(часть 3)

Сергей Копылов, Дмитрий Николаев,
Геннадий Шишкин (Нижегородская обл.)

Предложены схемотехнические решения генераторов прямоугольных импульсов нового типа на основе управляемых коммутаторов состояний, обеспечивающих надёжное функционирование и устойчивость к воздействию внешних помех. Приведены формулы для расчёта периода повторения импульсов. Выполнен сравнительный анализ технических решений.

В известных схемах генераторов времязадающие элементы не только выполняют свою основную функцию формирования задержки в переключении усилительных элементов, но и обеспечивают их переключение. Задержка переключения обеспечивается цепями отрицательной связи по постоянной составляющей. Для надёжного переключения генераторов используются цепи положительной обратной связи по постоянной составляющей.

Следствием указанного совмещения функций является, с одной стороны, невозможность использования времязадающих элементов дифференцирующего типа, в которых отсутствует цепь связи по постоянной составляющей, и времязадающих элементов интегрирующего типа, в которых отсутствует цепь связи по переменной составляющей; с другой стороны – низкая помехоустойчивость генераторов, поскольку под воздействием внеш-

них помех возможно несанкционированное переключение. При этом в общем случае уменьшается длительность не только «поражённого» помехой полупериода, но и длительность следующего полупериода.

Возможность использования времязадающих элементов любого типа и одновременное обеспечение устойчивости генераторов к воздействию внешних помех достигается при построении их в соответствии со структурной схемой, показанной на рисунке 7 [9], в которой времязадающие элементы выполняют только свою основную функцию. Кроме того, эти элементы входят в состав устройства задержки переключения (УЗП), которое формирует в соответствующие моменты времени сигналы разрешения переключения управляемого коммутатора состояний (УКС).

Управляемый коммутатор состояний содержит усилительный элемент (УЭ), встроенный времязадающий элемент (ВЗЭ), устройство коммутации (УК) и имеет два режима работы. В режиме хранения информации (в отсутствие сигнала разрешения переключения) коммутатор состояний представляет собой помехоустойчивое триггерное устройство [10], в котором функцию пассивного запоминающего элемента выполняет встроенный времязадающий элемент.

В режиме переключения коммутатор состояний представляет собой генератор импульсов. При поступлении сигнала разрешения переключения на вход устройства комму-

тации начинается изменение состояния встроенного времязадающего элемента, и с определённой задержкой изменяется состояние усилительного элемента, вызывая окончание сигнала на выходе устройства задержки переключения и перевод коммутатора состояний в режим хранения информации.

Трансформацию схемы коммутатора состояний целесообразно выполнять путём коммутации цепей обратной связи по входу времязадающего элемента. В цепь обратной связи по постоянной составляющей в режиме хранения информации необходимо заводить сигналы положительной обратной связи, а в режиме переключения – сигналы отрицательной обратной связи. В цепь обратной связи по переменной составляющей в режиме хранения информации подаются сигналы отрицательной обратной связи, а в режиме переключения – сигналы положительной обратной связи.

Собственная частота коммутатора состояний ограничена сверху максимальной длительностью внешней помехи и задержкой в окончании сигнала разрешения переключения после изменения состояния усилительного элемента коммутатора состояний. Поэтому указанную задержку необходимо сводить к минимуму. Ограничение частоты коммутатора состояний снизу может быть обусловлено уменьшением габаритов встроенного времязадающего элемента и его влиянием на частоту выходных импульсов генератора.

Простая схема управляемого коммутатора состояний на основе КМОП логических элементов приведена на рисунке 8. Усилительный элемент выполнен в виде триггера Шмитта, устройство коммутации – в виде элемента «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ». Поскольку триггер Шмитта имеет встроенную цепь положительной обратной связи, времязада-

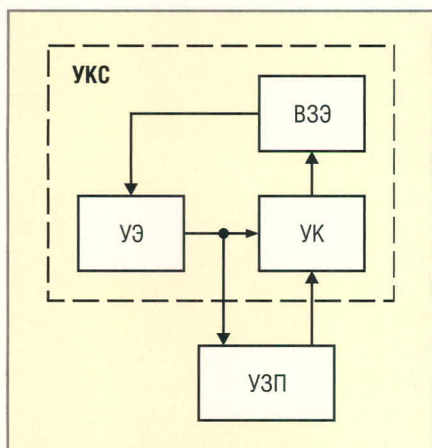


Рис. 7. Структурная схема генератора

ющий элемент обеспечивает только отрицательную обратную связь и выполнен в виде интегрирующей RCR-цепи, конденсатор которой защищён резистором R_3 от быстрого разряда при перерывах питания через диоды входных защитных цепей логических элементов. Собственная частота коммутатора состояний устанавливается сопротивлением R_p . В общем случае

$$R_p = \frac{R_0}{1+k}, \text{ а } R_3 = \frac{kR_0}{1+k}.$$

С увеличением k уменьшается допустимая длительность помехи по входу коммутатора состояний, но увеличивается допустимая длительность помехи по цепям питания. Максимальная допустимая длительность помехи по питанию обеспечивается при $k = 1$. Задержка переключения триггера Шмитта в состояние лог. 0 в составе коммутатора состояний

$$t_{30} = \frac{CR_0}{1+k} \ln \frac{E}{E - U_{cp}},$$

где U_{cp} – порог срабатывания триггера Шмитта, а задержка переключения в состояние лог. 1

$$t_{31} = \frac{CR_0}{1+k} \ln \frac{E}{U_{отп}},$$

где $U_{отп}$ – порог отпускания триггера Шмитта. В режиме хранения информации на входе данной схемы должен удерживаться сигнал лог. 1.

Примеры схемной реализации устройства задержки переключения с использованием времязадающих элементов на основе конденсаторов показаны на рисунке 9а – 9в. На рисунке 9а использован простой времязадающий элемент интегрирующего типа, обеспечивающий задержку как сигналов лог. 0, так и сигналов лог. 1, аналогично рисунку 8. Период повторения импульсов генератора при использовании данного устройства задержки переключения

$$T = \frac{CR_0}{1+k} \ln \frac{U_{cp}(E - U_{отп})}{U_{отп}(E - U_{cp})}.$$

Для КМОП-триггера Шмитта при напряжении питания $E = 10$ В, $U_{cp} = 6$ В, $U_{отп} = 3,6$ В [7]. При этом период повторения импульсов генератора составляет $T = 0,98CR_0$.

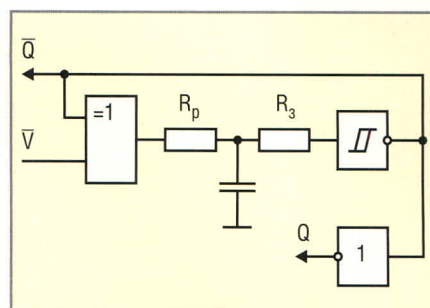


Рис. 8. Управляемый коммутатор состояний

В схеме, приведённой на рисунке 9б [11, 12], применён простой времязадающий элемент интегродифференцирующего типа, также обеспечивающий задержку сигналов лог. 0 и лог. 1. В данной схеме достигается увеличение времени задержки сигналов по сравнению со схемой рис. 9а за счёт перезаряда конденсатора. Время задержки определяется обоими резисторами R_{p1} и R_{p2} . При этом

$$R_{p1} = \frac{R_0}{1+k}, \text{ } R_{p2} = \frac{kR_0}{1+k}.$$

Период повторения импульсов генератора в данном случае описывается выражением:

mt xcutivs

cos.ntrprnurs.invstors.nginrs.buyrs.managrs.trndsttrs.visionaris.



$$T = \frac{CR_0}{1+k} \left[\frac{k}{1+k} \ln \left[\frac{k - (1+k)U'_n(1+2k) - (1+k)U'_n}{k^2} \right] + \ln \frac{1}{U'_n(1-U'_n)} \right],$$

где

$$U'_n = \frac{U_{\Pi}}{E}$$

– относительное значение порога переключения элемента «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ».

В приведённой выше формуле отсутствует значение напряжения питания, что свидетельствует о его слабом влиянии на период повторения импульсов. При среднем значении порога переключения логических элементов $U_{\Pi} = 0,5E$ максимальное значение периода повторения $T_{\max} = 1,57R_0$ достигается при оптимальном значении $k_{\text{опт}} = 0,11$. При отклонении порога переключения от среднего значения в диапазоне $(0,3...0,7)E$ период повторения увеличивается не более чем на 6%. В качестве недостатка схемы, приведённой на рисунке 9б, можно отметить импульсную «переполусовку» по входу элемента «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» выходным сигналом времязадающего элемента.

Особенностью логических элементов КМОП является большой технологический разброс порогов переключения. В представленном на рисунке 9б времязадающем элементе в течение одного полупериода генератора напряжение на выходе приближается к порогу переключения

от уровня лог. 0, а в течение второго полупериода – от уровня лог. 1. В этом случае изменение одного из полупериодов за счёт смещения порога переключения компенсируется изменением другого полупериода, что существенно снижает зависимость периода повторения от порога переключения.

При использовании в составе устройства задержки переключения двух времязадающих элементов дифференцирующего, интегрирующего или интегродифференцирующего типа, обеспечивающих задержку сигналов лог. 1 и быстрое восстановление состояния лог. 0, указанная компенсация отсутствует. Это определяет существенную зависимость периода повторения импульсов генератора от порогов переключения логических элементов и ограничивает применение указанных времязадающих элементов.

Устранение указанного недостатка достигается использованием двух несимметричных времязадающих элементов [13, 14], один из которых обеспечивает задержку сигнала лог. 1 и быстрое восстановление состояния лог. 0, а второй – задержку сигнала лог. 0 и быстрое восстановление состояния лог. 1. При этом существует возможность совмещения времязадающих элементов интегрирующего и интегродифференцирующего типа.

Пример схемной реализации устройства задержки переключения с использованием соответствующего

времязадающего элемента интегрирующего типа показан на рисунке 9в. Время задержки сигналов определяется сопротивлением $R_p = R_0$. Сопротивления R_{B1} и R_{B2} обеспечивают быстрое восстановление состояния конденсаторов, а их номиналы ограничены снизу допустимым выходным током логических элементов. При использовании КМОП логических элементов выполняется условие $R_B \ll R_0$, а пороги переключения по входам одного логического элемента практически равны. При этом период повторения импульсов генератора описывается выражением

$$T = CR_0 \ln \frac{1}{U'_n(1-U'_n)}.$$

При пороговом напряжении $U_{\Pi} = 0,5E$ период повторения импульсов составляет $T = 1,39CR_0$. При отклонении порога переключения период повторения может увеличиться примерно на 12%.

Необходимо отметить, что при совмещении коммутатора состояний (см. рис. 8) с устройством задержки переключения (см. рис. 9а или 9б) элементы «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ» не требуются.

В составе генераторов на основе управляемого коммутатора состояний могут использоваться также времязадающие элементы магнитного типа, в частности, на основе сердечников с прямоугольной петлёй гистерезиса. При этом обеспечивается надёжный запуск генераторов независимо от начального состояния сердечника.

Задержка входного сигнала в данных времязадающих элементах определяется временем перемагничивания сердечника. Для увеличения времени перемагничивания и уменьшения потребляемой мощности целесообразно применять времязадающие элементы в виде дросселя [15] при амплитуде формируемого импульса $U_m \leq 0,5E$ и в виде повышающего автотрансформатора [16, 17] при амплитуде импульса $U_m \geq 0,5E$. Оптимальный коэффициент трансформации

$$n_{\text{опт}} = \frac{2U_m}{E} \quad [18].$$

Длительность импульса на уровне порога переключения U_{Π} достигает максимального значения при $U_m = 1,5U_{\Pi}$.

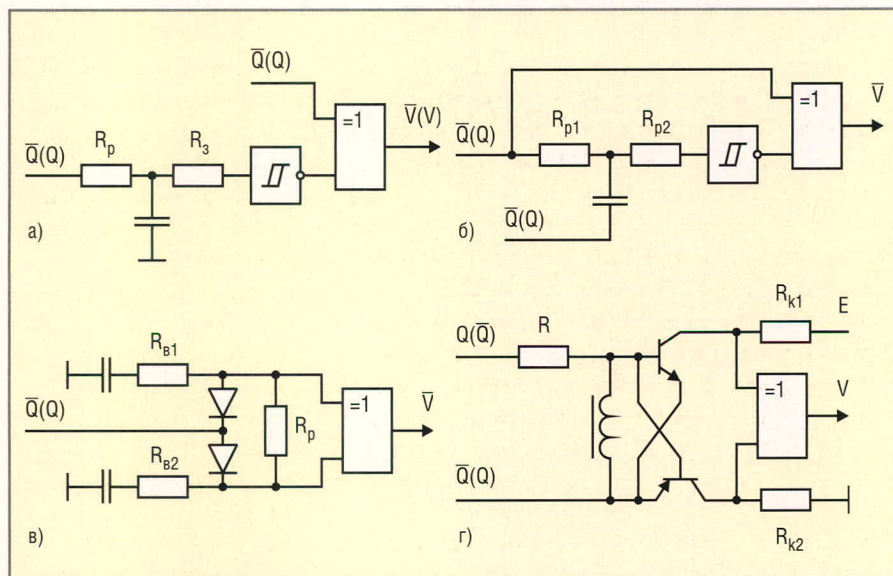


Рис. 9. Устройства задержки переключения с времязадающими элементами (а, б, в) электрического и (г, д) магнитного типа

Примеры схемной реализации соответствующего устройства задержки переключения показаны на рисунках 9г и 9д. На рисунке 9г использован времязадающий элемент в виде повышающего автотрансформатора, а на рисунке 9д – в виде дросселя [15].

Время перемагничивания сердечника повышающего автотрансформатора

$$t_{ав} = \frac{S_{w1}IRn^2 + 2B_rSW_0^2}{n(EW_0 - H_{01}IRn)},$$

где

$$R = \frac{r_{m1}SW_0^2(nE - U_m)}{n^2l(U_m + r_{m1}SH_{01}W_0)};$$

S_{w1} – постоянная перемагничивания (коэффициент переключения); B_r – остаточная магнитная индукция; H_{01} – пороговая напряжённость магнитного поля; r_{m1} – максимум приведённого динамического сопротивления; l – средняя длина магнитного пути в кольцевом сердечнике; S – площадь прямоугольного поперечного сечения кольцевого сердечника; W_0 – суммарное количество витков обмоток. Приведённые формулы соответствуют перемагничиванию в слабых полях.

Время перемагничивания сердечника дросселя

$$t_{др} = \frac{2B_rSW_0}{U_6},$$

где U_6 – падение напряжения на переходе база-эмиттер соответствующего транзистора. В данной схеме

$$R = \frac{r_{m1}SW_0^2(E - U_m)}{l(U_m + r_{m1}SH_{01}W_0)},$$

а $U_m = 1,5U_{6max}$.

Таким образом, генераторы с разделением функций задержки и переключения допускают использование любых времязадающих элементов и обладают повышенной надёжностью функционирования, стабильностью частоты и устойчивостью к воздействию внешних помех.

ЛИТЕРАТУРА

- Пат. 2237352 РФ, МКИ Н03К3/28. Мультивибратор. *Е.И. Рыжаков, Г.И. Шишкин*. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 27.
- Шишкин Г.И.* Обеспечение помехоустойчивости цифровых систем. ФГУП «РЯЦ-ВНИИЭФ», 2004.
- Пат. 2224355 РФ, МКИ Н03К3/023. Генератор импульсов. *Г.И. Крамков, Г.И. Шишкин*. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 5.
- Пат. 2234799 РФ, МКИ Н03К3/28. Генератор импульсов. *И.И. Дикарев, Е.И. Рыжаков, Г.И. Шишкин*. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 23.
- Пат. 2234800 РФ, МКИ Н03К3/28. Генератор импульсов. *И.И. Дикарев, Г.И. Шишкин*. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 23.
- Пат. 2236747 РФ, МКИ Н03К3/28. Генератор импульсов. *И.И. Дикарев, Г.И. Шишкин*. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 26.
- Пат. 2129331 РФ, МКИ Н03К3/30. Генератор импульсов. *Е.И. Рыжаков, Г.И. Шишкин*. Изобретения. 1999. № 11.
- Пат. 2234801 РФ, МКИ Н03К3/30. Генератор импульсов. *Г.И. Крамков, Г.И. Шишкин*. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 23.
- Пат. 2237355 РФ, МКИ Н03К3/30. Генератор импульсов. *Г.И. Крамков, Г.И. Шишкин*. Изобретения. Полезные модели. 2004. № 27.
- Николаев Д.Б., Шишкин Г.И.* Анализ запоминающих элементов магнитного типа. Прикладная физика. 2001. № 2. С. 46–50. ©



Регистрация online – Ваше преимущество: www.electronica.de/ticket

meet executives

ceos.entrepreneurs.investors.engineers.buyers.managers.trendsetters.visionaries.

get the whole picture

electronica – крупнейшее событие в сфере электроники. На выставке представлены: электронная аппаратура подвижных объектов, беспроводная связь, встраиваемые системы и микро/нано-технология. На этом международном форуме Вы можете вступить в прямой контакт с экспертами, руководителями и разработчиками этой отрасли. www.electronica.de

Посетите также сопутствующее мероприятие hybridica www.hybridica.de

Контакт: ООО Messe München MAWY, тел. (495) 725 61 65, messe-muenchen@mawy.de

electronica 2008
components | systems | applications

23-я ведущая всемирная выставка

Новая мюнхенская ярмарка
11 – 14 ноября 2008 г.

Реклама

Программируемые аналоговые ИС Anadigm: подключение и загрузка конфигурационных данных с внешней микросхемы памяти при статическом конфигурировании

(часть 1)

Александр Щерба (Москва)

В статье дается описание процесса инициализации ПАИС Anadigm, приведены различные варианты схем подключения внешней микросхемы памяти к ПАИС на примере SPI EPROM AT25080. Эта часть статьи посвящена работе с ПАИС второго поколения.

ВВЕДЕНИЕ

Программируемые аналоговые интегральные схемы (ПАИС) представляют собой микросхемы, выполненные на основе схем с переключением конденсаторов. Данные интегральные схемы используют замещение резисторов переключающимися конденсаторами [1]. Лидером в производстве ПАИС является компания Anadigm. Использование программируемых аналоговых интегральных схем позволяет создавать разнообразные аналоговые устройства меньшей стоимости и с меньшими габаритами. Для загрузки конфигурации в ПАИС используется внешняя микросхема памяти (ПЗУ). Программируемые аналоговые схемы Anadigm поддерживают загрузку конфигурационных данных с микросхем ПЗУ на основе синхронного последовательного интерфейса (Serial) и последовательного пери-

ферийного интерфейса (SPI). В статье приводятся схемы подключения ПАИС 2-го и 3-го поколения к внешней памяти на примере микросхем памяти SPI EPROM (см. таблицу) и описывается процесс загрузки конфигурации.

ЗАГРУЗКА КОНФИГУРАЦИОННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПАИС ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ СЕРИЙ AN12x/AN22x С ПОМОЩЬЮ ВНЕШНЕЙ SPI EPROM

Рассмотрим простейший случай загрузки конфигурации в одиночную ПАИС с использованием памяти SPI EPROM (рис. 1). В начальный момент времени после подачи питания на выводы ACLK, CFGFLGb и OCLK/SPIMEM логическое состояние выводов не определено, пока не сгенерируется внутренний импульс сброса и не переведёт их в исходное состояние; типовое время около 30 мс. Меньше чем через 10 мс стартует генератор и появляется тактовый сигнал на выводе ACLK, затем формируется внутренний сигнал сброса ПАИС PORb. Процесс инициализации ПАИС завершается появлением на выводе CFGFLGb «лог. 0» (активный уровень), который поступает на вход CSb SPI EPROM (рис. 2). Сигнал на

выводе CFGFLGb используется для инициализации SPI EPROM, которая требует отрицательного перепада на выводе выбора кристалла (Chip Select). Независимо от состояния вывода MODE, на выходе OUTCLK/SPIMEM формируется команда (16-разрядный стартовый адрес 0x0000), предназначенная SPI EPROM, которая переводит микросхему в режим считывания по выводу MOSI. После этого ПАИС готова к приёму конфигурационных данных на вывод DIN. Данные, проходящие на вход DIN, записываются в ОЗУ ПАИС по заднему фронту синхросигнала ACLK. По окончании загрузки конфигурации, на выводе LCCb устанавливается сигнал «лог. 0». После того как ПАИС завершит загрузку данных, вывод ACTIVATE перейдёт из состояния «лог. 0» в Z-состояние, с учётом подключённого к нему внутренне-го подтягивающего резистора к шине питания (внутренний подтягивающий резистор должен быть установлен программно) на нём установится сигнал «лог. 1», и с приходом очередного такта синхронизации загруженная конфигурация будет активирована.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЙ МИКРОСХЕМЫ ПАМЯТИ ДЛЯ ЗАГРУЗКИ КОНФИГУРАЦИОННЫХ ДАННЫХ В НЕСКОЛЬКО ПАИС ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ СЕРИЙ AN12x/AN22x

Для уменьшения стоимости и сокращения занимаемой площади на

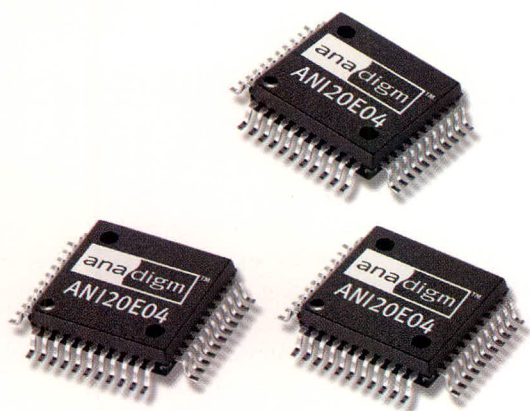
Рекомендованные микросхемы памяти SPI EPROM для ПАИС Anadigm AN12x/AN22x

Производитель	Наименование
Atmel	AT25080
Xicor	X5043
Microchip	25AA160
Fairchild	NM25C640

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ АНАЛОГОВЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ: ВСЬ СПЕКТР АНАЛОГОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОДНОМ КРИСТАЛЛЕ!

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА FPAА

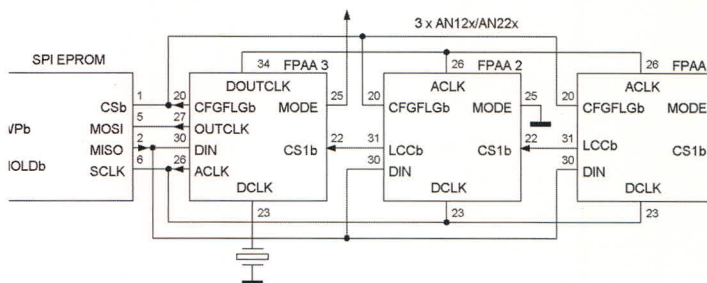
- Статическая и динамическая конфигурация структуры
- Однокристалльные системы аналоговой обработки
- Программное изменение характеристик системы
- Автоматически перестраиваемые и адаптируемые схемы
- Упрощение настройки и регулировки
- Увеличение жизненного цикла изделия
- Снижение стоимости
- Повышение надежности



Микросхемы FPAА Anadigm

На одном кристалле FPAА содержится:

- Дифференциальные компараторы
- Операционные и инструментальные усилители
- Инструментальные усилители
- Фильтры
- Источники образцового напряжения
- Усилители-ограничители
- Мультиплексор
- Выпрямители с ФНЧ
- Генераторы синусоидального сигнала
- Генераторы периодических сигналов специальной формы
- АЦП последовательного приближения
- Программируемые усилители

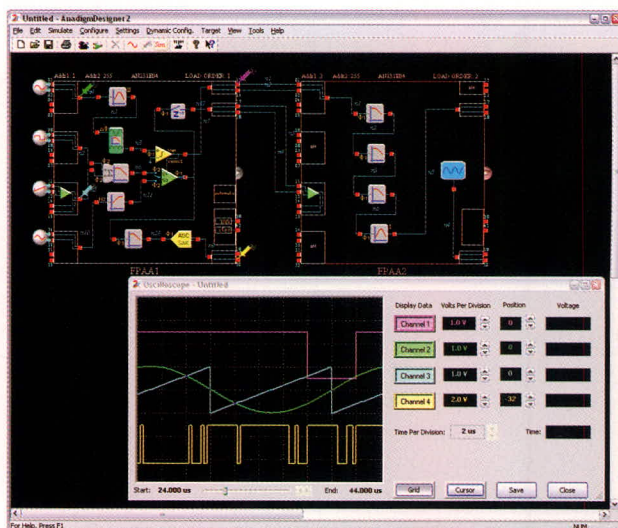


Отладочный комплект AN231K04-DVLP3

- Включает в себя: отладочную плату AN231K04, кабель RS-232, тех. документацию, САПР Anadigm Designer®2, открытую лицензию
- Стоимость – 249\$
- При покупке комплекта бесплатно предоставляется Руководство пользователя на русском языке
- Техническая поддержка и консультации

САПР Anadigm Designer®2

- Простой и интуитивно понятный интерфейс
- Четырехканальный виртуальный осциллограф
- Автоматическое формирование С-кода для управления с микропроцессора или микроконтроллера
- Автоматическое формирование конфигурационных данных



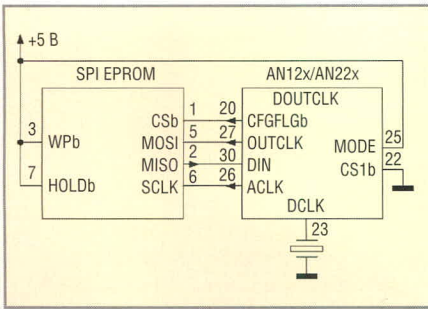


Рис. 1. Схема подключения SPI EPROM-памяти к микросхеме AN12x/AN22x

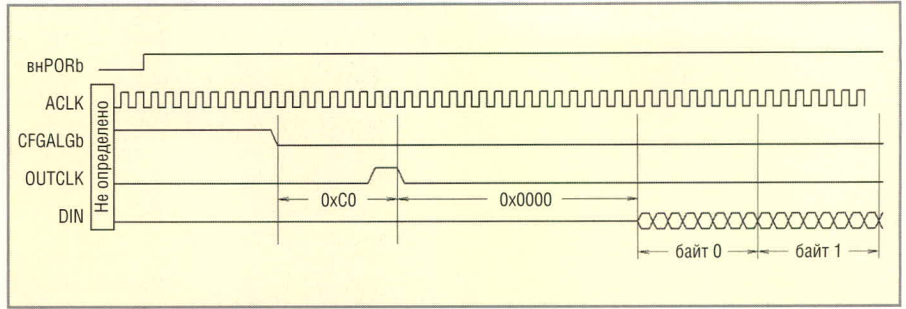


Рис. 2. Временная диаграмма инициализации и загрузки конфигурационных данных для ПАИС Anadigm AN12x/AN22x

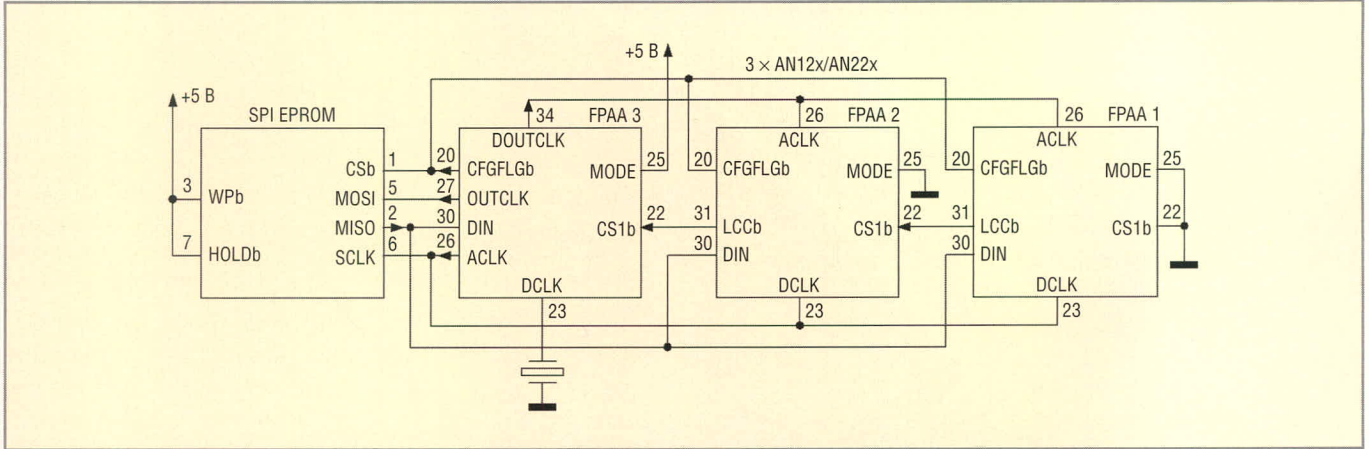


Рис. 3. Схема конфигурирования нескольких ПАИС серий AN12x/AN22x с помощью одной микросхемы SPI EPROM.

печатной плате при использовании несколько ПАИС возможен способ использования загрузки конфигурационных данных из одной микросхемы памяти. На рис. 3 представлен один из вариантов подключения трёх микросхем ПАИС к микросхеме памяти SPI EPROM (AT25080).

Особенностью подключения является последовательная загрузка конфигурационных данных во все микросхемы ПАИС в цепочке. На выводы CS1b и CS2b первой ПАИС (FPAА 1) в цепочке всегда подаётся «лог. 0», после включения питания она сразу же начинает процесс конфигурирования. Выводы CS1b следующих за первой ПАИС в цепочке соединены с выводами LCCb предыдущих микросхем, поэтому в момент загрузки первой ПАИС остальные микросхемы находятся в режиме ожидания, т.к. на их входах CS1b присутствует «лог. 1». После того как первая ПАИС закончит загрузку конфигурации, её выход LCCb перейдёт в состояние «лог. 0», разрешающего начало конфигурирования следующей за ней микросхеме FPAА2. Таким образом произойдёт последовательная загрузка

конфигурационных данных во все микросхемы ПАИС.

Микросхема FPAА3, работающая в режиме MODE=1, вырабатывает тактовый сигнал с помощью кварцевого резонатора, подключенного к выводу DCLK. Микросхемы FPAА2 и FPAА1, работающие в режиме MODE=0, настроены на приём внешнего тактового сигнала по выводу ACLK, который поступает от FPAА3 через буферизированный выход DOUTCLK. Последовательное соединение выводов ACLK (FPAА3) и DCLK (FPAА1 и FPAА2) позволяет конфигурировать микросхемы, используя один и тот же конфигурационный синхросигнал (тактовый сигнал DCLK FPAА3 деленный на 16).

При использовании схемы из нескольких ПАИС все выводы CFGFLGb должны быть соединены вместе. Наличие «лог. 0» на CFGFLGb свидетельствует о течении процесса конфигурирования, в то время как ноль на LCCb показывает на завершение этого процесса. После завершения конфигурирования вывод CFGFLGb освобождается (переходит в третье состояние), и на нём благодаря наличию внутреннего или внешнего

подтягивающего резистора присутствует сигнал «лог. 1». Внутренний подтягивающий резистор может быть установлен программно заданием значения соответствующего бита в byte конфигурации и будет мгновенно активирован после его загрузки в ПАИС.

При использовании более трёх микросхем ПАИС, дополнительные микросхемы должны подключаться аналогично второй ПАИС. Кроме того, при создании конфигурационных данных необходимо помнить, что до начала загрузки конфигурации во вторую и последующие ПАИС должно пройти несколько тактов синхросигнала, чтобы предыдущая микросхема цепочки успела завершить этот процесс. Среда разработки AnadigmDesigner2® автоматически обеспечивает добавление требуемых незначащих байтов в начале и в конце последовательности конфигурационных данных. Хотя первая микросхема не нуждается в последнем незначащем byte, он все равно присутствует как часть стандартной конфигурационной последовательности.



Продолжение следует

Новости мира News of the World Новости мира

Интегральным микросхемам исполнилось полвека

Пятьдесят лет назад, в сентябре 1958 г., Джек Килби продемонстрировал руководству Texas Instruments первый рабочий экземпляр интегральной схемы – на небольшом кристалле полупроводника инженеру удалось разместить несколько компонентов электронной схемы, таких как транзисторы, резисторы, конденсаторы и пр. Килби использовал в качестве полупроводникового материала кристалл германия, который сегодня не столь популярен, как кремний.

В то время наиболее популярной концепцией являлась идея отдельного изготовления каждого элемента схемы и их объединения на плате. Но еще в 1952 г. Джеффри Даммером было выдвинуто предположение о возможности изготовления схемы на едином кристалле, когда при формировании полупроводниковых слоёв с различным типом проводимости создаются основные компоненты схемы. Так, с помощью р–п-переходов формируются транзисторы с различными свойствами, ёмкость р–п-перехода позволяет формировать конденсаторы, а сопротивление материала – резисторы.

Таким образом, достижение Джека Килби заключается в практической реализации идей его английского коллеги, Джеффри Даммера, однако значение этого шага столь велико, что в 2000 г. Килби становится лауреатом Нобелевской премии, именно за его разработки конца 50-х годов.

Следующим значительным этапом развития интегральных микросхем стала демонстрация Робертом Нойсом (компания Fairchild Semiconductor) интегральной схемы на основе кремния. Вскоре, благодаря значительно меньшим токам утечки, кремниевые полупроводниковые структуры практически полностью вытеснили германиевые схемы. Обе разработки, и Килби, и Нойса, были сделаны примерно в одно время, причём сотрудники обеих компаний, и Texas Instruments, и Fairchild Semiconductor, получили патенты на свои изобретения. Это стало причиной множества претензий двух компаний друг к другу, впрочем, завершившихся дружественным соглашением, по которому обе стороны имели право выдавать соответствующие лицензии третьим лицам.

Отметить столь знаменательное событие, каковым является разработка первой интегральной схемы, компания Texas Instruments решила открытием лаборатории, названной в честь Килби – Kilby Lab, которая должна стать центром генерации и

практической реализации новейших идей в области полупроводниковой электроники.

eetimes.com

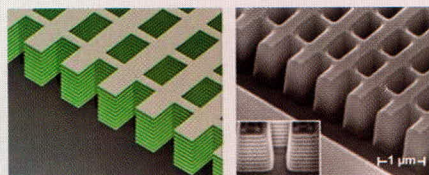
Невидимость стала ещё на шаг ближе

Учёные Университета Калифорнии впервые создали материал, способный изменить направление распространения видимого и ближнего инфракрасного света. Эта разработка может заложить основу для повышения разрешения оптического изображения, наносхем высокопроизводительных компьютеров и создания устройств, обещающих невидимость.

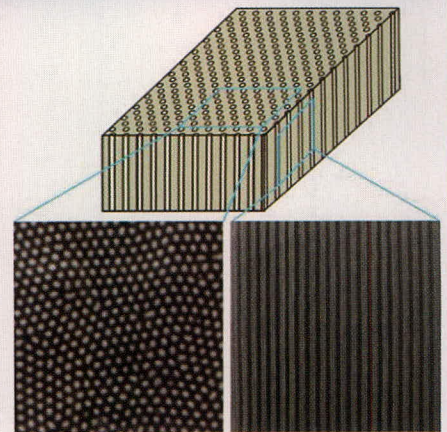
Одна технология использует металлические слои наносетки. Другая – серебряные нанонити. Применение разработанных метаматериалов позволяет изменить обычное распространение света, заставляя обходить электромагнитную волну вокруг объекта. Причина такого поведения заключается в отрицательном коэффициенте преломления. Все материалы природного происхождения имеют положительное преломление. Например, если при положительном коэффициенте преломления мы видим, глядя на водоём, как рыба плавает в воде, то при отрицательном создается впечатление, что та же рыба находится над водной гладью.

Уже сообщалось, что некоторым учёным удалось создать метаматериалы, работающие на оптических частотах, но эти двумерные материалы ограничены однослойной структурой из искусственных атомов, чьи свойства преломления не могут быть определены, а трёхмерные материалы с отрицательным преломлением способны работать лишь с длинными микроволнами. Причём предыдущие метаматериалы были основаны на физике резонанса, для достижения отрицательного преломления их необходимо было заставить вибрировать на определённой частоте.

Человек видит окружающий мир через диапазон электромагнитного излучения, называемый видимым светом, с длинами волн 400...700 нм. Для достижения отрицательного преломления необходимо иметь размеры меньше длины рассматриваемой электромагнитной волны. По-



этому неудивительно, что в микроволнах, длины которых составляют 1...300 мм, это уже достигнуто.



Исследователи уложили вместе чередующиеся слои серебра и непроводящего фторида магния. В итоге на коротких волнах (1500 нм, ближний инфракрасный диапазон) учёным удалось достичь негативного преломления. Другая группа использовала оксидную матрицу для выращивания серебряных нанонитей в пористом оксиде алюминия. Расстояние между нитями задано меньшим длины волны света в видимом спектре.

Конфигурация вертикальных нанонитей, которые выстроены параллельно, предназначена только для взаимодействия с электрическим полем световых волн. Магнитное поле, которое колеблется в перпендикулярной плоскости, фактически не влияет на нанонити, значительно сокращая потери энергии.

Таким образом, оба материала достигают отрицательного коэффициента преломления путём минимизации энергии, потерянной при прохождении света через образец. В случае с наносеткой жёстко связанные наночастицы пропускают свет и уменьшают потери при прохождении через металлические слои. Исследователям впервые удалось наблюдать отрицательное преломление волн длиной 660 нм, соответствующей красному цвету.

Инновация заключается в том, что отрицательное преломление достигается без технических приёмов. Это преимущество позволит значительно повысить эффективность антенн путём снижения помех. Отрицательный коэффициент преломления также может обратить вспять доплеровский эффект. Однако, несмотря на появившуюся возможность использования отрицательного коэффициента преломления в широком диапазоне волн, до появления плащей-невидимок ещё далеко, поскольку эти метаматериалы изготовлены из металла и очень хрупки и организация крупномасштабного производства также является проблемой. Притом это всё равно большой шаг вперед.

physorg.com

Беспроводные решения фирмы AeroComm

Дарья Зверева, Андрей Лахно (Москва)

В статье рассматривается продукция фирмы AeroComm, приводятся её технические характеристики и области применения. Более подробно описаны модули ZigBee.

На сегодняшний день, благодаря значительным изменениям в сфере промышленных средств управления и сбора данных, всё большее применение находят беспроводные технологии.

Компания AeroComm, являющаяся подразделением Laird Technologies, представила свою линейку беспроводных модулей. Основой технологии является запатентованный дизайн FHSS, который даёт возможность интегратору оборудования приобретать готовые беспроводные решения и не производить самостоятельно высокочастотные устройства. Беспроводные модули компании AeroComm совмещают приёмник и передатчик в одном модуле, который осуществляет обмен информацией по радиочастотному каналу.

Применение беспроводных технологий позволяет:

- снизить стоимость установки и модернизации оборудования за счёт отказа от традиционных проводных технологий;
 - изолировать чувствительное оборудование и уменьшить риск выхода его из строя из-за резких скачков напряжения или разрыва кабеля.
- Преимущества беспроводных технологий фирмы AeroComm:
- работа в условиях высокочастотных помех (благодаря скачкообразно изменяющейся частоте);
 - высокая скорость передачи данных;
 - низкая потребляемая мощность;
 - возможность работы от батарей, срок службы которых составляет до 5 лет;
 - небольшие габариты;
 - стандартные промышленные интерфейсы (TTL асинхронная последовательная передача данных);
 - эффективная передача данных по радиоканалу на расстояние до 150 м в

закрытых помещениях и на 1,5...2 км в условиях прямой видимости;

- повышенная степень защиты передаваемой информации (благодаря наличию уникальных ID-номеров и MAC-адресов);
- быстрая и удобная установка, низкие затраты при монтаже;
- мобильность персонала, обслуживающего различные системы;
- наличие собственной антенны, надёжно скрытой в корпусе или встроенной в печатную плату модуля;
- настраиваемые под клиента решения ZigBee.

Линейка продукции фирмы AeroComm включает:

- модули, работающие на частоте 2,4 ГГц (ZigBee), типа AC4424, ZB2430;
- модули, работающие на частоте 868 МГц, типа AC4868, AC4486;
- модули, работающие на частоте 900 МГц, типа AC4790, AC4790-1x1; AC4490, AC4490-1x1;
- модемы ZigBee серии Connex: ConnexLink, ConnexUSB, ConnexModem, ConnexNet.

Модули Zigbee представляют собой систему на кристалле (SoC).

Модуль ZB2430

Отличительные особенности:

- надёжная архитектура сети;
- небольшие габариты;
- 128 Кб флэш-памяти;
- регулируемая выходная мощность (0...100 мВт).

Протокол ZigBee разработан с учётом максимального энергосбережения и позволяет устройствам находиться в «спящем» режиме основную часть времени. С помощью программного обеспечения можно запрограммировать модуль на проверку обращений к нему через определённые промежутки времени, которые могут составлять от нескольких минут до нескольких часов.

Помимо приёмопередатчика, в модулях находится контроллер, который может выполнять функции маршрутизатора. Благодаря этому, множество ZigBee-устройств способны работать в общей радиосети – как в стандартной топологии типа «звезда», когда один маршрутизатор управляет всеми потоками данных, так и в смешанной топологии без единого маршрутизатора. При этом ZigBee-сети обладают способностью к «саморемонту»: при отключении отдельных узлов (например, при разряде батарей) прокладывается новый маршрут передачи информации.

Стандарт ZigBee допускает существование устройств трёх уровней сложности:

- высший: координатор способен управлять работой сетей разной топологии, хранить данные об их структуре (т.е. имеет достаточно флэш-памяти) и служить мостом в сети другого типа;
- средний: маршрутизатор способен принимать и передавать данные (в том числе и «чужие», по цепочке);
- низший: конечное устройство может только «переговариваться» с координатором.

Модуль ZB2430 основан на ИС компании Texas Instruments – лидера в технологиях IEEE 802.15.4 и ZigBee; данная ИС (CC2430) является одной из наиболее мощных ZigBee-решений на сегодняшний день. Модуль ZB2430 обеспечивает для интеграторов оборудования максимальную производительность при низком энергопотреблении, большую дальность и функциональность; ZB2430 идеально подходит для решений с ограниченной мощностью источника питания (см. табл. 1).

Модули ZigBee предлагаются в качестве координаторов, маршрутизаторов или конечных устройств. В стеке предусмотрены функции сканирования сети, автоматической конфигурации, динамической маршрутизации, обнаружения, безопасности и т.д. Кроме того, 128 Кб встроенной флэш-

памяти обеспечивают возможность реализации более крупных и сложных приложений.

CONNEXLINK

Устройства серии ConnexLink обеспечивают беспроводную связь на частотах 2.4ГГц и 900МГц между устройствами работающими с последовательными интерфейсами RS232 и RS485. Позволяет передавать данные со скоростью до 288 кбит/с на расстоянии до 32 Км (на открытой местности) (см. табл. 2).

Сфера применения:

- коммуникации;
- контроль промышленного оборудования в режиме реального времени, когда прокладка кабеля затруднена или невозможна;
- точки продаж: кассовые терминалы, оборудованные беспроводной технологией, позволяют минимизировать затраты на установку и монтаж. Примеры: портативные терминалы официантов, АЗС, киоски на спортивных мероприятиях и т.п.;
- электронные дисплеи. Беспроводной обмен информацией между пультом управления и табло. Примеры: дорожные и строительные знаки; биржевые табло, передающие котировки ценных бумаг; рекламные щиты и т.п.;
- автомобильный транспорт. Для управления парком компании – грузовиками, автобусами дальнего следования, легковыми автомобилями, грузовыми контейнерами, железнодорожными вагонами –

Таблица 1. Основные параметры модулей ZB2430

Параметры	ZB2430-D	ZB2430-Q
Тип монтажа	Поверхностный	Поверхностный
Диапазон частот, МГц	2400...2483,5	2400...2483,5
Максимальная выходная мощность, дБм	-20...2	10...20
Чувствительность, дБм	-94	-99
Радиус действия в помещении, м	40	200
Радиус действия на открытом пространстве, м	135	1600
Напряжение питания, В	3,0...3,5	3,0...3,5
Ток потребления: при передаче, мА при приеме, мА в режиме ожидания, мкА в режиме сна, мкА	25 27 ≤300 ≤1	140 27 ≤300 ≤1
Рабочий диапазон температур, °С	-40...85	-40...85
Габариты, мм	25,4 × 34,3 × 5,5	25,4 × 34,3 × 5,5
Антенна	Чип	U.FL или чип

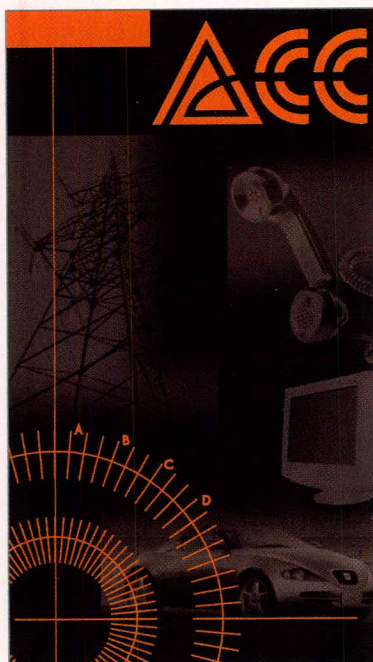
Таблица 2. Основные параметры модулей ConnexLink

Параметры	CL4424-100	CL4790-1000	CL4490-1000
Поддерживаемая архитектура сети	Сервер-клиент	Пиринговая (P2P)	Сервер-клиент
Интерфейс	RS232 или RS485	RS232 или RS485	RS232 или RS485
Диапазон частот, МГц	2402...2478	902-928	902-928
Тип модуляции	Частотная модуляция со скачкообразным изменением частоты		
Максимальная скорость передачи данных по интерфейсу, Кбит/с	115,2	115,2	115,2
Максимальная выходная мощность мВт	100 (нерегулируемая)	1000 (регулируемая)	1000 (регулируемая)
Чувствительность, дБм	-90	-99	-99
Радиус действия на открытом пространстве, км	3,2	32	32
Напряжение питания, В	7...18	7...18	7...18
Рабочий диапазон температур, °С	-40...+80	-40...+80	-40...+80
Размеры, мм	111 × 69 × 36	111 × 69 × 36	111 × 69 × 36
Антенна/разъем	Диполь/ RPSMA мама(папа)		

необходим обмен данными между транспортными средствами и базовой станцией. Такие данные могут включать в себя информацию о состоянии двигателя и возможных неисправностях, состоянии аккумулятора, надзоре за действи-

ями водителя (превышение скорости, маршрут следования, количество перевезенных пассажиров и т.п.),

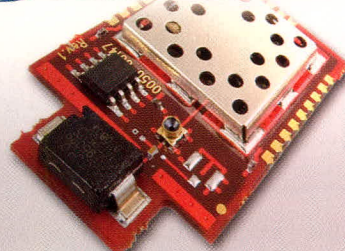
- коммунальное хозяйство: счётчики расхода воды, газа и электроэнергии.



АППАРАТУРА
СИСТЕМ СВЯЗИ
www.escltd.ru

**Беспроводные
модули
компании**

AEROCOMM



125363, РОССИЯ, МОСКВА
УЛ.ШТУРВАЛЬНАЯ, Д.3, СТР.1
ТЕЛ./ФАКС: (495) 492-40-31
925-50-12 (многоканальный)

Модули, работающие на частоте 2,4 ГГц (ZigBee)
AC4424
ZB2430

Модули, работающие на частоте 900 МГц
AC4790
AC4790-1x1
AC4490
AC4490-1x1

Модули, работающие на частоте 868 МГц
AC4868
AC4486

Модемы ZigBee серии Connex
ConnexLink
ConnexUSB
ConnexModem
ConnexNet



реклама

Встраиваемые интеллектуальные дисплеи для промышленного применения

Сергей Антонов (Москва)

Кроме экрана подходящего формата, современный встраиваемый дисплей обладает широким набором дополнительных возможностей. Сегодня мы говорим о них на примере интеллектуальных индикаторных модулей серий GU-600 и GU-3900 компании NORITAKE ITRON.

В № 4 «Современной электроники», выпущенном к выставке «ЭкспоЭлектроника-2008», мы говорили о выборе дисплея в зависимости от характера выводимых оператору сообщений и условий работы оборудования. В первую очередь необходимо определить оптимальную информационную ёмкость дисплея и расстояние от оператора до экрана. Далее следует убедиться в способности дисплея выдержать климатические условия и механические воздействия, при которых будет эксплуатироваться разрабатываемое изделие, определить требования по надёжности и ресурсу, а также электромагнитной совместимости различных компонентов системы. Не исключено, что заданные условия применения и хранения, несмотря на широчайшее разнообразие современной электронной элементной базы, заставят разработчика принимать дополнительные меры к обеспечению работоспособности создаваемого устройства. Особенно чувстви-

тельны к внешним воздействиям дисплеи. Однако и среди них есть изделия, способные успешно работать в жёстких условиях. Так, VFD-дисплеи NORITAKE ITRON обеспечивают качественное изображение в расширенном диапазоне температур $-40...+85^{\circ}\text{C}$ без ухудшения яркости, контраста и времени отклика. Это позволяет рассматривать их как подходящий вариант для создания встраиваемых систем промышленного назначения.

В ряде случаев оптимальным для промышленного оборудования является дисплей небольшой информационной ёмкости, поскольку оператору предназначены сообщения, отображаемые в виде текста и несложной графики. Безусловно, при этом дисплей должен обеспечивать высокие эргономические показатели. Физические размеры дисплея могут различаться в значительных пределах, от миниатюрных индикаторов до приборов общего пользования.

Как правило, для каждого сегмента промышленности, а в некоторых случаях даже для отдельного объекта, разработчикам приходится создавать уникальные решения. Поэтому для создания систем промышленного назначения привлекаются специалисты высокой квалификации, от которых требуется большая гибкость и скорость ответа на потребности рынка. Разработчики заняты созданием целевого ноу-хау, поэтому решение задачи вывода сообщений оператору не должно занимать много времени в процессе разработки, а управление дисплеем должно загружать минимум вычислительных ресурсов системы.

Для выполнения этих требований компанией NORITAKE ITRON созданы серии интеллектуальных индикаторных модулей GU-600 и GU-3900.

Давайте обратимся к обзору форматов индикаторов и дополнительных функций, приведённому в таблице. Дисплеи серий GU-600 и GU-3900 обладают широким набором дополнительных функций, необычных для других встраиваемых приборов отображения информации: флэш-памятью, дополнительным портом ввода/вывода, возможностью создания, хранения и выполнения макросов.

Макросы – это программы, выполняемые модулем без участия центрального процессора системы. Они позволяют вывести на экран необходимые сообщения – от простейших текстовых до анимационных роликов – и взаимодействовать с периферийными устройствами, подключёнными к дополнительному порту ввода/вывода. Стоит отметить, что модули серий GU-600 и GU-3900 позволяют выполнять макрос автоматически при включении питания. Флэш-память позволяет осуществить энергонезависимое хранение данных и макросов.

Дополнительный порт ввода/вывода предназначен для взаимодействия с периферийными устройствами: простыми клавиатурами, сигнальными светодиодами и т.п. датчиками и исполнительными устройствами.

Интеллектуальные индикаторные модули серий GU-600 и GU-3900 являются практически завершёнными микрокомпьютерами. Блок-схема интеллектуальных индикаторных модулей NORITAKE ITRON приведена на рис. 1. Мощные дополнительные возможности интеллектуальных дисплеев сочетаются с простотой выполнения базовых функций вывода визуальной информации. Модули серий GU-3900 и GU-600 воспринимают подаваемые через управляющий интерфейс байты в диапазоне 20h – FFh как текстовые символы и просто вы-

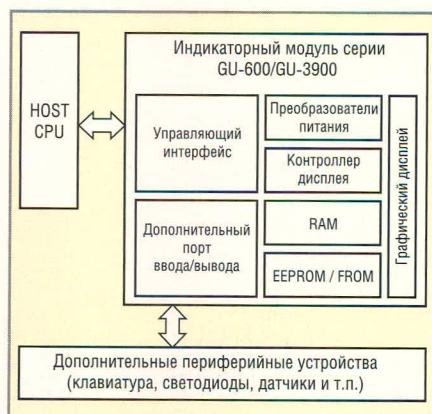


Рис. 1. Блок-схема интеллектуальных индикаторных модулей NORITAKE ITRON серий GU-600 и GU-3900

водят их на экран в соответствии с текущей позицией курсора. Это представляется весьма разумным, поскольку вывод текста необходим даже в приборе самой сложной конфигурации. По-видимому, вывод текстовой информации всегда будет одной из ключевых функций, которые реализуют приборы отображения информации, применяемые в измерительной технике, средствах промышленной автоматизации, бытовой технике и профессиональном оборудовании.

СЕРИЯ GU-600

Модули серии GU-600 построены на основе дисплеев с разрешением от 96 до 254 пикселей по горизонтали и от 8 до 64 пикселей по вертикали, что позволяет выводить достаточно сложные сообщения. Знакогенератор серии содержит шрифты форматов 5×5 ; 5×7 ; 10×14 и 7×15 пикселей. Модули серии GU-600 отличаются большим набором интерфейсов, среди которых параллельный, RS-232, RS-485, SPI, I²C, последовательный асинхронный.

Рассмотрим для примера новые индикаторные модули GU240X64D-K610A8 и GU240X64D-K612A8. Они выполнены в габарите 153×47 мм и имеют экран формата 240×64 мм с видимой областью размером $107,85 \times 26$ мм. Изображение модуля GU240X64D-K612A8 приведено на рис. 2. Разрешение 240×64 пиксела позволяет вывести до 8 строк по 40 символов при использовании шрифта форматом 5×7 пикселей. Модули снабжены параллельным интерфейсом и последовательными интерфейсами SPI, I²C, а также последовательным асинхронным интерфейсом в логических уровнях (GU240X64D-K610A8) и RS-232 (GU240X64D-K612A8).

Линии порта ввода/вывода можно индивидуально настраивать на ввод или вывод, а затем управлять состоянием линий, назначенных выходами, и опрашивать линии, назначенные входами. Эти возможности позволяют реализовать на основе индикаторного модуля простой операторский терминал, который способен организовать диалог с пользователем или взаимодействовать с периферией при минимальном участии центрального процессора.

Модуль воспринимает байты в диапазоне 20h – FFh как текстовые сим-

волы и выводит их на экран в соответствии с выбранной кодировкой. Кроме этого, имеются команды позиционирования курсора.

Для вывода графической информации предназначены: команды включения/выключения пиксела, заливки прямоугольной области, прорисовки контура прямоугольной области, инвертирования прямоугольной области, вывода последовательности данных. Механизм макрокоманд позволяет разработчику сохранить до 8 макросов, в том числе предназначенных для автоматического выполнения при включении питания.

СЕРИЯ GU-3900

В серии GU-3900 представлены индикаторные модули небольшого и среднего размера разрешением 256×32 ; 256×64 и 256×128 ; 320×32 .

Для разрешений 256×32 ; 256×64 и 256×128 имеется несколько версий модулей с различным физическим размером пиксела. Благодаря унификации управляющих схем и микропрограмм одни и те же схемотехнические и программные решения можно использовать для различных

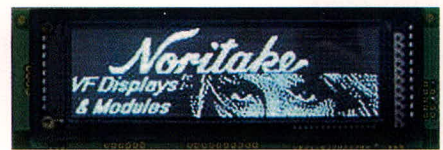


Рис. 2. Графический модуль GU240X64D-K612A8 (серия GU-600)

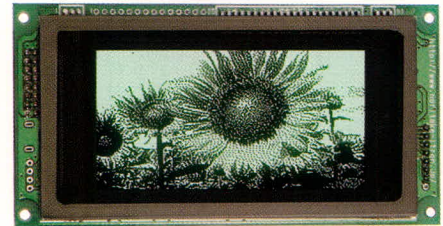


Рис. 3. Графический модуль GU256X128C-3900 (серия GU-3900)

модулей этой серии. Все модули серии GU-3900 русифицированы, имеют два управляющих интерфейса: RS-232 и параллельный. Внешний вид одного из популярных модулей серии GU-3900 – GU256X128C-3900 – приведён на рис. 3.

Кроме этого, в серии GU-3900 имеются крупноформатные модули разрешением 256×16 ; 512×32 и 384×32 , предназначенные для создания информационных табло. На рис. 4 пока-

Noritake itron[®]
С нами ярче!

Дисплеи NORITAKE ITRON




- Яркость
- Контраст
- Широкий угол обзора
- Расширенный диапазон рабочих температур



РосЭлектрон
РосЭлектронКомплект
(495) 775-8940
www.otobrazhenie.ru
info@roselectron.ru

Приглашаем на выставку «DISPLAY 2008»!
Наш стенд В20.
1 – 3 октября 2008, Экспоцентр (пав. 7), Москва

Реклама



Рис. 4. Графический модуль GU512X32H-3900 для информационных табло (серия GU-3900)

зан модуль GU512X32H-3900. Такие модули можно выделить в обособленную группу. Для использования в информационных табло предназначены также модули с большими экранами разрешением от 96×8 до 256×16 , снабжённые контроллером серии GU-600, например, модули разрешением 192×16 : GU192x16H-K611C5 и GU192x16H-K612C5, с интерфейсами RS-485 и RS-232 соответственно.

Вывод текста осуществляется с помощью встроенных шрифтов форматов 6×8 ; 8×16 и 16×32 пиксела. Знакогенератор содержит символы

ASCII, кириллицу, алфавиты европейских и азиатских языков. Кроме того, пользователь может загружать собственные шрифты во флэш-память или ОЗУ модуля.

Весьма полезной при работе с текстом является функция масштабирования. Она позволяет полностью использовать возможности дисплея для вывода текста.

На экране можно задать до четырёх окон, в которые независимо осуществляется вывод графики и текста.

Для работы с графической информацией существуют разнообраз-

ные возможности. Имеются команды для работы с растровыми данными, прорисовки линий и прямоугольников, заливки прямоугольных областей, инверсии изображения и т.д.

Механизм макрокоманд и возможности хранения данных в серии GU-3900 доведены до совершенства: Вы можете сохранить во встроенной флэш-памяти модуля целый ролик, который будет воспроизводиться при включении питания без участия внешнего управляющего процессора. Создание макросов осуществляется с помощью внутреннего языка программирования, который позволяет задавать переменные, выделять подпрограммы, осуществлять ветвление, управлять событиями.

Для управления периферией предназначен дополнительный порт ввода/вывода, он состоит из восьми универсальных линий ввода/вывода и четырёх линий ввода.

Стоит отметить возможность подключения нескольких модулей серии GU-3900 к одному порту управляющей системы благодаря возможности присвоения каждому модулю уникального адреса.

По сути модули GU-3900 являются микрокомпьютерами с развитым внутренним языком программирования. Разумеется, главной функцией индикаторного модуля является возможность вывода нужной информации с хорошим качеством изображения. Это фундаментальная основа применения индикаторных модулей серии GU-3900. С другой стороны, если вы используете эти модули в своих разработках, целесообразно подумать, какие из задач, выполняемых центральным процессором, можно было бы перевести на модуль GU-3900.

Если для решения задачи необходим малогабаритный дисплей, есть смысл применить модуль из серии GU-600. Прибор с более мощными информационными возможностями и более крупным экраном можно выбрать из серии GU-3900. Кроме того, серия GU-3900 имеет более совершенные механизмы макрокоманд и управления дополнительной периферией. В отдельную группу выделяются дисплеи большого размера, предназначенные для создания информационных табло.

Параметры интеллектуальных индикаторных модулей NORITAKE ITRON

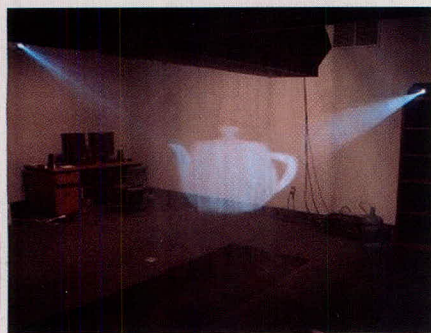
Разрешение	Физический размер экрана, мм	
	GU-600	GU-3900
64×16	$19,4 \times 4,75^*$	-
64×32	$19,6 \times 9,72^*$	-
98×8	$153,4 \times 12,55^{**}$	-
128×8	$85,0 \times 6,0$ $306,95 \times 25,35^{**}$	-
128×18	$83,0 \times 13,7$	-
128×32	$39,3 \times 9,72^*$ $57,45 \times 13,9$ $83,05 \times 20,6$	-
128×64	$57,45 \times 28,65$ $83,05 \times 41,45$	-
144×16	$57,45 \times 7,85$	-
144×40	$57,45 \times 15,85$	-
160×32	$71,85 \times 14,25$	-
160×64	$63,88 \times 25,48$	-
180×32	$79,05 \times 13,95$	-
240×64	$107,85 \times 26,65$	-
256×16	$306,95 \times 25,35^{**}$	$306,95 \times 25,35^{**}$
256×32	$115,0 \times 14,25$	$115,05 \times 14,25$
256×64	-	$83,08 \times 20,68$ $115 \times 28,65$ $140,65 \times 35$ $166 \times 41,4$
256×128	-	$83,08 \times 41,48$ $115,05 \times 57,45$ $140,65 \times 70,25$
320×32	-	$143,85 \times 14,25$
384×32	-	$468,21 \times 50,28^{**}$
512×32	-	$306,95 \times 25,35^{**}$
Интерфейсы	SPI, I ² C, асинхронный последовательный, RS-232, параллельный	Параллельный, RS-232, USB
Масштабирование шрифта	-	+
Окна пользователя	+	+
Загрузка пользовательских шрифтов	-	+
Флэш-память	+	+
Макросы	+	+
Дополнительный порт ввода / вывода	+	+
Кириллица	+	+
Диапазон рабочих температур, °C	-40 ... +85	-40 ... +85

*Миниатюрные модули с очень ярким дисплеем (3500 кд/м²)

**Дисплеи большого размера (информационные табло)

Виртуальный дисплей рисует трёхмерные картинки в воздухе

Возможно, в недалеком будущем люди, посещающие развлекательные центры, смогут не только ходить между летающими 3D-изображениями, но и манипулировать ими в воздухе. Один шаг к тому, чтобы это стало реальностью, сделали исследователи из университета Санта-Барбары. Они создали прототип трёхмерного виртуального экрана размером с комнату. Изображение создаётся прямо в воздухе при помощи проекторов и специальных экранов, проецирующих туман (FogScreen). Зритель может свободно расхаживать по комнате и видеть трёхмерное изображение из любой точки, для этого ему не нужно надевать специальные очки.



Суть технологии заключается в том, что один или несколько экранов проецируют тонкую пелену тумана, на которую сзади проецируется свет. В результате взаимодействия света и пелены тумана создаётся изображение, которое парит в воздухе. Для достижения трёхмерного эффекта одно и то же изображение визуализируется на двух частично перекрывающихся экранах с разной глубиной. При этом система наблюдает за положением головы зрителя и в реальном времени выравнивает 2D-изображения таким образом, что зритель постоянно видит трёхмерное изображение в том месте, где экраны накладываются друг на друга.

Представленный прототип пока что далёк от совершенства. Например, открытые в комнате двери или кондиционеры могут помешать увидеть трёхмерное изображение, к тому же могут возникнуть ошибки, связанные с отслеживанием положения головы зрителя. Но, несмотря на это, исследователи считают, что у их разработки большое будущее.

physorg.com

IBM: нанотрубка как источник света

Исследователи IBM представили метод электронного контроля спектра и повышения эффективности излучения нанотрубок (light-emitting nanotubes, LEN). Ранее были показаны кремниевые оптические волноводы и высокоэффективная электролюминесценция LEN, сравнимая с LED. Теперь LEN помещены внутрь оптического волновода для достижения направленной поверхностной эмиссии, селекции длины волны и высокой эффективности.

IBM достигла поверхностной эмиссии объединением полевого транзистора на нанотрубках с парой металлических зеркал. Нанотрубка располагается между зеркалами и лежит на кремниевом чипе. Нижнее зеркало выполнено из серебра, верхнее полупрозрачное зеркало – из золота. Свет излучается нанотрубкой в полость, которая заполнена прозрачным диэлектриком. Эмиссия ограничена оптической полостью с двумя зеркалами так, что свет формирует стоячую волну между зеркалами. Для формирования полостей используется литография, что приводит к значительному улучшению – ограничение спектра до 10% даёт повышение эффективности на 400%.

Нанотрубки имеют различные диаметры и, соответственно, ширину запрещённой зоны, что вызывает излучение света на разных частотах. Однако размещение нанотрубок в полости устраняет нежелательные частоты и решает проблему разности диаметров. IBM представила два метода световой эмиссии в нанотрубках. По первому методу в оба конца вводятся барьеры Шоттки, тогда на одном из них скапливаются электроны, а на другом – дырки. По другому методу вводят экситоны с одной стороны нанотрубки.

Компания также предложила теорию того, как часть энергии процесса люминесценции переходит в тепло, снижая эффективность LEN. С помощью электрического поля можно изменить электронную структуру нанотрубок таким образом, что теплота не будет выделяться, – говорят учёные.

Кроме повышения эффективности будущих устройств путём устранения выделения тепла исследователи планируют провести ряд опытов для выстраивания нанотрубок в сверхструктуру. Это позволит в будущем изготавливать LEN на кремниевых фотонных чипах.

eetimes.com

Прозрачные солнечные батареи вместо обычных окон

Японским Национальным институтом материаловедения (National Institute of Materials Science, NIMS) представлен прототип солнечных ячеек на основе нитрида бора (BN), прозрачных для видимого света. Учёные возлагают большие надежды на нитрид бора как материал для создания полупроводника с широкой запрещённой зоной и построения ультрафиолетовых лазеров и прозрачных транзисторов. Но до сих пор проблема заключалась в сложности введения в этот нитрид примеси, необходимой для получения полупроводника.

NIMS разработал собственный процесс введения примеси в тонкую плёнку нитрида бора высокой плотности для успешного получения BN/Si-гетеродиода. Прототипы солнечных ячеек, основанные на диоде, показали эффективность на уровне 2%. BN-полупроводник р-типа был получен введением кремния в качестве примеси, при этом синтезированный нитрид бора высокой плотности имеет решётку, напоминающую структуру алмаза (sp³-гибридизация).

По этому методу солнечная ячейка изготавливается из гетеродиода, который включает подложку из кремния (n-тип) и нитрид бора (p-тип), сформированный на подложке. Кроме того, микроконусы, покрывающие поверхность тонкой плёнки, способны повысить эффективность поглощения света, поскольку эти конусы снижают количество отражённого солнечного света, – говорят в институте.

NIMS планирует запустить солнечные ячейки на BN/Si-гетеродиодах в коммерческое производство; целевыми направлениями для этой разработки учёные называют беспилотные системы наблюдения и устройства, используемые в космосе, с повышенными показателями прочности, надёжности и устойчивости к агрессивной внешней среде. Также планируется разработка BN-полупроводника n-типа в дополнение к р-типу для создания гомогенного диода.

Использование BN-гомогенного диода даёт возможность разработать солнечные ячейки, прозрачные для видимого света. Это позволит, например, превратить в солнечную батарею окно в крыше автомобиля, солнцезащитные очки или окна здания.

techon.nikkeibp.co.jp

Вакуумно-люминесцентные дисплеи фирмы IEE

Виктор Жданкин (Москва)

В статье рассматриваются вакуумно-люминесцентные дисплеи компании Industrial Electronic Engineers (IEE), предназначенные для применения на наземных транспортных средствах, в приборах морской навигации, пультах систем управления технологическими процессами и в других приложениях. Вакуумно-люминесцентные дисплеи применяются там, где требуется повышенная ударная и вибрационная прочность, широкий интервал температур.

Сочетание внешнего вида, удобства применения и широкий ряд форматов сделали серию вакуумно-люминесцентных дисплеев (ВДД) Century™ отличным выбором на современном рынке. Фирма IEE является ведущим поставщиком ВДД на протяжении более 15 лет и выпустила за это время около 1 млн. ВДД для сотен заказчиков из различных отраслей промышленности. В настоящее время фирма IEE предлагает полнофункциональные точечно-матричные ВДД универсальной серии Century™. На рис. 1 представлен модельный ряд ВДД фирмы IEE.

Информационное поле содержит от 10 до 240 ярких, легко считываемых знакомест. Цвет свечения дисплеев сине-зелёный, но для получения разнообразных цветов свечения с помощью светофильтров можно выделить определённую часть спектра из широкой спектральной полосы. Большая часть модулей доступна с расширенным диапазоном рабочих температур и улучшенными параметрами, такими как наборы знакомест увеличенных размеров и загружаемые шрифты.

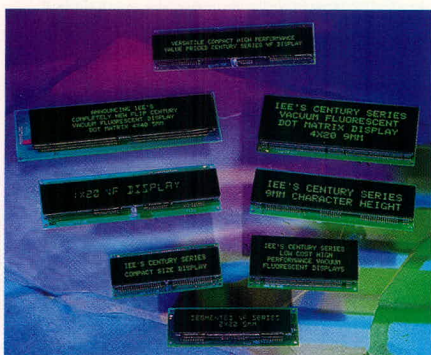


Рис. 1. Модельный ряд вакуумно-люминесцентных дисплеев фирмы IEE

Преимущества ВДД серии Century:

- встроенные последовательный (EIA-232) и параллельный восьмибитовый интерфейсы;
- стандартное программное обеспечение;
- совместимость с процессорами Intel или Motorola;
- аппаратные и программные средства самоконтроля;
- регулировка яркости, зоны и частоты мигания;
- наборы отображаемых символов: 96 знаков ASCII; 51 научный и специальный знак; европейский алфавит, катакана, кириллица, иврит;
- 10 определяемых пользователем загружаемых знаков.

В табл. 1 представлены параметры доступных в настоящее время моделей ВДД. Все модули имеют формат символа 5 × 7 точек. Представленные в таблице модели имеют диапазон рабочих температур -40...+80°C, а также версии с защитным покрытием печатной платы.

В ВДД для формирования знаков применяется знаковосинтезирующий способ, характеризующийся тем, что знаки формируются из более простых элементов отображения. Так, 14-сегментная полиграмма позволяет синтезировать буквы русского и латинского алфавита.

Синтез знаков из точечных элементов отображения обеспечивает большую гибкость. В пределах знакоместа точечные элементы отображения образуют матрицу знака. Число элементов отображения в матрице знаков выбирают, исходя из требования безошибочной и быстрой идентификации всех знаков алфавита. Так, на-

пример, матрица точечных элементов формата 5 × 7 отображения является практически минимально приемлемой для синтеза букв русского и латинского алфавитов и цифр. Необходимо отметить, что увеличение числа точек, например, до 9 × 13, к существенному улучшению восприятия не приводит.

Основные свойства вакуумно-люминесцентных дисплейных модулей:

- сопряжение с процессорами Intel или Motorola;
- эмуляция контроллера ЖК-дисплеев Hitachi 44780;
- параллельный восьмиразрядный или последовательный EIA-232C ввод данных при скорости двоичной передачи до 19,2 Кбод;
- напряжение питания 5 В;
- 100-% поверхностный монтаж компонентов;
- диапазон рабочих температур стандартных моделей -20...+70°C; доступны модели с расширенным температурным диапазоном -40...+85°C, и с защитным покрытием печатной платы;
- стойкость к вибрации: смещение 2 мм (от пика до пика), диапазон частот 10...50 Гц (по любой оси);
- стойкость к механическим ударным воздействиям 20 g (по любой оси);
- тестовые режимы аппаратных и программных средств.

Серия дисплеев Century с точечными элементами отображения является в наивысшей степени универсальной. Они предлагают уникальный аппаратный интерфейс для процессоров Intel и Motorola, выбираемый переключкой и не требующий внешних дополнительных схемных решений.

Программные средства осуществляют управление перемещением изображения по вертикали и горизонтали, яркостью свечения, скоростью мерцания и информационным полем (полукадрами), включая screen saver для затемнения или гашения дисплея, что продлевает ресурс лампы в применениях с посто-

янно включенным дисплеем. Низкопрофильная конструкция со 100-% поверхностным монтажом компонентов пригодна для установки дисплеев в ограниченном пространстве. Уникальное сочетание технических параметров дисплеев Century устанавливает новый промышленный стандарт для недорогих, высокоэффективных точечно-матричных вакуумно-люминесцентных дисплеев. Компания IEE предлагает дисплеи Century как стандартные компоненты и как части заказных сборок, разработанных по техническим заданиям заказчиков. Компактные многоцелевые недорогие дисплеи серии Century являются оптимальными для применения в измерительных приборах, станочных автоматизированных системах, медицинском оборудовании, кассовых аппаратах, системах безопасности, а также в системах сигнализации реактивных самолётов и лайнеров.

Вакуумно-люминесцентные дисплеи устроены как ламповые триоды и состоят из трёх электродов, заключенных в вакуумный стеклянный

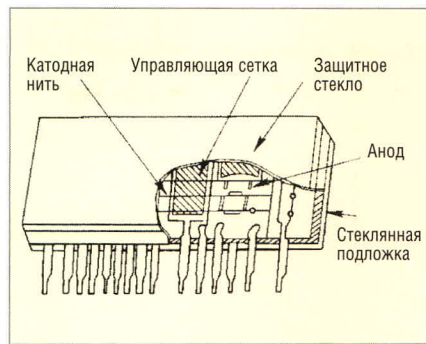


Рис. 2. Конструкция баллона вакуумно-люминесцентного индикатора (вид спереди)

баллон (рис. 2 и 3). Нити состоят из одного или более проводников небольшого диаметра, которые перекрывают всю длину поля экрана дисплея. Электроды управляющих сеток представляют собой набор ячеек металлических экранов, по одному для каждого знака. Аноды являются электродами с люминесцирующим покрытием, которые образуют индивидуально управляемые сегменты или точки.

Если управляющая сетка имеет положительный относительно катодной нити потенциал, то электроны, излу-

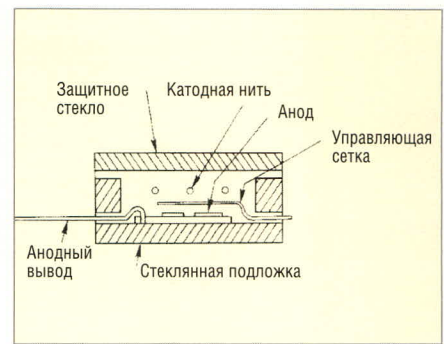


Рис. 3. Конструкция баллона вакуумно-люминесцентного индикатора (вид сбоку)

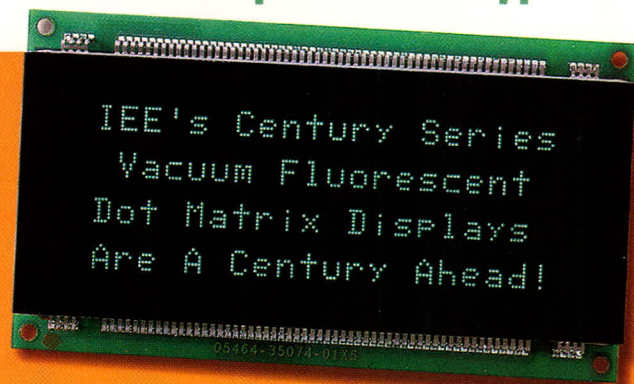
чаемые нитью, достигают анодов, вызывая свечение люминесцентного фосфорного покрытия. Различные знаки и другие символы формируются на экране дисплея посредством селективно включаемых управляющих сеток и анодов, соответствующих отдельным элементам знака.

Каждый ВЛД содержит встроенную электронику, которая обеспечивает стабилизацию напряжения, параллельный и последовательный интерфейс, интеллектуальное управление сигналами возбуждения анодов и управляющих сеток (рис. 4).

ВСЕГДА ВСЁ ВИДНО



АЛФАВИТНО-ЦИФРОВЫЕ ДИСПЛЕИ



- Яркость 600 кд/м²
- Угол обзора 150° (конусный)
- Поддержка кириллицы
- Встроенные контроллеры с последовательным и параллельным интерфейсом
- Высота символа 5 и 9 мм
- Температурный диапазон -40...+85°C

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ IEE В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT®

МОСКВА Телефон: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • E-mail: info@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон: (343) 376-2820 • Факс: (343) 376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
 САМАРА Телефон: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • E-mail: info@samara.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 НОВОСИБИРСК Телефон: (383) 202-0960; 335-7001; 335-7002 • E-mail: info@nsk.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 КИЕВ Телефон: (+380-44) 206-2343/2478/2496 • Факс: (+380-44) 206-2343 • E-mail: info@prosoft-ua.com • Web: www.prosoft.ru
 УФА Телефон: (347) 2925-216; 2925-217 • Факс: (347) 2925-218 • E-mail: info@ufa.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

реклама

Таблица 1. Вакуумно-люминесцентные дисплейные модули

Модель	Формат дисплея	Высота знакоместа, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Ток потребления, мА (макс.)
03613-100-05420	4 × 20	5	127	70,6	23,37	890
03613-105-05220	2 × 20	5	127	57,1	22,35	510
03613-122-09220	2 × 20	9	196,8	65,5	25,4	675
03613-124-09420	4 × 20	9	196,8	86,4	25,4	1300

Таблица 2. Фотометрические параметры ВЛД

Параметр	ВЛД Century™
Цвет	Сине-зелёный спектр (с помощью фильтров можно получить голубой, зелёный, серый или жёлтый цвет)
Высота знакоместа, мм	3,45...15
Количество знаков	10...240
Угол обзора, град	150, конический
Ресурс дисплея, ч (тип.)	40 000...100 000

Напряжение питания используется для цифровых электронных схем, оно модулируется для управления анодом и сеткой; переменное напряжение вырабатывается для возбуждения катода. Высокая эффективность

минимизирует требования к мощности и тепловыделение.

Микроконтроллер и программно-аппаратные средства обеспечивают выбор интерфейса посредством управляющих перемычек.

Микроконтроллер и сопряжённые программно-аппаратные средства генерируют соответствующие управляющие сигналы для анодов и сеток на основе информационного управляющего кода, поступающего с интерфейса ввода/вывода. Эти сигналы передаются на формирователи сигналов в последовательном формате, преобразуются в параллельный формат и используются для модуляции высокого управляющего напряжения, подаваемого к отдельным анодам и сеткам.

Высота знака, символьные поля, цвет свечения и угол наблюдения являются важными параметрами для выбора дисплейного модуля. В качестве основного эмпирического правила можно рекомендовать поправку на 1 мм высоты знака на каждые 30 см расстояния от наблюдателя до экрана. Выбор информационных полей определяется длиной сообщения и доступной площадью панели. С моделями ВЛД Century могут использоваться специальные фильтры, уменьшающие коэффициент отражения и увеличивающие контрастность. Специальные фильтры для ВЛД Century имеют широкий спектр цветов (нейтрально-серый, синий, цвет морской воды, жёлтый, зелёный, нейтрально-серый с круговой поляризацией, жёлтый с круговой поляризацией). ВЛД Century отличаются очень широкими симметричными углами обзора. Фотометрические параметры ВЛД приведены в табл. 2.

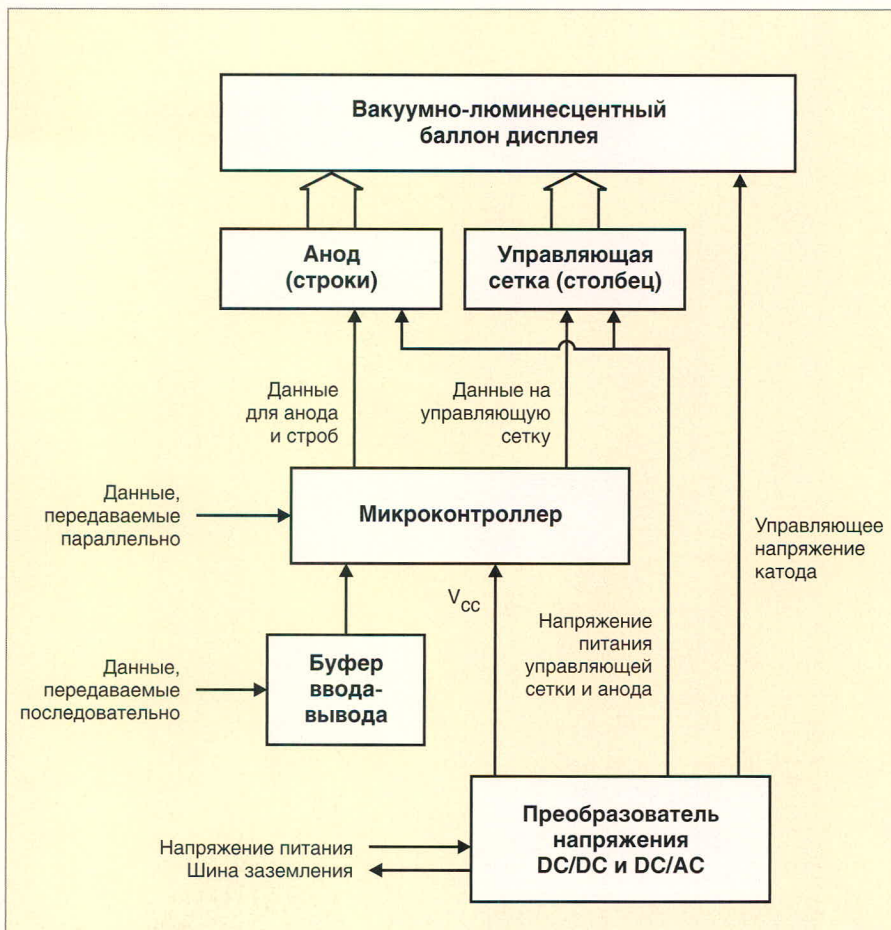


Рис. 4. Система управления дисплейного модуля

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СВЕТОВЫЕ ДРАЙВЕРЫ 350 мА 10 Вт

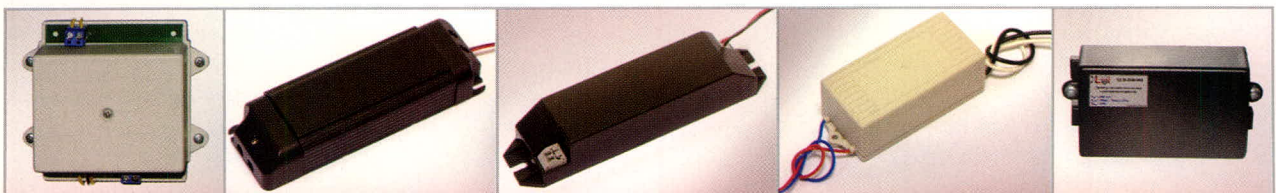
Стабильно и надёжно!



Драйверы XLight предназначены для электропитания от сети переменного и постоянного тока источников света на базе мощных светодиодных ламп. Драйверы являются источниками стабилизированного тока.

Использование в составе драйверов новейших схемотехнических решений и высококачественной элементной базы позволяет обеспечить высокий КПД, а также высокую точность стабилизации рабочего тока полупроводниковых ламп в широком диапазоне температур.

Драйверы XLight, обладая соответствующим классом защиты и сроком службы, могут применяться как во внутреннем освещении, так и в наружной архитектурной подсветке.



ПАРАМЕТР*	XLD-PS-003	XLD-PS-230035AF-10W	XLD-PS-230035AFS-10W	XLD-PS-230035C-10W	XLD-D48-001
Входное напряжение	~(160-265В) ±10%, 50 – 60 Гц	~230В±10%, 50 – 60 Гц	~230В±10%, 50 – 60 Гц	~230В±10%, 50 – 60 Гц	48В DC
КПД	90%	85%	85%	56-80%	90%
Выходной ток	(350/500/700) мА±5%	350 мА±5%	350 мА±5%	350 мА±5%	(350/700) мА±3%
Выходное напряжение	10 – 60 В	3 – 29 В	3 – 29 В	3 – 29 В	3 – 48 В
Выходная мощность	3 – 40 Вт	1 – 10 Вт	1 – 10 Вт	1 – 10 Вт	1 – 13 Вт
Количество последовательно соединенных СД на основе InGaN структуры, (белые, синие, зеленые)	3 – 16	1 – 9	1 – 9	1 – 9	1 – 12
Количество последовательно соединенных СД на основе AlInGaP структуры, (красные, оранжевые)	4 – 21	1 – 13	1 – 13	1 – 13	1 – 12
Коэффициент мощности	—	>0,98	>0,98	—	—
Температурный диапазон эксплуатации	-20...+60°C	-20...+60°C	-20...+60°C	-40...+85°C	-40...+85°C
Габаритные размеры (Д × Ш × В), мм	102,0 × 88,0 × 36,0	141,0 × 45,0 × 26,5	143,0 × 34,0 × 26,0	97,5 × 40,5 × 31,0	65,0 × 38,0 × 27,0
Срок службы	50 000 часов	50 000 часов	50 000 часов	80 000 часов/ 25°C	50 000 часов
Класс защиты	IP40	IP40	IP40	IP 67	IP 65

* Приведенные электрические параметры обеспечиваются при температуре окружающей среды 25°C

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ XLIGHT В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

Проектирование микрополосковой антенны с учётом тепловых потерь

Сергей Банков, Александр Давыдов, Александр Курушин,
Константин Папилов (Московская обл.)

В статье показано, что тепловые потери в планарных антеннах играют важную роль и должны учитываться при их проектировании; потери в металлических конструкциях антенны могут быть описаны с помощью модели резистивной поверхности, реализованной в программе HFSS; полоса пропускания антенны существенно влияет на её КПД.

ВВЕДЕНИЕ

Планарные антенны (patch-антенны) широко применяются в современной радиоаппаратуре (сотовых телефонах, системах связи, приёмниках GPS) благодаря своей компактности, низкой стоимости и конструктивному сочетанию с другими элементами схемы, выполненными в виде печатной платы. При проектировании таких антенн широко используется современное программное обеспечение: системы автоматизированного

проектирования HFSS [1], CST [2] и др. Важным показателем качества компьютерного моделирования является его точность, поскольку моделирование на электродинамическом уровне, при условии получения точных результатов, может исключить затраты на промежуточные эксперименты. Для получения достоверных результатов целесообразно выполнять решение одной и той же задачи с помощью нескольких компьютерных программ.

При проектировании малогабаритных антенн критическим фактором становятся диссипативные потери в элементах конструкции, которые сопоставимы с потерями на излучение в свободное пространство. В такой ситуации диссипативные потери влияют на КПД устройства и на его полосу рабочих частот. Поэтому модель малогабаритной антенны должна учитывать конечную проводимость металлических элементов и конечный тангенс угла потерь в диэлектриках.

Особенностью patch-антенн является наличие острых кромок металлических проводников, вблизи которых наблюдается концентрация токов, увеличивающая уровень потерь в металле. Жёсткие требования предъявляются к точности компьютерной модели, которая должна адекватно описать сложное распределение поля в окрестности кромок. Известно также, что потери внутри металла могут описываться разными способами. Поэтому важным вопросом применения САПР является правильный выбор способа учёта потерь и настройка системы, обеспечивающая необходимую точность решения электродинамической задачи для

patch-антенн. Решению перечисленных задач посвящена данная статья.

МЕТОДЫ УЧЁТА ПОТЕРЬ В МЕТАЛЛЕ В HFSS

В программе HFSS потери в металле можно описывать несколькими способами:

- представлением металлического элемента в виде объёмного тела с комплексными материальными параметрами;
 - описанием металлического элемента с помощью импедансных граничных условий, устанавливаемых на его поверхности.
- В рамках описания металла с помощью импедансных граничных условий (условий Шукина-Леонтовича) программа HFSS предлагает следующие возможности:
- задание проводимости металла (окно *Finite Conductivity Boundary*, см. рис. 1);
 - модель металла в виде слоистой структуры с конечной проводимостью (окно *Layered Impedance Boundary*, см. рис. 2);
 - задание пользователем поверхностного импеданса металла (окно *Impedance Boundary*, см. рис. 3).

Модель металла в виде трёхмерной среды с потерями значительно увеличивает время расчёта и плотность разбиения пространства, поэтому не является оптимальной для решения нашей задачи. Далее рассмотрим описание металла с помощью граничных условий.

Известно, что проводимость меди $\sigma = 5,8 \times 10^7$ Сим/м. В соответствии с теорией скин-эффекта, поверхностное сопротивление металла с конечной проводимостью определяется следующей формулой:

$$Z_s = \frac{1+j}{\sigma \Delta^0}, \quad (1)$$

где $\Delta^0 = 1/\sqrt{\pi f \mu \sigma}$ – толщина скин-слоя, μ – магнитная проницаемость металла, f – частота.

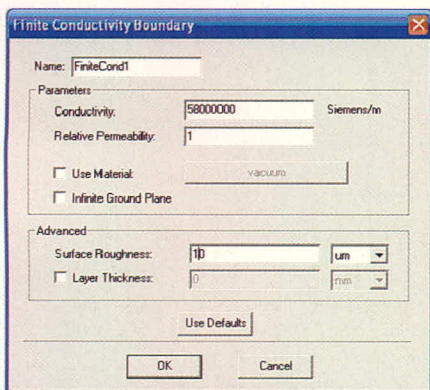


Рис. 1. Окно Finite Conductivity Boundary

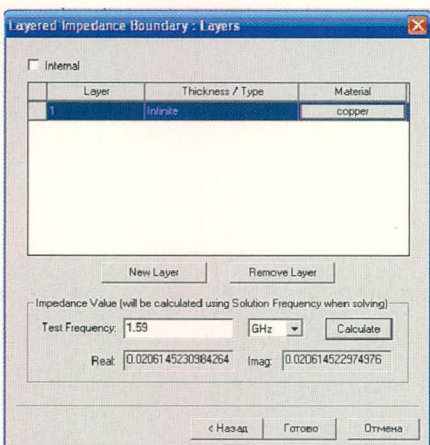


Рис. 2. Окно Layered Impedance Boundary

Было обнаружено, что на частоте 1,59 ГГц теория скин-эффекта даёт значение поверхностного импеданса, равное $0,01(1 + j)$, которое почти в два раза отличается от значения поверхностного импеданса, вычисляемого программой HFSS для слоистой модели металла, если берётся бесконечно тонкий проводник (см. рис. 2). Возможно, указанное расхождение связано с некорректным использованием данной модели для описания бесконечно тонких проводников. По этой причине от слоистой модели металла пришлось отказаться.

**ТЕСТОВАЯ ЗАДАЧА
ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
РАСЧЁТА ПОТЕРЬ**

Чтобы выяснить, какое граничное условие наиболее точно подходит для описания потерь в металлических частях антенны, рассмотрим тестовую задачу. Проведём анализ потерь коаксиального резонатора, выполненного в виде отрезка коаксиальной линии. Для решения этой задачи используем программу *Eigenmodes*, которая определяет собственные резонансные частоты и добротности собственных колебаний резонаторов.

Для расчёта добротности построим в программе HFSS коаксиальный резонатор, заполненный воздухом (см. рис. 4). Выберем его длину так, чтобы основное колебание имело резонансную частоту 3 ГГц.

Известна [3] аналитическая формула для добротности коаксиального резонатора с воздушным заполнением:

$$Q = \frac{2\pi Z_C}{\lambda R_s} \frac{\ln(R_2/R_1)}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{L} \ln(R_2/R_1)}, \quad (2)$$

где R_s – поверхностное сопротивление металла; R_1 – радиус внутренней жилы коаксиальной линии, в нашем случае 5 мм; R_2 – радиус коаксиальной линии, 20 мм; L – длина коаксиальной линии, 50 мм; $Z_C = 120\pi$ – волновое сопротивление свободного пространства.

В таблице 1 приведены значения добротности основного колебания коаксиального резонатора, полученные с помощью программы HFSS и по формуле (2) для разных значений поверхностного сопротивления металла. Расчёты проводились с использо-

ванием двух указанных выше методов описания металла. Как видно из таблицы 1, они дают удовлетворительное совпадение и поэтому могут быть использованы на равных основаниях.

**РАСЧЁТ ПОЛОСЫ РАБОЧИХ
ЧАСТОТ И КПД АНТЕННЫ
С ПОТЕРЯМИ**

Важнейшей характеристикой антенны является её рабочая полоса частот, в пределах которой она эффективно передаёт сигнал на вход приёмника или в свободное пространство от передатчика. При проектировании приёмных антенн систем навигации (ГЛОНАСС, GPS) рабочая полоса антенны определяется по уровню КСВ = 3. Полоса антенны зависит от толщины подложки. В качестве примера выберем подложку толщиной 4 мм.

Рассмотрим планарную patch-антенну с линейной поляризацией, выполненную на диэлектрической подложке с проницаемостью 10 (см. рис. 5). В этой антенне для согласования по входу можно использовать смещение точки питания по координате Y относительно центра самой patch-антенны.

Рассчитаем зависимость коэффициента отражения этой антенны от частоты и определим её полосу рабочих частот по уровню КСВ = 3. Последовательно с портом установим регулирующую ёмкость для компенсации остаточной индуктивности входного сопротивления patch-антенны.

Потери, которые влияют на полосу антенны, состоят из потерь в металле, в диэлектрической подложке и потерь на излучение.

Для определения полосы рабочих частот антенны необходимо каждый раз настраивать антенну на нуль коэффициента отражения на центральной частоте. Это удобно сделать, выделяя параметры конструкции, от которых преимущественно зависит действительная часть входного импеданса антенны и параметр, который влияет в основном

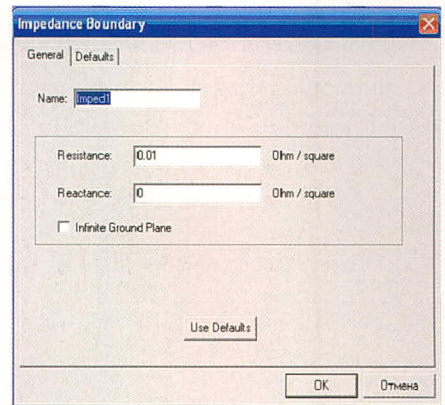


Рис. 3. Окно Impedance Boundary

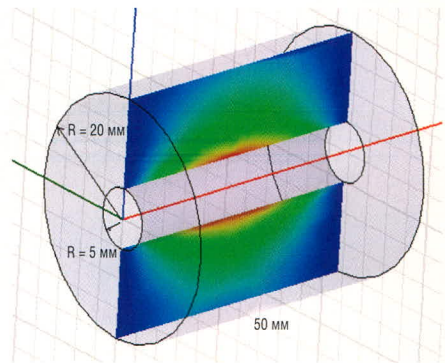


Рис. 4. Коаксиальный резонатор

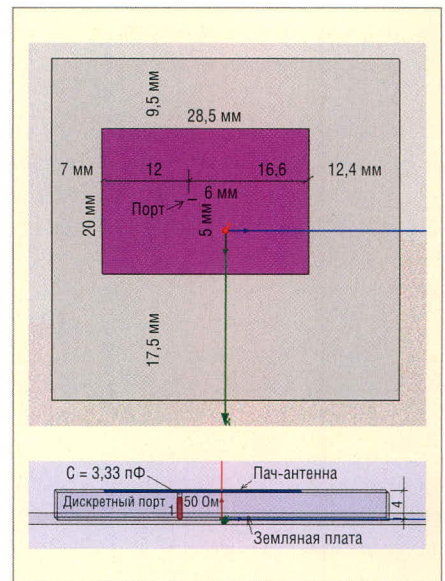


Рис. 5. Структура и размеры patch-антенны

на мнимую часть входного импеданса. Такими параметрами для patch-антенны можно считать положение точки питания антенны (удаление от центра увеличивает действительную часть входного им-

Таблица 1. Добротность коаксиального резонатора

R_s , Ом/квдрат	Q, HFSS Finite Conductivity Boundary	Q, HFSS Impedance Boundary	Q, теория
1	-	122,4	118,2
0,1	-	1151	1182
0,014	8727	8759	8445

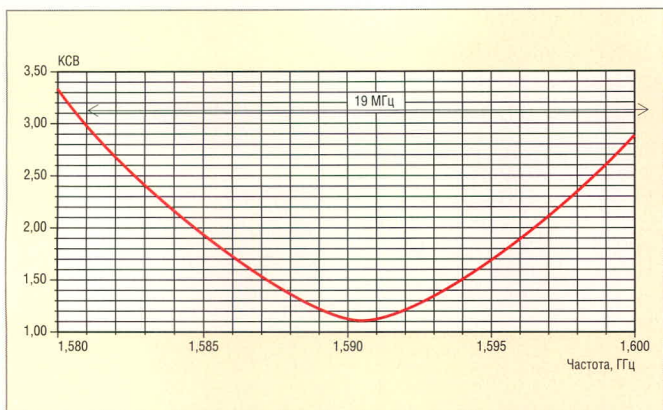


Рис. 6. Частотная характеристика patch-антенны при задании граничных условий Perfect E

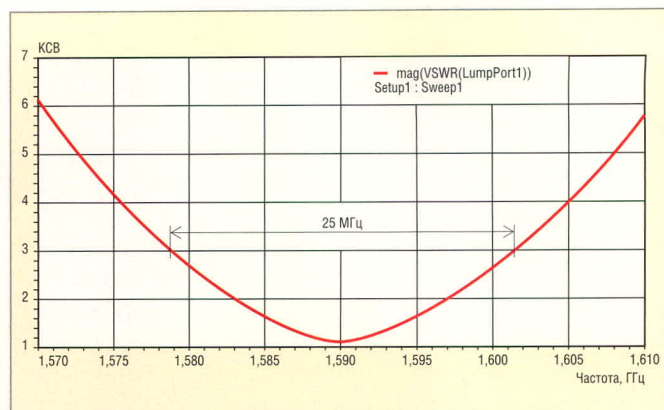


Рис. 7. Частотная характеристика patch-антенны при задании граничных условий Finite Conductivity Boundary

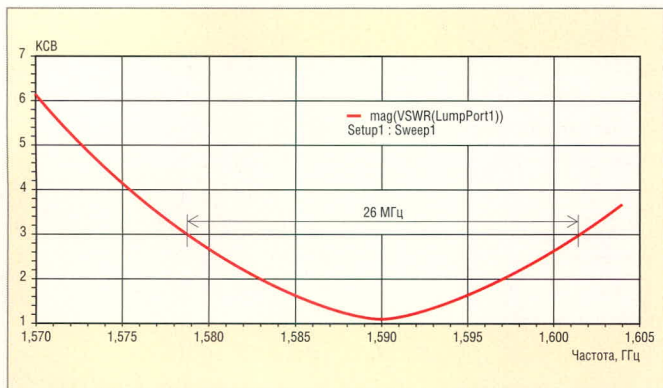


Рис. 8. Частотная характеристика patch-антенны при задании граничных условий Impedance boundary

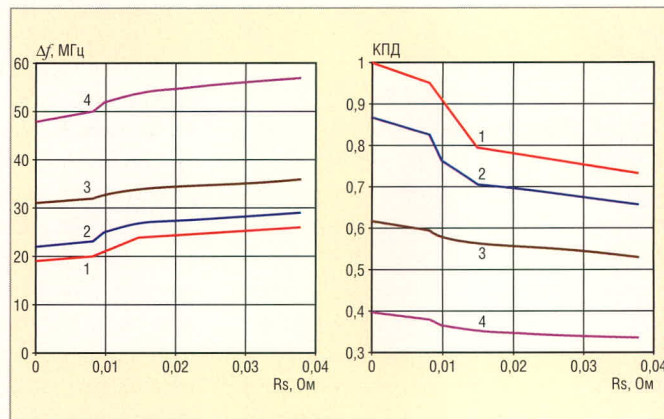


Рис. 9. Полоса рабочих частот и КПД patch-антенны

педанса) и величину сосредоточенной ёмкости, которая включается последовательно с портом и может изменять реактивную часть входного импеданса вплоть до нулевого значения.

Результаты расчёта patch-антенны с помощью программы HFSS для серии различных значений потерь в диэлектрической подложке и в металле представлены в таблице 2, а параметры материалов для расчёта представлены в табл. 3. Первоначально выполним расчёт для идеального

металла без потерь, используя граничное условие Perfect E. Считаем при этом, что потери в диэлектрике также отсутствуют.

Расчёт идеализированного случая даёт полосу рабочих частот с учётом $KCB < 3$, равную 19 МГц (см. рис. 6). При потерях в проводниках, соответствующих меди и тангенсу угла диэлектрических потерь в подложке, равному 0,002, расчёт даёт полосу по уровню $KCB < 3$, равную 25 МГц (см. таблицу 1 и рис. 7). Использование импедансной поверхности, вычис-

ленной по формуле (1), даёт близкие результаты, которые показаны на рисунке 8.

Полученные в ходе численного эксперимента данные о полосе рабочих частот могут быть использованы для определения КПД антенны. Полоса рабочих частот пропорциональна суммарным потерям мощности электромагнитной энергии из антенны. Эти потери складываются из полезных потерь на излучение α_r , диссипативных потерь в металле α_m и в диэлектрике α_d . Тогда можно опреде-

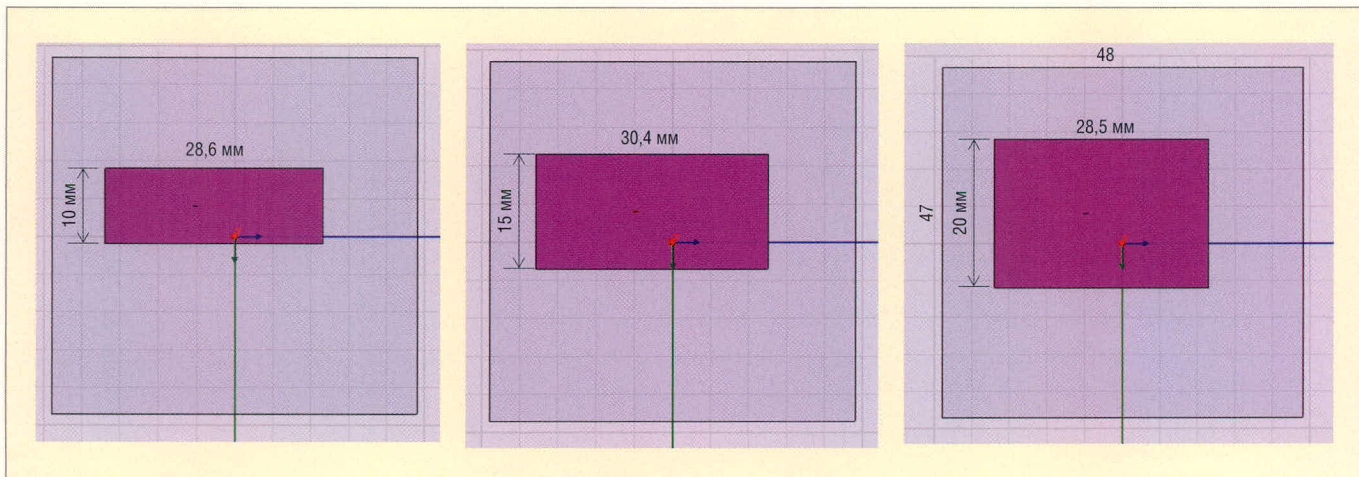


Рис. 10. Patch-антенны различной ширины

Таблица 2. Полоса рабочих частот, МГц, patch-антенны для серии потерь: в проводнике (столбцы) и в подложке (строки)

tgδ/σ	R _s = 0 (Perf E)	R _s = 0,008 (серебро)	R _s = 0,01 (медь)	R _s = 0,015 (алюминий)	R _s = 0,028 (хром)	R _s = 0,038 (ванадий)
0 (потерь нет)	19	20	21	24	25	26
0,002 (малые потери)	22	23	25	27	28	29
0,005	31	32	33	34	35	36
0,01	40	41	42	43	44	45
0,02 (большие потери)	48	50	52	54	56	57

Таблица 3. Параметры материалов

Параметры	R _s = 0 (Perf E)	R _s = 0,008 (серебро)	R _s = 0,01 (медь)	R _s = 0,015 (алюминий)	R _s = 0,028 (хром)	R _s = 0,038 (ванадий)
Проводимость, Сим/м	∞	6,1 × 10 ⁷	5,8 × 10 ⁷	3,7 × 10 ⁷	7,6 × 10 ⁶	4,2 × 10 ⁶
Глубина проникновения, м	0	1,6 × 10 ⁻⁶	1,7 × 10 ⁻⁶	2,4 × 10 ⁻⁶	4,7 × 10 ⁻⁶	6,3 × 10 ⁻⁶

лить КПД как отношение полезных потерь к общим потерям:

$$КПД = \frac{\alpha_r}{\alpha_r + \alpha_m + \alpha_d} \quad (3)$$

Учитывая пропорциональность полосы пропускания потерям, можно выразить КПД следующим образом:

$$КПД = \frac{\Delta f_p}{\Delta f} \quad (4)$$

где Δf_p – полоса пропускания идеальной антенны без тепловых потерь, равная 19 МГц в нашем случае. В фор-

муле (4) под Δf понимается полоса антенны с тепловыми потерями.

На рисунке 9 показаны зависимости полосы рабочих частот и КПД от значения поверхностного сопротивления металла. Кривые 1 – 4 соответствуют значениям 0, 0,002, 0,01 и 0,02 соответственно. Приведённые данные показывают, что в узкополосных антеннах влияние потерь на КПД может быть весьма существенным. Следует иметь в виду, что при увеличении суммарной добротности антенны влияние тепловых по-

терь на КПД увеличивается. Поэтому оценка полосы рабочих частот по коэффициенту отражения недостаточна для определения эффективности антенны, которая должна определяться непосредственно измерением коэффициента передачи через антенну.

Влияние ширины антенны на её полосу и КПД

Исследуем влияние ширины антенны w на её характеристики, обеспечивая в каждом случае согласование

ПОЛУПРОВОДНИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ



ПРИМЕНЕНИЕ SiC-ДИОДОВ ШОТТКИ ПОЗВОЛЯЕТ

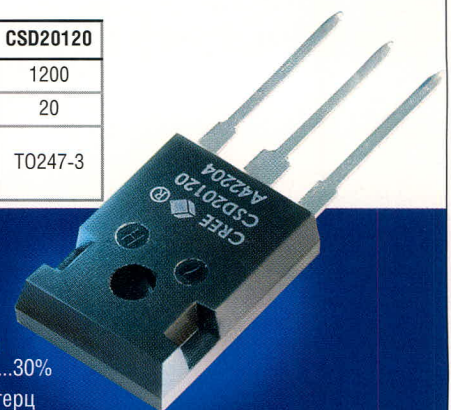
- Снизить потери в диоде и ключевом транзисторе в 2 раза
- Уменьшить количество силовых электронных компонентов в 3 раза
- Увеличить надёжность
- Повысить частоту преобразования, уменьшить массу и габариты
- Получить выигрыш в стоимости и эффективности одновременно

Характеристики высоковольтных диодов Шоттки фирмы Cree

Наименование	CSD04060	CSD06060	CSD10060	CSD20060	CSD05120	CSD10120	CSD20120
U _{макс} , В	600	600	600	600	1200	1200	1200
I _{пост} , А	4	6	10	20	5	10	20
Типы корпусов	TO252, TO220-2, TO220-3	TO263, TO220-2, TO220-3	TO263, TO220-2, TO220-3	TO247-3	TO220-2	TO220-2, TO247-3	TO247-3

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- Активные корректоры коэффициента мощности — снижение динамических потерь в ключевом транзисторе и диоде до 60%
- Антипараллельные диоды MOSFET- и IGBT-транзисторов и модулей для жёсткого переключения — снижение динамических потерь на 20...30%
- Мощные высоковольтные выпрямители для частот до единиц мегагерц



Официальный дистрибьютор компании CREE в России и странах СНГ

PROSOFT[®]

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

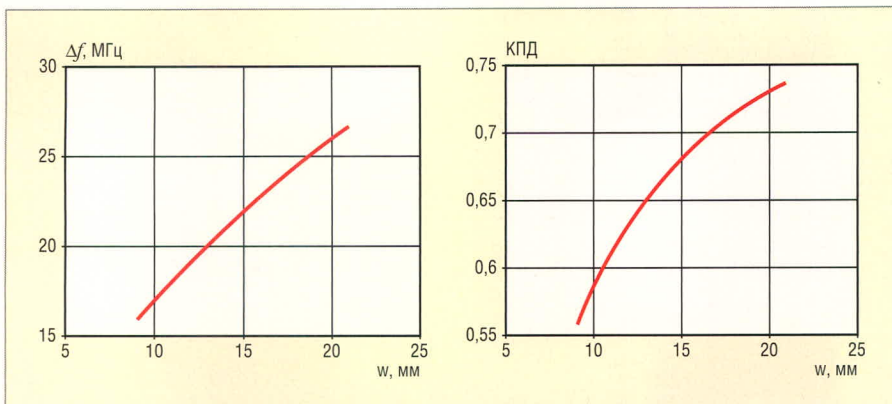


Рис. 11. Ширина полосы пропускания и КПД в зависимости от ширины антенны

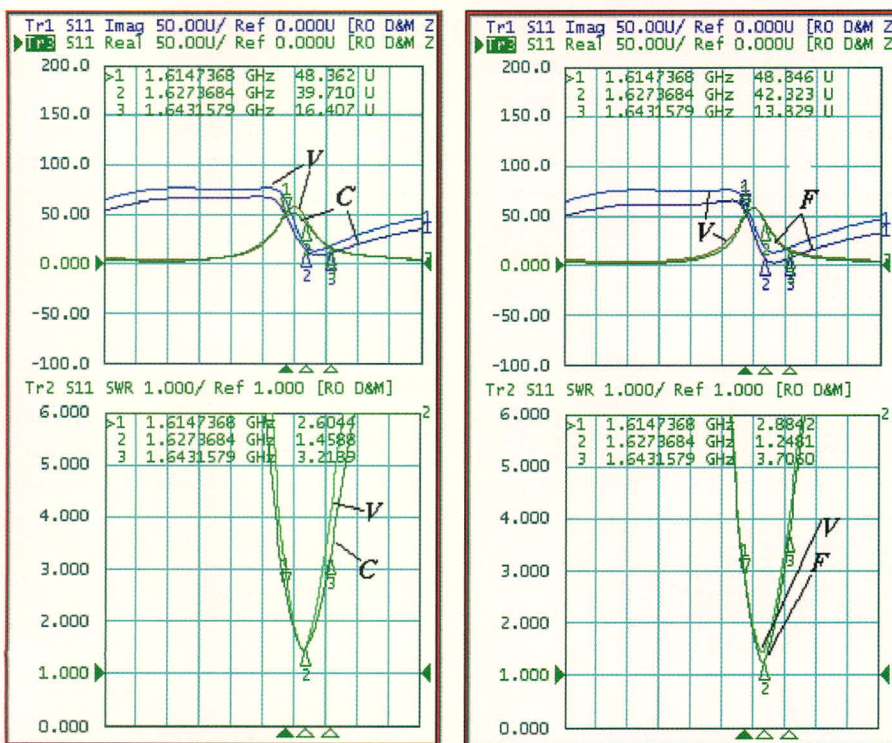


Рис. 12. Экспериментальные характеристики patch-антенн

устройства. Отметим, что в этих расчётах, кроме изменения ширины, для подстройки резонансной частоты приходилось в небольших пределах изменять длину антенны. Исследованные образцы антенн показаны на рисунке 10.

Методика оценки КПД, изложенная выше, позволяет оценить влияние ширины w на КПД. Расчёты проводились для меди ($R_s = 0,01$ Ом) и $tg\delta = 0,02$. Из таблицы 1 видно, что в данном случае уширение полосы пропускания, обусловленное наличием тепловых

потерь Δf_b , равно 7 МГц. Предположим, что этот параметр не зависит от ширины антенны w , которая влияет только на излучательную способность антенны. Тогда формулу (4) можно модифицировать следующим образом:

$$КПД = \frac{\Delta f - \Delta f_b}{\Delta f}, \quad (5)$$

где Δf – полоса пропускания антенны с учётом потерь.

На рисунке 11 показаны зависимости полосы пропускания и КПД patch-антенны от её ширины. Эти зависимости демонстрируют, что в случае антенны с потерями расширение её полосы хорошо не только само по себе, но также улучшает и другой важный показатель её качества – КПД.

СРАВНЕНИЕ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ И РАСЧЁТАМИ НА CST MICROWAVE STUDIO

Частотные характеристики антенн были исследованы с помощью анализатора цепей фирмы Agilent и приведены на рисунке 12.

Экспериментально исследованы антенны с линейной поляризацией поля трёх модификаций, которые отличаются технологией нанесения полоскового проводника. Металлизации антенны V нанесены методом вакуумного напыления на поликор ($\epsilon = 9,6$, $tg\delta = 0,0001$). Проводник имеет слоистую структуру. Основной медный слой нанесён на тонкий подслой ванадия. Вторая модель антенны (C) отличается от первой тем, что металлические обкладки на верхней и нижней гранях представляют собой наклеенную медную фольгу. Третья модель (F) изготовлена из материала ФЛАН

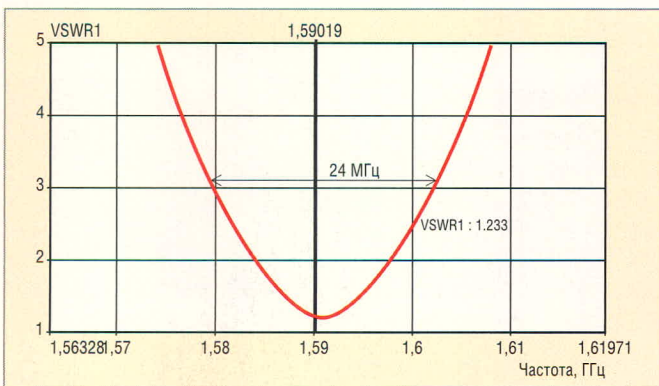


Рис. 13. Частотная характеристика антенны, рассчитанная с помощью программы CST Microwave Studio

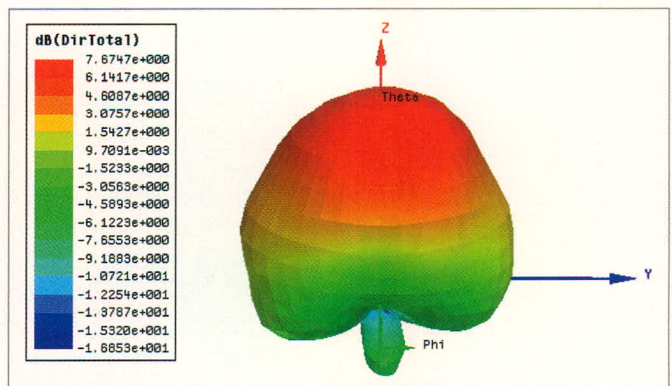


Рис. 14. Диаграмма направленности patch-антенны с линейной поляризацией

($\epsilon = 10$, $\text{tg}\delta = 0,002$). Металлические обкладки всех трёх моделей имеют одинаковые размеры.

Сравнение полос пропускания антенн, изготовленных различными способами, позволяет оценить влияние технологических факторов на показатели качества. Полученные результаты представлены в таблице 4. Они свидетельствуют о том, что резистивный подслой вносит меньшие потери, чем клеевой слой в варианте антенны С. Полоса частот антенны на ФЛАНе близка к полосе частот антенны на поликоре, хотя диэлектрические потери поликора значительно меньше, чем у ФЛАНа. Этот результат можно объяснить тем, что ФЛАН не имеет резистивного подслоя. Поэтому больший уровень потерь в диэлектрике компенсируется отсутствием потерь в резистивном подслое.

Результаты экспериментов по полосе рабочих частот для варианта антенны F хорошо совпали с расчётными данными, что свидетельствует об их достоверности.

Было интересно сравнить экспериментальные результаты с расчётами

Таблица 4. Полоса рабочих частот различных patch-антенн

Вариант	V	C	F
Ширина полосы, МГц	25	29	26

антенны другими методами. Такую возможность предоставляет программа CST Microwave Studio, которая использует решение уравнений Максвелла во временной области методом FDTD.

Этот подход радикально отличается от метода конечных элементов, который реализован в программе HFSS. Можно предположить, что совпадение результатов, полученных разными методами, является свидетельством достоверности обоих методов.

Расчёт на CST Microwave Studio для тестовых значений $\epsilon = 10$, $\text{tg}\delta = 0,002$ даёт частотную характеристику, показанную на рисунке 13. Значение ширины полосы пропускания 24 МГц близко к полученным с помощью программы HFSS и в результате эксперимента.

На рисунке 14 приведена рассчитанная в программе HFSS диаграмма направленности patch-антенны;

она имеет форму кардиоиды и КНД около 8 дБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённые в работе результаты позволяют сделать следующие выводы:

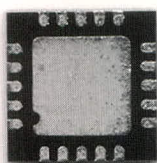
- тепловые потери в patch-антеннах играют важную роль и должны учитываться при их проектировании;
- потери в металле могут быть корректно описаны с помощью модели резистивной поверхности, реализованной в программе HFSS;
- полоса пропускания антенны существенно влияет на её КПД.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.ansoft.com.
2. www.microwavestudio.com.
3. Диденко А.И. Сверхпроводящие волноводы и резонаторы. Советское Радио, 1973.
4. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика. Радио и связь, 2000.

**ТВОЙ ШАГ
В МИР БЕЗ ПРОВОДОВ:**

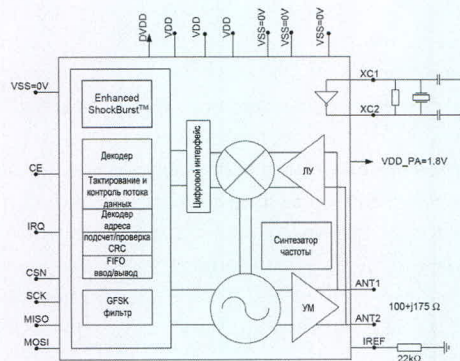
**однокристалльный трансивер nRF24L01
Nordic Semiconductor
с пропускной способностью 2 Мбит/с
и аппаратной поддержкой
протокола Enhanced Shock Burst**



Краткие характеристики nRF24L01

Параметр	Значение
Минимальное питающее напряжение	1,9 В
Максимальная выходная мощность	0 дБм
Максимальная скорость передачи (радиоканал)	2 МБод
Рабочий температурный диапазон	-40...+85°C
Чувствительность при скорости 1 МБод	-85 дБм
Средний ток потребления при мощности -6 дБм	0,05 мА
Пиковое потребление при передаче на -0 дБм	11,3 мА
Пиковое потребление при приеме	22 мА / 600 мкс
Максимальное число одновременных подключений*	6
Количество частотных каналов	125

*Режим работы в качестве принимающей стороны



Основные достоинства:

- Высокая скорость передачи данных
- Простое подключение к внешнему микроконтроллеру по последовательной шине
- Минимум внешних компонентов
- Минимальный ток потребления
- Компактность
- Низкая стоимость
- Встроенный аппаратный протокол передачи данных с автоматическим подтверждением приёма пакета




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



САПР TороR. Размещение компонентов

Сергей Лузин, Геворг Петросян, Олег Полубасов (Санкт-Петербург)

В очередной статье, посвящённой системе автоматизированного проектирования печатных плат TороR, рассматриваются особенности размещения компонентов.

Для вызова редактора размещения компонентов следует нажать кнопку , что приведёт к трассировке соединений с потерей уже проведённых связей.

На этом этапе осуществляется быстрая трассировка, причём трассы прокладываются в одном слое. Разрешается пересечение различных трасс, но не более двух в каждой точке пересечения. Полученный результат называется совмещённой топологией (см. рис. 1).

Предусмотрено два режима трассировки соединений: *Строгий контроль* (кнопка  нажата) и *Нестрогий контроль* (кнопка  отпущена).

Строгий контроль (strict check) – при трассировке в этом режиме происходит полное соблюдение всех введённых ранее ограничений.

В случае трассировки в режиме *Нестрогий контроль* (weak check) допустимы нарушения ограничений с учётом того, что в дальнейшем будет использоваться автоматическое или интерактивное перемещение компонентов без нарушения целостности разводки, в процессе которого эти нарушения могут быть ликвидированы.

Доступны следующие действия:

- автоматическая расстановка компонентов;

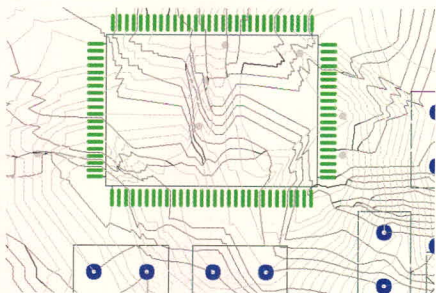


Рис. 1. Совмещённая топология

светло-серый цвет – проводники в верхнем слое, темно-серый цвет – проводники в нижнем слое, тонкие линии чёрного цвета – переходы

- ручная расстановка компонентов с мгновенной перетрассировкой, облегчаемая возможностями:

- вращения и перемещения компонентов с подсветкой инцидентных связей перемещаемого компонента,
- подсветки потенциально узких мест, т.е. промежутков между контактами, где не вмещается нужное количество проводников в одном слое (во всех слоях, возможно, они поместятся),
- индикации текущей длины проводников (приблизительно), длины связей «по воздуху» и количества узких мест,
- выделения цепей разными цветами;

- фиксации компонентов. Выполняется для элементов, которые должны иметь фиксированное положение на плате.

Слева внизу экрана (в строке подсказок) выводится сообщение, содержащее информацию о режиме работы (*Размещение*), нижней границе суммарной длины соединений (суммарной длине отрезков, связывающих пары эквипотенциальных контактов), суммарной длине несглаженных соединений (обычно на 10...15% превышает длину, получаемую после сглаживания проводников), оценке минимального количества переходов и числе нарушений проектных норм (см. рис. 1).

Поскольку для некоторых проводников имеется информация о предпочтительном слое их расположения, эта информация используется при визуализации совмещённой топологии.

Если проводник начинается от контакта в верхнем слое и заканчивается на контакте в том же слое или на сквозном контакте, то он выделяется цветом, назначенным для верхнего слоя.


Если проводник начинается от контакта в нижнем слое и заканчивается на контакте в том же слое или на сквозном контакте, то он выделяется цветом, назначенным для нижнего слоя.

Если проводник начинается от контакта в верхнем слое и заканчивается на контакте в нижнем слое (или наоборот), то он выделяется цветом, назначенным для переходного отверстия, поскольку на этом проводнике обязательно будет межслойный переход.

Проводники, начинающиеся и заканчивающиеся на штыревых контактах (слой не определён), по умолчанию выделяются цветом, назначенным для нижнего слоя.

Анализ совмещённой топологии даёт возможность получить представление о локальной плотности межсоединений и о возможных нарушениях проектных норм. Форма проводника на этом этапе не оптимизируется. Необычный вид топологических образов проводников связан с особенностями внутреннего представления.


ДЕЙСТВИЯ С КОМПОНЕНТАМИ



Зафиксировать (расфиксировать) предварительно выделенный компонент можно, щёлкнув мышью на кнопке . Как уже упоминалось выше, при трассировке соединений система TороR обладает способностью в некоторых пределах перемещать (передвигать) компоненты, однако это требуется не всегда. Некоторые компоненты (разъёмы, крепёжные отверстия и т. п.) необходимо располагать на фиксированных местах.

Незафиксированные компоненты считаются подвижными. Это, в частности, означает (если разрешена перегрузка между модулями), что система TороR не будет ограничивать количество проводников между незафиксированными компонентами, считая, что возможные узкие места будут ликвидированы перемещением компонентов.

Фиксация компонентов оказывает большое влияние на топологию печатной платы. Поэтому следует фиксиро-


вать только те компоненты, которые действительно требуют фиксации.





Сменить сторону установки предварительно выделенного компонента можно щелчком мыши на кнопке .

Кнопки  и  позволяют вращать компоненты. При нажатии левой клавиши мыши на кнопке произойдет поворот выделенного компонента (группы выделенных компонентов) на 90 градусов соответственно против часовой стрелки и по часовой стрелке.

Для поворота на произвольный угол необходимо зайти в меню *Правка* → *Поворот на произвольный угол*.

Следует учесть, что поворот осуществляется относительно текущего положения объекта.

После каждого перемещения компонента происходит перетрассировка. Отключить перетрассировку после перемещения можно, установив в настройках *Инструменты* → *Настройки* → *Автоматическая трассировка* → *Не трассировать без команды*. В этом случае перетрассировка осуществляется после нажатия кнопки .

Команда *Query*  служит для выделения компонента , цепи  или контакта  и получения информации о выделенном объекте.

Строка состояния расположена под рабочим полем. Краткие сведения об элементе появляются в центре строки состояния. При этом в левой части строки отображаются текущие параметры проекта (режим работы, длина соединений, число переходных отверстий и число нарушений проектных норм), а в правой части – текущие координаты курсора.

Выполнение команды *Query* для компонентов и контактов не зависит от режима работы. Идентификация цепей, напротив, зависит от режима работы. Система *ToroR* – топологический трассировщик, и в некоторых из его режимов отсутствует информация о геометрии проводников. Поэтому идентификация цепи осуществляется кликом мыши на контакте, принадлежащем цепи. Исключение составляет режим ручного редактирования, в котором для каждой цепи предусмотрено хранение точек излома. В этом режиме идентифицировать цепь можно, кликнув мышью на любой её точке.

Выделение компонента осуществляется щелчком мыши. Выделение нескольких компонентов осуществляется аналогично выделению од-

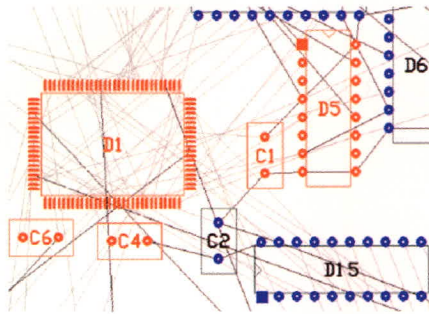


Рис. 2. Выделение окном

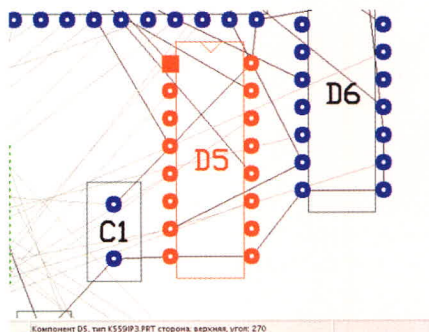


Рис. 3. Выделение компонента

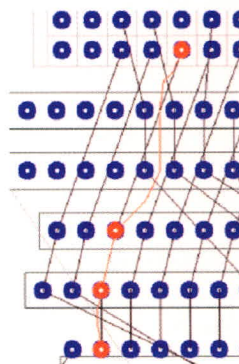


Рис. 4. Выделение цепи

ного компонента, но при удерживаемой клавише *Ctrl*.

Вторая возможность – «выделение окном». Мысленно представив прямоугольник, охватывающий контуры и контакты компонента, следует щёлкнуть мышкой в одном из его углов и, удерживая левую кнопку мыши в нажатом положении, отпустить кнопку в противоположном углу прямоугольника.

При выделении окном (см. рис. 2) будут выделены только компоненты, которые полностью попадут в окно. Компоненты, частично попавшие в окно, выделены не будут. При выделении компонента (см. рис. 3) внизу экрана появляется строка, в центре которой приводится информация о компоненте: наименование компонента, тип корпуса, зафиксирован он или нет, а также сторона установки компонента. В случае множественного выделения, в строке указывается общее число выделенных компонен-

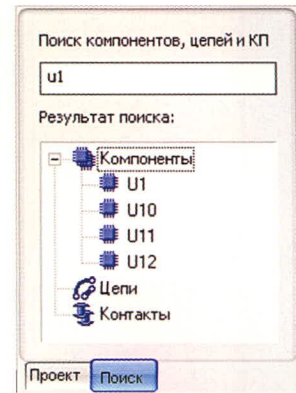


Рис. 5. Панель поиска

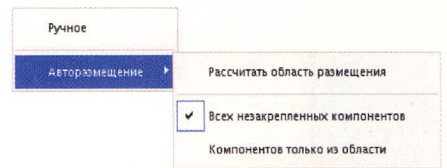


Рис. 6. Подменю *Автоматическое размещение*

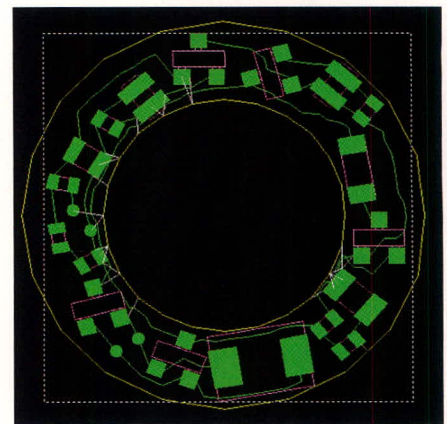




Рис. 7. Отображение области размещения

тов и среди них – число зафиксированных.

Для перемещения компонентов кнопка  должна быть в нажатом положении. При перемещении двухполюсника принадлежащие ему цепи подсвечиваются различными цветами, заданными в настройках.

При перемещении многополюсника его соединения с ближайшими к нему контактами подсвечиваются одним цветом, а все прочие соединения – другим. Подобная подсветка делает наглядным перестроение деревьев цепей и, соответственно, переключение соединений компонента при его перемещении.

Выделение цепи (см. рис. 4) осуществляется нажатием левой кнопкой мыши на контакте компонента, принадлежащего этой цепи. При этом кнопка  должна находиться в нажатом положении. Подсвечивается вся цепь и все входящие в неё контакты.

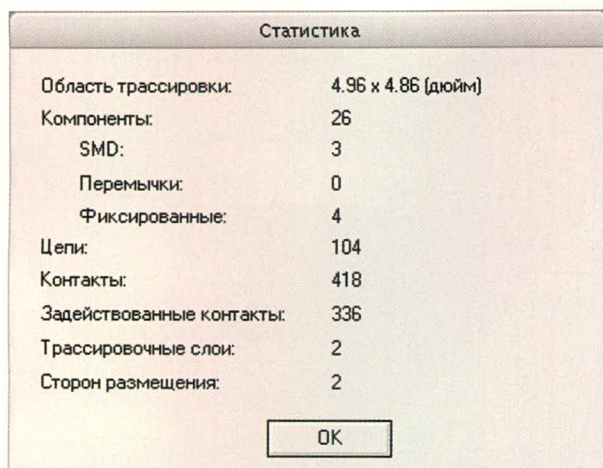


Рис. 9. Окно статистики

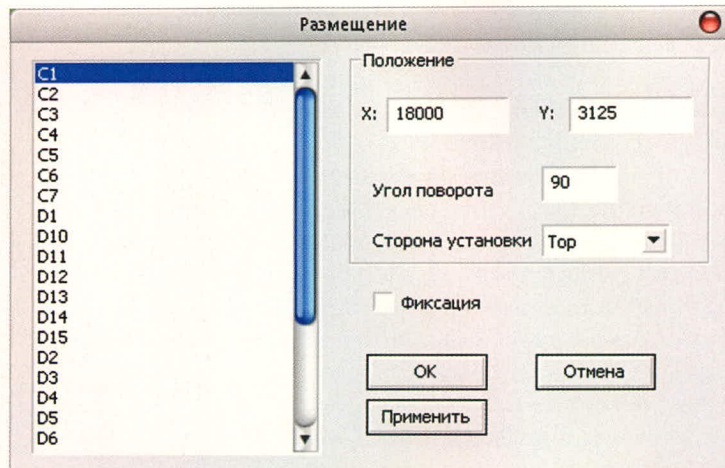


Рис. 8. Панель ручного размещения

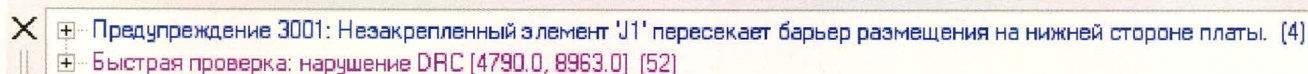


Рис. 10. Окно сообщений

Выделение контактов осуществляется нажатием левой кнопки мыши на контакте компонента. При этом кнопка должна находиться в нажатом положении. Подсвечиваются все контакты данного типа.

Поиск объекта можно осуществлять с помощью панели поиска (см. рис. 5). При вводе в окне наименования объекта, с каждым новым символом дерево поиска сокращается. В нём остаются только объекты, содержащие введенную комбинацию символов.

РАЗМЕЩЕНИЕ

Автоматическое размещение

Нажатие левой кнопки мыши на параметре *Размещение* → *Авторазмещение* приводит к появлению выпадающего меню (см. рис. 6).

При щелчке левой кнопкой мыши на параметре *Рассчитать область размещения* осуществляется автоматический расчёт области размещения компонентов, которая представляет собой минимальный прямоугольник, охватывающий все незакрепленные компоненты.

При нажатии на кнопку осуществляется отображение области размещения на экране пунктирной линией (см. рис. 7).

При необходимости размеры области размещения могут быть скорректированы либо с помощью мыши (перемещением сторон прямоугольника), либо заданием точных координат в настройках (*Инструменты* → *Настройки* → *Автоматическое размещение*).

Пользователю предоставляется возможность выбрать, какие компоненты будут автоматически размещаться – все незакрепленные компоненты или только компоненты, полностью находящиеся в выделенной области.

Запуск автоматического размещения осуществляется нажатием кнопки и выбором соответствующего пункта меню: *Автоматическое размещение* осуществляется кнопкой F9.

На первой итерации используются координаты компонентов исходного варианта размещения. Размещение продолжается, пока пользователь не остановит этот процесс. В процессе оптимизации размещения пользователю предоставляется возможность наблюдать лучший (по критерию длины соединений) результат. Если полученный результат пользователя удовлетворяет, то он останавливает процесс размещения (кнопка) и переходит к следующим этапам проектирования.

Программа автоматического размещения позволяет быстро найти приемлемый вариант взаимного расположения компонентов, но она не контролирует соблюдение конструктивно-технологических ограничений. Поэтому варианты плат с высокой плотностью компоновки, полученные с использованием автоматического размещения, обычно нуждаются в ручном редактировании для ликвидации нарушений (узких мест и пересечений контуров компонентов).

В процессе автоматического размещения сторона установки компонентов не изменяется.

Ручное размещение

Диалог ручного размещения компонентов (*Размещение* → *Ручное*) позволяет вручную задавать для компонентов точные координаты, а также сторону установки и фиксацию (см. рис. 8).

ОКНО СТАТИСТИКИ

В любом из режимов работы существует возможность посмотреть основные характеристики загруженного проекта, выбрав пункт меню *Инструменты* → *Статистика* (см. рис. 9).

УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК. ОКНО СООБЩЕНИЙ

Сообщения об ошибках, предупреждениях, а также о нарушениях проектных норм отображаются в окне сообщений в виде дерева, в котором сообщения группируются по типам. Количество однотипных сообщений указывается в скобках.

В режиме *Предварительная трассировка и редактирование размещения* может появиться сообщение о фатальной ошибке.

В окне сообщений отображаются предупреждения о незакрепленных элементах, пересекающих края платы. При этом нарушения зазоров подсвечиваются. Перечисленные элементы необходимо зафиксировать либо переместить для ликвидации нарушений. После фиксации элемента сообщение об ошибке и подсветка нарушений пропадают.

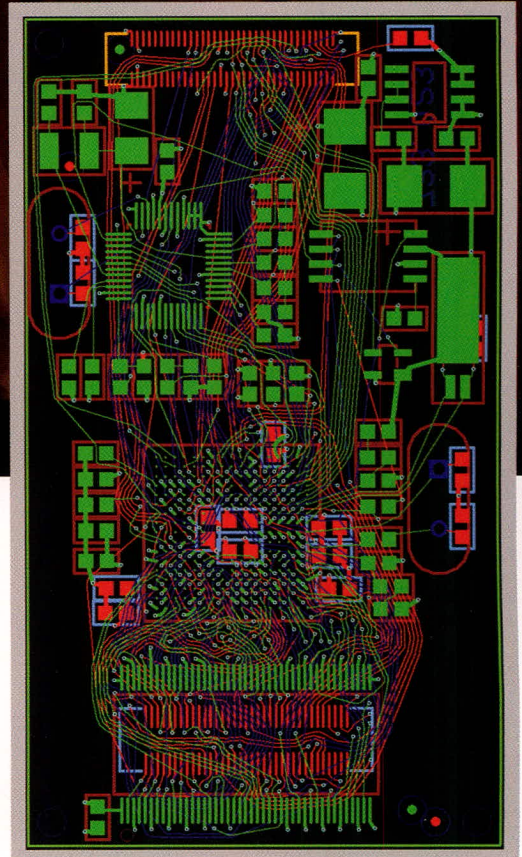
ТОРО

Инструмент для создания шедевра!



Торо — трассировщик печатных плат

- Высокопроизводительный, не имеющий аналогов топологический трассировщик
- Великолепное качество трассировки
- Сокращение сроков разработки электронных устройств
- Отсутствие преимущественных направлений трассировки в слоях, что существенно снижает уровень параллельности трасс и уменьшает уровень перекрестных электромагнитных помех



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР Торо НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ, СТРАН СНГ И БАЛТИИ

PROSOFT[®]

г. Санкт-Петербург: Телефон: +7(812) 448-0444 • Факс: +7(812) 448-0339
E-mail: topor@freestyleteam.ru • Web: www.freestyleteam.com

Altium Designer Summer 08 – Разработка конструктивных параметров печатной платы

Алексей Сабунин (Москва)

В очередной статье серии рассмотрены вопросы первого этапа разработки печатной платы, касающиеся оформления конструктивных параметров.

В предыдущих статьях, посвященных работе с программой Altium Designer, было рассказано о приемах разработки библиотек и электрических принципиальных схем (СЭ №№ 6, 7, 2008). После создания схемы была выполнена компиляция, и теперь проект готов к разработке печатной платы, процесс которой условно можно разделить на несколько самостоятельных этапов:

- разработка конструктива платы;
- создание правил проектирования;
- размещение компонентов;
- трассировка;
- проверка правил проектирования (DRC);
- отладка и подготовка технологических файлов для производства.

В данной статье будут рассмотрены все вопросы, касающиеся первого этапа разработки платы, а именно оформления конструктивных параметров.

Под разработкой конструктивных параметров подразумевается этап, начинающийся формированием файла платы и завершающийся размещением компонентов. Этот этап состоит из четырех шагов: формирование контура печатной платы, описание стека слоев, установка крепежных отверс-

тий и определение запрещенных зон для трассировки. Прежде чем приступить к вышеупомянутым действиям, необходимо сформировать в Altium Designer новый файл печатной платы и разобраться с настройками, которых в редакторе печатных плат намного больше, чем в редакторе электрических схем.

Начнем с создания нового файла печатной платы, причём не будем привязывать эту плату к какому-либо ранее созданному проекту, для чего выполним команду *File > New > PCB*. В панель *Projects* будет добавлен новый файл с расширением *.PcbDoc, обозначающим файл печатной платы в программе Altium Designer. При создании файла *.PcbDoc он становится активным, т.е. запускается редактор печатных плат.

Файлу, вновь появившемуся в панели *Projects*, следует присвоить уникальное название, для чего на нём следует нажать правой клавишей мыши (ПКМ) и выбрать команду *Save*. При создании новой платы редактор Altium Designer открывается в дюймовой системе координат, поэтому перед разработкой геометрии платы необходимо сделать пользовательские настройки. Как говорилось ранее (СЭ № 5, 2008), настройки редактора плат делятся на две группы: настройки текущего документа и настройки всего редактора. Настройки всего редактора на данном этапе большого значения не имеют и будут рассмотрены в последующих статьях, а установка параметров текущего документа производится в окне *Design > Board Options*. Здесь необходимо выбрать метрическую систему координат и установить значение 2,5 мм для шага сетки *Snap Grid*.

ФОРМИРОВАНИЕ КОНТУРА ПЛАТЫ

Создание платы начинается с формирования её контура, для чего используется группа команд меню *Design > Board Shape*, из которых наиболее востребованными являются:

- *Redefine Board Shape* – рисование контура платы вручную;
- *Define from Selected Objects* – формирование контура платы из выделенных объектов;
- *Define from 3D Body* – формирование контура из трёхмерной модели (работает только в трёхмерном режиме);
- *Define Board Cutout* – формирование выреза в плате.

Рассмотрим на примере каждый из этих инструментов. Итак, для создания контура платы вручную выполним команду *Design > Board Shape > Redefine Board Shape*, после чего курсор мыши переходит в режим рисования, сходный с инструментом *Place Line*. Теперь, фиксируя левой кнопкой мыши (ЛКМ) углы контура платы, можно нарисовать граничный рисунок, а комбинацией клавиш *Shift+Space* можно переключать режимы ортогональности для использования дуг и острых углов. При использовании дуги её радиус изменяется комбинациями клавиш *Shift+«.»* (точка) и *Shift+«.»* (запятая).

Следует отметить, что данный инструмент позволяет создавать только простые контуры. В режиме рисования бывает сложно позиционировать курсор в необходимой точке, поэтому координаты углов во время рисования контура можно вводить с клавиатуры. При активной команде следует нажать клавишу *J*, затем клавишу *L*, после чего на экране появится окно *Jump To Location*, в котором предлагается ввести координаты. Описанная команда перемещает курсор в указанную точку, а для фиксации точки контура необходимо после каждого ввода координат нажимать клавишу *Enter*.

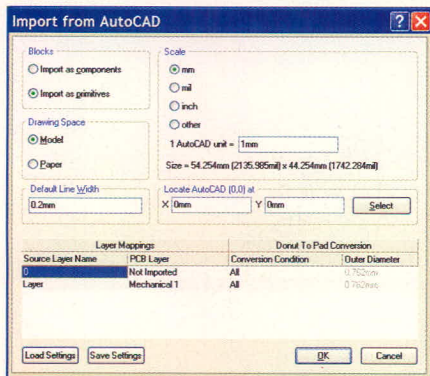


Рис. 1. Импорт формата AutoCAD (DXF, DWG)

Например, чтобы создать контур платы в виде прямоугольника 32,5 × 46 мм, следует выполнить команду *Design > Board Shape > Redefine Board Shape*, а затем, не трогая мышью, вводить последовательно координаты следующим образом: J > L > {100,100} > Enter > J > L > {100,132,5} > Enter > J > L > {146,132,5} > Enter > J > L > {140,100} > Enter и закончить формирование контура нажатием ПКМ.

Данный метод не отличается простотой и поэтому практически не используется. В большинстве случаев контур платы изначально создаётся в механической САПР, а затем импортируется в формате DXF или STEP. Рассмотрим оба этих варианта.

Для создания контура платы воспользуемся заготовкой, созданной в программе AutoCAD и сохранённой в формате DWG(DXF) (см. файл Плата2000.DWG из папки Example на сайте www.soel.ru). Для использования файла в формате DWG(DXF), находясь в редакторе печатных плат, выполним команду *File > Import*. В строке «Тип файлов» следует указать AutoCAD, после чего выбрать исходный файл с будущим контуром платы. На экране появится окно, показанное на рисунке 1, в котором необходимо задать единицы измерения в группе Scale (по умолчанию установлены mil – в этом случае контур будет уменьшен в 2,54 раза).

Остальные настройки не обязательны, но рекомендуется определить расположение начала координат вставляемого рисунка в окне *Locate AutoCAD* и выбрать слои для импорта. При выборе слоёв следует указывать, на какой слой Altium Designer будет передана импортируемая информация. Для контура платы обычно используется графический слой *Mechanical 1*, поэтому именно он был выбран напротив исходного слоя *Layer*, при этом для слоя 0 выбрана настройка *Not Imported* (не импортировать).

После установки всех параметров в соответствии с рисунком 1 нажимаем кнопку *OK*, и в рабочей области редактора появляется импортированный контур. Теперь программе необходимо указать, что этот контур является границами платы. Для этого выделяем весь импортированный контур и выполняем команду *Design > Board Shape > Define from Selected Objects*, после чего область внутри контура становится чёрной, а снару-

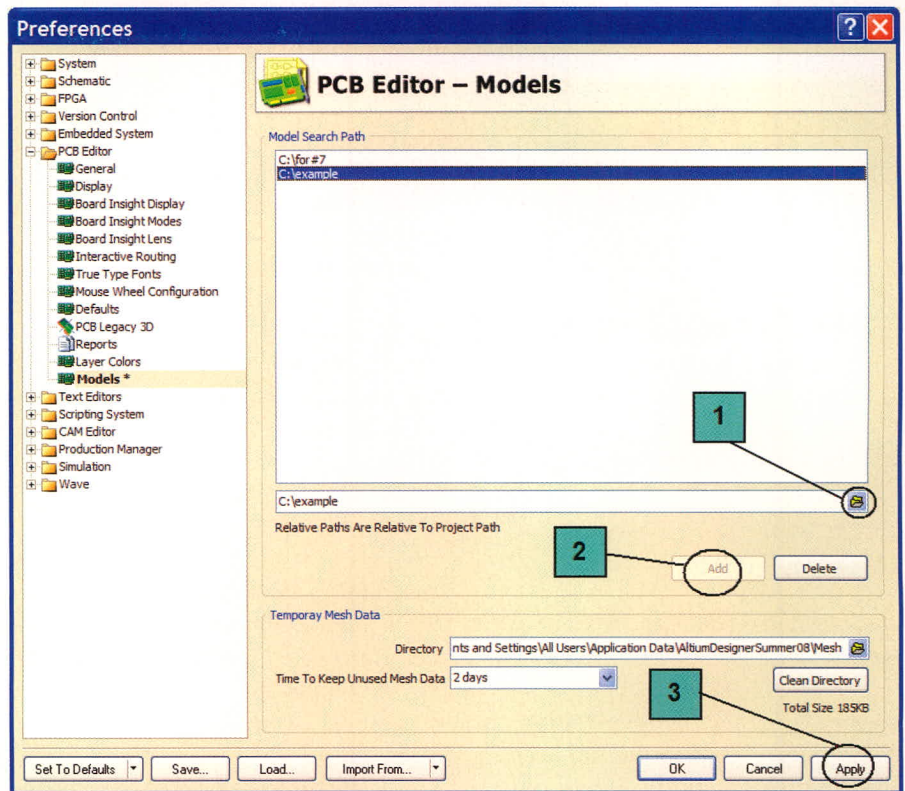


Рис. 2. Подключение папки с моделями STEP

жи – серой, что свидетельствует о корректном создании платы.

Создание контура платы посредством импорта сложного контура из механических САПР в формате DXF (DWG) является наиболее удобным, но не обладает возможностью взаимного редактирования. Поясним, о чём идёт речь. В последней версии программы имеется возможность в качестве платы использовать внешнюю модель в формате STEP, при этом, если в исходной программе изменяется контур платы или отверстия, они автоматически сохраняются в начальную модель STEP и переносятся в Altium Designer.

Рассмотрим процедуру создания ссылки на модель STEP в качестве контура платы на конкретном примере. В качестве заготовки воспользуемся моделью плата.STEP из папки Example. Прежде чем приступить к подключению данной модели, выполним некоторые подготовительные действия. Во-первых, сделаем «откат» (Ctrl+Z) последних действий, чтобы убрать ранее созданный контур платы. Во-вторых, для использования возможности задавать ссылки на модели STEP необходимо в настройках заранее указать расположение папки с моделями, для чего откроем окно *DXP > Preferences > PCB Editor > Models*. В появившемся окне

следует нажать кнопку и указать путь к расположению моделей, в нашем случае .../example (в которой находится файл плата.step), после чего нажать кнопку *Add*. В списке подключенных папок с моделями появляется новая ссылка, после чего нажимаем кнопку *OK* (см. рис. 2).

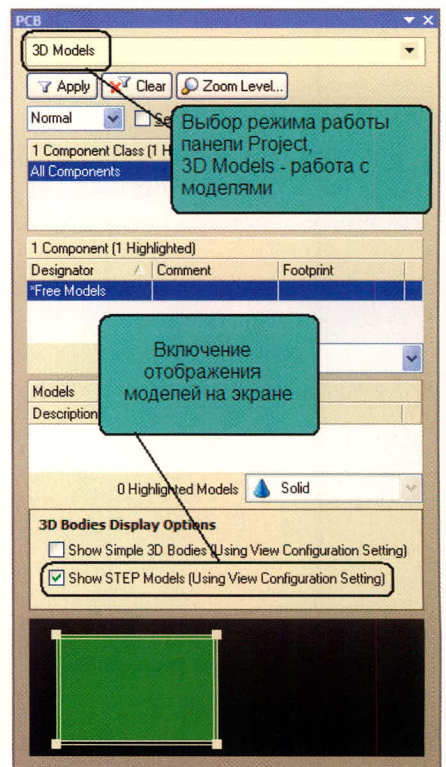


Рис. 3. Новый режим работы панели Project – работа с 3D-моделями

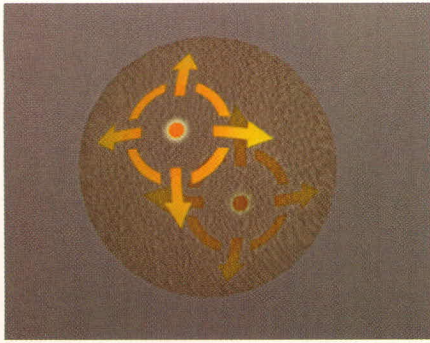


Рис. 4. Кнопки поворота платы в трёхмерном формате

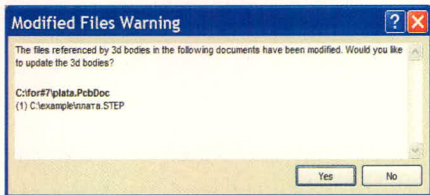


Рис. 5. Сообщение об обновлении модели

Чтобы использовать STEP-модель платы, ранее созданной в механической САПР, необходимо переключиться в трёхмерный режим работы. Переключения между двумерным и трёхмерным режимами работы выполняются нажатием клавиш 2 и 3, при этом следует помнить, что не все видеокарты поддерживают режим работы с трёхмерной графикой (необходима видеокарта с поддержкой DirectX9.0C и Shared Mode 3.0). Итак, после нажатия клавиши 3 программа переходит в трёхмерный режим работы, и плата отображается синим цветом. Теперь необходимо включить отображение STEP-моделей, ко-

торое выполняется через панель *Project* (см. рис. 3). Далее можно разместить модель STEP в рабочей области, для чего выполним команду *Place > 3D Body* и на экране появится диалог *3D Body*. В появившемся окне выбираем тип модели *Generic STEP Model* и в нижней части нажимаем кнопку *Link to Step Model*.

После предложения создать ссылку на модель откроется окно, в котором показана ранее заданная папка и все хранящиеся в ней модели. В списке выбираем модель платы STEP и нажимаем кнопку *OK*. Теперь в диалоге *3D Body* нажимаем кнопку *OK* и размещаем модель в рабочей области нажатием ЛКМ. После размещения модели программа предлагает установить следующую модель; в нашем случае следует отказаться от этого нажатием кнопки *Cancel*. Последним шагом необходимо указать, что добавленная модель в формате STEP является платой, для чего выполним команду *Design > Board Shape > Define from 3D Body* и два раза щёлкнем мышью на добавленной модели. В результате будет выведено сообщение, в котором предлагается задать контур платы из выбранной модели, с чем следует согласиться.

Теперь плата существует в трёхмерном виде со ссылкой на модель STEP, и её можно вращать во всех плоскостях нажатием клавиши Shift, после чего на экране появится «шар со стрелками» (см. рис. 4), на котором расположены кнопки управления поворотом:

- при наведении курсора на стрелки и движении мыши с нажатой правой клавишей будет осуществляться поворот в указанном стрелкой направлении;
- при наведении курсора на дуги и движении мыши с нажатой правой клавишей будет осуществляться поворот в плоскости рабочей области;
- при наведении курсора на точку и движении мыши с нажатой правой клавишей будет осуществляться свободное вращение.

В результате описанных выше действий мы получили плату в Altium Designer со ссылкой на модель STEP. Следует отметить, что круглые отверстия, которые были созданы в механической САПР, конвертировались в контактные площадки со свойствами обычных крепёжных отверстий. Если на последующем этапе проектирования модель платы будет изменена в той программе, в которой она была создана, то в Altium Designer при обращении к этой модели будет выдано сообщение, показанное на рисунке 5. В сообщении предлагается обновить модель платы в соответствии с исходной моделью в формате STEP.

Кроме инструментов по созданию контура печатной платы в выпадающем меню *Design > Board Shape* содержатся команды для формирования вырезов в плате и несколько команд для редактирования ранее созданного контура платы.

РАБОТА СО СЛОЯМИ

После создания контура платы перейдём ко второму шагу разработки конструктивных параметров платы, на котором определяется порядок расположения слоёв печатной платы. Как известно, работа ведётся с несколькими слоями печатной платы: топология проводников разрабатывается на одних слоях, пасты и маски наносятся в других, и т.д. В программе P-CAD все слои делились на три вида: *Signal* (сигнальные), *Plane* (экранные) и *NonSignal* (не сигнальные). В программе Altium Designer похожее деление, за исключением того, что не сигнальные слои делятся на группы по функциональному назначению.

Просмотр всех существующих слоёв проекта и управление их отображением выполняется в окне *View Configurations*, которое вызывается командой *Design > Board Layer & Colors* или нажатием клавиши L. Если эта

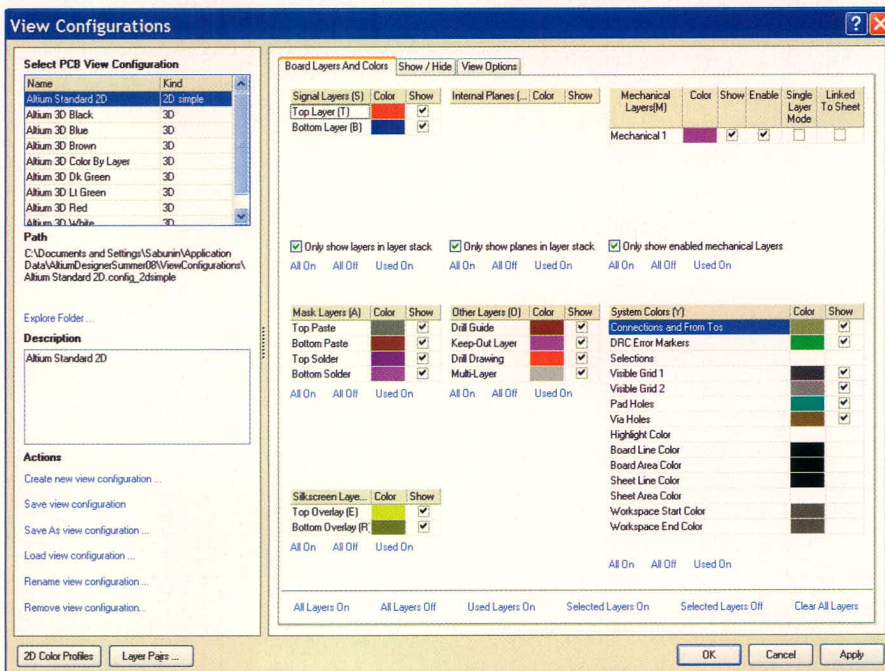


Рис. 6. Настройки отображения слоёв

клавиша была нажата во время работы в двумерном режиме, то окно на экране будет выглядеть согласно рисунку 6. Здесь в правой части показаны группы слоёв редактора плат:

- *Signal Layers* (сигнальные слои) – предназначены для создания топологии проводящего рисунка;
- *Internal Layers* (экранные слои) – предназначены для расположения внутренних полигонов земли и питания, но не для прокладки проводников, и информация в них отображается инверсно;
- *Mechanical Layers* (графические слои) – используются для вспомогательной графической информации, например контур платы, и т.д.;
- *Mask Layers* – слои паяльной пасты и защитной маски;
- *Other Layers* – дополнительные слои, к которым относятся слой зоны запрета и слои, отображающие отверстия в плате;
- *Silkscreen Layers* – слои шелкографии, в которых располагается информация для маркировки на плате;
- *System Layers* (системные слои) – правильно было бы назвать их «системные цвета», к которым от-

носится цвет фона, сетки, соединения и др.

В данном окне нельзя добавлять и удалять слои: здесь выполняется управление видимостью слоёв, для чего используются кнопки в виде гиперссылок под каждой группой слоёв. Например, для сигнальных слоёв – кнопки *All On, All Off, Used On* (Включить все, Выключить все и Включить только используемые сигнальные слои).

Кроме страницы отображения слоёв, в окне *View Configurations* содержатся вкладки *Show/Hide* и *View Options*. На первой вкладке задаётся режим отображения примитивов (см. рис. 7), который может быть *Final* – полное отображение, *Draft* – отображение в виде контура, *Hidden* – скрыть примитивы. На второй вкладке (*View Options*) устанавливаются дополнительные настройки отображения, из которых на данном этапе следует обратить внимание на параметр *Origin Marker*, который включает отображение начала координат. Закроем окно *View Configuration* нажатием кнопки *OK*.

Добавление новых слоёв и управление их положением в стеке печат-



Рис. 7. Переключение режимов отображения примитивов

ной платы производится в окне, которое вызывается командой *Design > Layer Stack Manager* (см. рис. 8). В данном окне показана структура печатной платы, на которой видно расположение сигнальных и внутренних экранных слоёв. В правой части окна отображается набор команд для управления порядком расположения слоёв. Кнопки *Add Layer* и *Add Plane* добавляют сигнальный и экранный слои соответственно; всего в программе Altium Designer может быть создано 32 сигнальных и 16 экранных слоёв. Использование экранных слоёв (*Plane Layer*) изначально не востребовано в практике большинства отечественных предприятий, т.к. вызывает трудности в использовании. Во-первых, на таких

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Международный промышленный форум «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ»

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ
МАТЕРИАЛЫ
КОНСТРУКТИВЫ
ТЕХНОЛОГИИ
ОБОРУДОВАНИЕ
ПРИБОРЫ

9-12 ДЕКАБРЯ 2008

Санкт-Петербург, Петербургский СКК
тел./факс: (812) 777 0407, 718 3537
e-mail: radel@orticon.com
www.farexpo.ru

Radel

Организаторы:

www.farexpo.ru

Техно&Ком

Вас приглашают:

реклама

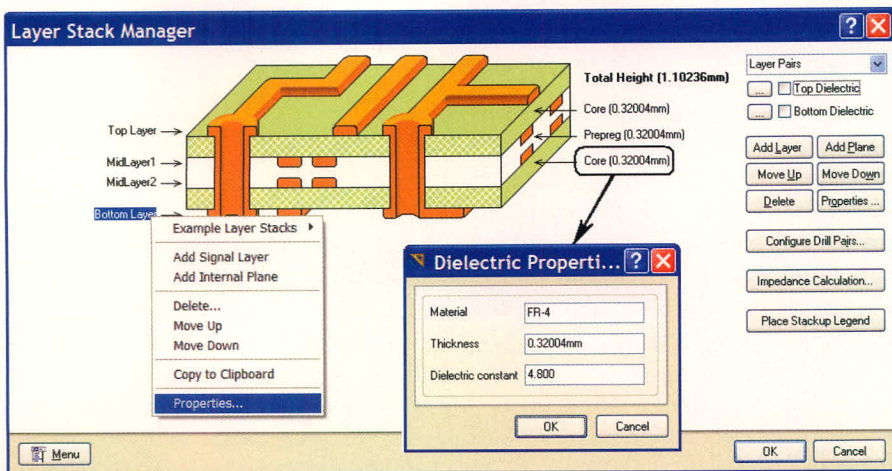


Рис. 8. Управление стеком слоёв

слоях нельзя создавать проводники; во-вторых, не всегда удобно работать с инверсно отображёнными слоями.

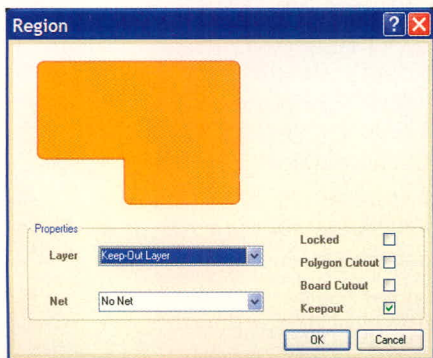


Рис. 9. Свойства зоны запрета

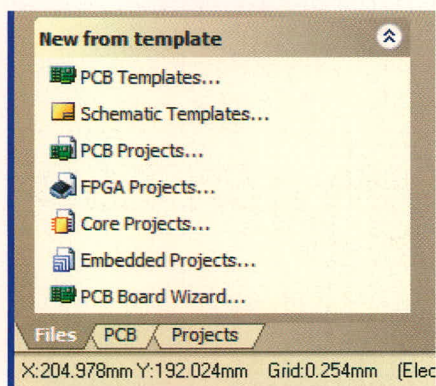


Рис. 10. Запуск мастера создания печатных плат

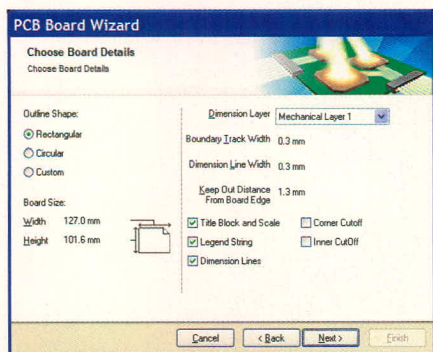


Рис. 11. Мастер создания печатных плат

Для расположения внутренних полигонов питания и земли используются обычные сигнальные слои, которые обладают большей гибкостью при работе. Кнопки *Move Up* и *Move Down* (см. рис. 8) перемещают выбранный слой вверх и вниз по списку. Для изменения свойств слоя можно выполнить двойное нажатие ЛКМ на его названии или использовать кнопку *Properties*.

При намерении разработчика провести анализ целостности сигнала (команда меню *Tools > Signal Integrity*) необходимо правильно указать следующую информацию. Для сигнальных слоёв: *Name* – задаваемое пользователем название слоя; *Copper thickness* – толщина слоя металлизации, необходимая для анализа целостности сигналов. Для внутренних слоев питания и заземления: *Name* – задаваемое пользователем название слоя; *Copper thickness* – толщина слоя металлизации, необходимая для анализа целостности сигналов. Для подложек и изолирующих слоев: *Material* – тип используемого материала; *Thickness* – толщина диэлектрического слоя, необходимая для анализа целостности сигналов; *Dielectric constant* – относительная диэлектрическая проницаемость материала, необходимая для анализа целостности сигналов.

При формировании стека слоёв конструктор должен определить пары слоёв для сверления отверстий (*drill-pairs*). Термин *drill-pairs* относится к двум слоям, участвующим в сверлении (начальный и конечный слой). Если на плате не применяются глухие и скрытые переходные отверстия, то в проекте присутствует только одна пара слоёв сверления, состоя-

щая из верхнего и нижнего слоёв. Эта пара устанавливается по умолчанию и не подлежит ни удалению, ни модификации.

Пары слоёв сверления задаются в диалоговом окне *Drill-Pair Manager*, которое вызывается нажатием кнопки *Drill-Pair* в диалоговом окне *Layer Stack Manager*. При использовании в проекте глухих и скрытых переходных отверстий, пары слоёв сверления должны быть определены с учётом используемого стиля стека слоёв в строгом соответствии с требованиями представителей производства.

КРЕПЁЖ И ЗОНЫ ЗАПРЕТА

Последние действия на подготовительном этапе разработки печатной платы – это установка крепёжных отверстий и формирование зон запрета для металлизации. Крепёжные отверстия определяются командой *Place > Pad* как обычные контактные площадки. После запуска команды размещения отверстий следует нажать клавишу *Tab*, в свойствах указать нулевые значения в параметрах формы контактной площадки (*Size and Shape*) и при необходимости отключить металлизацию внутри отверстия (*Plated*). Следует отметить, что при формировании контура платы посредством импорта модели платы в формате STEP были автоматически созданы отверстия, в свойства которых включена металлизация и сформирован поясок металлизации, равный диаметру отверстия.

Для расположения зон запрета для металлизации используется группа команд *Place > Keepout*, в которой содержатся инструменты формирования линий запрета и полигонов запрета. Исторически сложилось, что зоны запрета в виде линий (а также дуг) не воспринимаются автоматическими трассировщиками *Spectra* и *Situs*, поэтому рекомендуется их выполнять только с помощью команды *Place > Keepout > Solid Region*. Кроме необходимости использовать зоны запрета только в виде полигона следует отслеживать слой, на котором выполнена графика, относящаяся к *Keepout* (зоне запрета).

При размещении зоны запрета, действующей на все сигнальные слои брать слой *Keep-Out layer*; в противном случае в этом окне придётся выбрать конкретный слой, на который

оказывает действие данная зона запрета. Зону запрета можно создать и для определённой цепи, которая указывается в окне *Net* свойств полигона (см. рис. 9).

Итак, мы рассмотрели комплекс мероприятий по формированию конструктивных особенностей печатной платы. Все описанные выше действия можно выполнить, используя мастер создания печатных плат, в котором параметры платы, создаваемые вручную, будут сгенерированы автоматически путём пошагового ввода информации о плате.

МАСТЕР СОЗДАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Вернёмся к начальному этапу и создадим плату для данного проекта с помощью мастера печатных плат, для чего выберем команду *PCB Board Wizard* в панели *File* (см. рис. 10). Появившийся мастер *PCB Board Wizard* последовательно запрашивает информацию о печатной плате, которая затем оформляется в виде конструктивных параметров и правил проектирования. Для продолжения в появившемся окне нажмём кнопку *Next*. В следующем окне будет предложено выбрать систему единиц измерения, – в нашем случае это метрическая система. Нажмём кнопку *Next*. Далее будет предложен список существующих шаблонов стандартных промышленных печатных плат; поскольку шаблон отсутствует, выбираем *Custom* (пустой бланк). Появляется окно, в котором необходимо задать форму и размеры будущей платы (см. рис. 11). В правой части данного окна задаётся толщина линий прорисовки границы платы (*Boundary Track Width*) и размеров (*Dimension Line Width*), а также отступ от края платы (*Keepout Distance From Board Edge*).

Следующее окно предложит выбрать число сигнальных слоёв, а также внутренних слоёв питания и заземления. Наша плата будет иметь только два сигнальных слоя, поэтому в поле *Signal Layers* следует ввести число 2, а в поле *Power Planes* – число 0. Для продолжения нажмём кнопку *Next*. Далее следует определить тип переходных отверстий. Поскольку мы проектируем простую двухстороннюю плату, выберем тип *Thru-hole Vias* (сквозные переходные отверстия). Заметим, что

Altium Designer позволяет использовать на многослойных платах слепые и глухие переходные отверстия, в том числе и по технологии *Microvia*. Для использования слепых и глухих переходов в текущем окне следует выбрать параметр *Blind and Burier Vias Only*.

В следующем окне необходимо выбрать преобладающую технологию монтажа компонентов (поверхностный или монтаж в отверстия). При выборе параметра *Thru-hole components* (монтаж в отверстия) ниже указывается допустимое число проводников между смежными контактными площадками. Если был выбран параметр *Surface-mount components* (поверхностный монтаж), ниже указывается, разрешено или нет двухстороннее размещение SMD-компонентов.

На следующем шаге требуется задать размеры объектов на печатной плате, которые будут преобразованы мастером в правила проектирования (см. рис. 12). Здесь задаются минимально допустимые: ширина проводника (*Track Size*), диаметр площадки переходного отверстия (*Via Width*), диаметр переходного отверстия (*Via Hole Size*) и зазор между проводниками (*Clearance*). Для простоты оставим значения по умолчанию. Нажмём кнопку *Next*. Последнее диалоговое окно сообщает, что создание заготовки платы завершено. Если необходимо внести исправления, то с по-

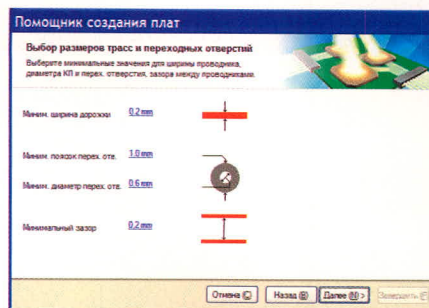


Рис. 12. Мастер создания печатных плат (русифицированный интерфейс)

мощью кнопки *Back* можно вернуться в соответствующее окно. Если исправления не требуются, нажимаем кнопку *Finish*.

После описанных действий откроется файл платы созданного шаблона с базовыми настройками. Описанный выше мастер удобен для создания печатных плат, имеющих простой контур.

Итак, мы рассмотрели варианты разработки конструктива платы и подошли к основной стадии проектирования печатной платы. В следующей статье будут рассмотрены вопросы передачи информации из схемы на плату, формирование классов различных объектов и разработка правил проектирования.

Для более подробного изучения материала рекомендуется просмотреть следующие файлы документации Altium Designer: TR0112 PCB Editor and Object Reference.pdf, TU0132 Integrating MCAD Objects and PCB Designs.pdf. ©

Промышленный пол ESD

Только от ROMEX®

Тел: +49 30 / 51 06 09 28
www.romex-export.de

реклама

Практический курс моделирования магнитоуправляемых датчиков положения и скорости на базе конечно-элементного программного пакета FLUX

Часть 2. Магнитоэстатическое моделирование компонентов рабочей зоны датчика

(продолжение)

Светлана Сысоева (Москва)

Во второй части статьи демонстрируются моделирующие возможности пакета FLUX 10.1.2 в реализации этапов магнитоэстатического расчёта датчика скорости ферромагнитного зубчатого ротора.

СБОРКА МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ

Основные этапы геометрического моделирования включают:

- создание нового проекта и сохранение под именем, например, MAG_SYSTEM_REF_3D.FLU;
- импорт геометрии объектов из проектов Pattern_rotor_3D.FLU и MAGNET_3D.FLU. Если значения параметров и параметры СК соответствуют тем, что были приведены выше, магнит и рисунок ротора бу-

дут позиционированы относительно друг друга без погрешностей (см. рис. 12а);

- создание параметра AIRGAR=3;
- модификацию смещения СК COORDSYS_MAG_SENSOR относительно COORDSYS_MAIN к значению TOOTH_OR+AIRGAR;
- построение домена или помещения бесконечного бокса *Infinite box* посредством команды *Geometry, Infinite box New* (см. рис. 12б).

На данном этапе моделирования важно отметить, что в пакете Flux возможно создание двух типов бесконечного бокса – кубического и цилиндрического типов, которые центрированы в координатной системе с точкой центра с глобальными координатами (0,0,0). Кубический бокс объединяет 16 точек и 32 линии, размеры которых задаются пользователем. Цилиндрический бокс может размещаться вдоль осей X, Y или Z и объединяет 32 точки и 32 линии.

Пусть в данном проекте будет выбран цилиндрический тип геометрии бокса. Поскольку в пакете Flux рекомендуется устанавливать расстояние

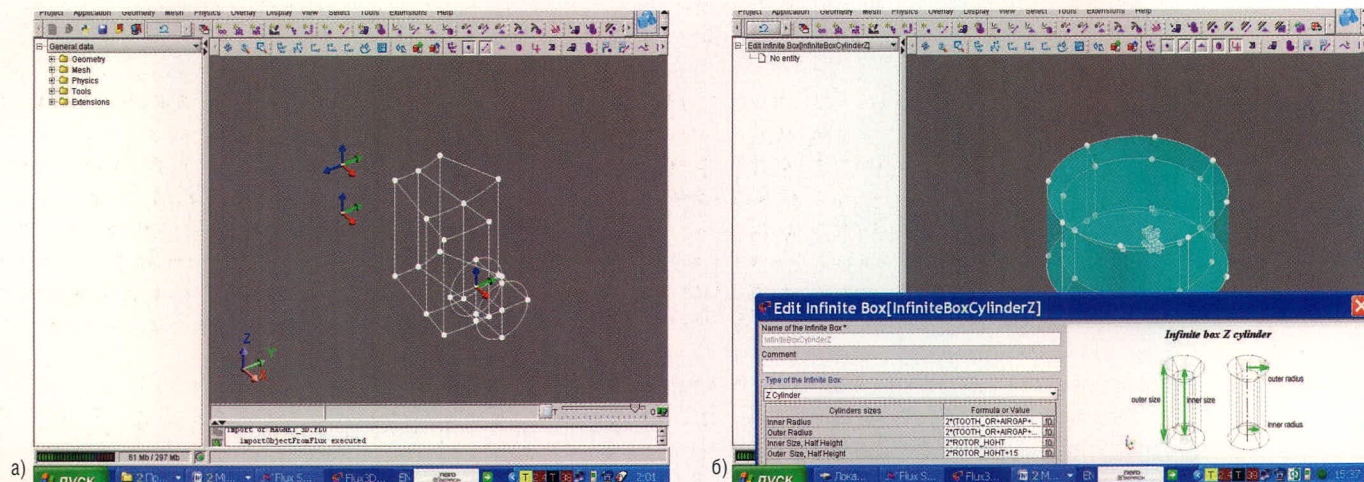


Рис. 12. Иллюстрация геометрического процесса сборки магнитной системы датчика

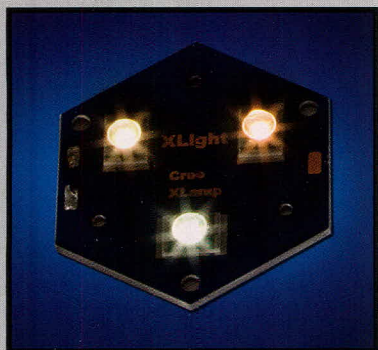
- (а) результат импортирования геометрических объектов рисунка ротора и магнита – статора;
- (б) результат помещения цилиндрического типа геометрии бокса вместе с окном, открытым для редактирования его свойств



МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ ОСВЕТИТЕЛЬНОГО КЛАССА

ОСОБЕННОСТИ

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



- Все оттенки белого цвета свечения:
 - ▶ холодный белый от 5000K до 10000 K
 - ▶ естественный белый от 3700K до 5000K
 - ▶ теплый белый от 2600K до 3700K
 - Самые высокие значения светового потока:
 - ▶ холодный белый 114 Лм @ 350мА
 - ▶ естественный белый 87,4 Лм @ 350 мА
 - ▶ теплый белый 80,6 Лм @ 350 мА
 - Гарантия стабильности цветовых характеристик
 - Снижение светового потока не более 30% за 50000 часов
 - Соответствие самым высоким стандартам светодиодной индустрии
- Наружное освещение: парковое, уличное освещение, пешеходные переходы
 - Переносные прожекторы и фонари
 - Системы общего освещения: ЖКХ, автомобильные парковки
 - Подсветка витрин, рекламных щитов
 - Архитектурная и ландшафтная подсветка
 - Автономные системы освещения с питанием от солнечных батарей
 - Аварийное освещение

Преимущества освещения на основе светодиодных ламп Cree:

- >> Высокая световая отдача: более 100 Лм/Вт @ 350мА
- >> Высокое качество света: CRI > 80
- >> Самая высокая надежность в отрасли
- >> Экологическая безопасность: не содержит ртути, свинца, других тяжелых металлов
- >> Энергетическая эффективность
- >> Работоспособность при экстремально низких температурах: до -190°C*

*По результатам исследований ФТИ имени А.Ф. Иоффе

Приглашаем Вас на семинар CREE 28 апреля 2008 года

Регистрация на сайте www.prochip.ru

реклама

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР CREE В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT® АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • info@prochip.ru • www.prochip.ru • www.cree.ru

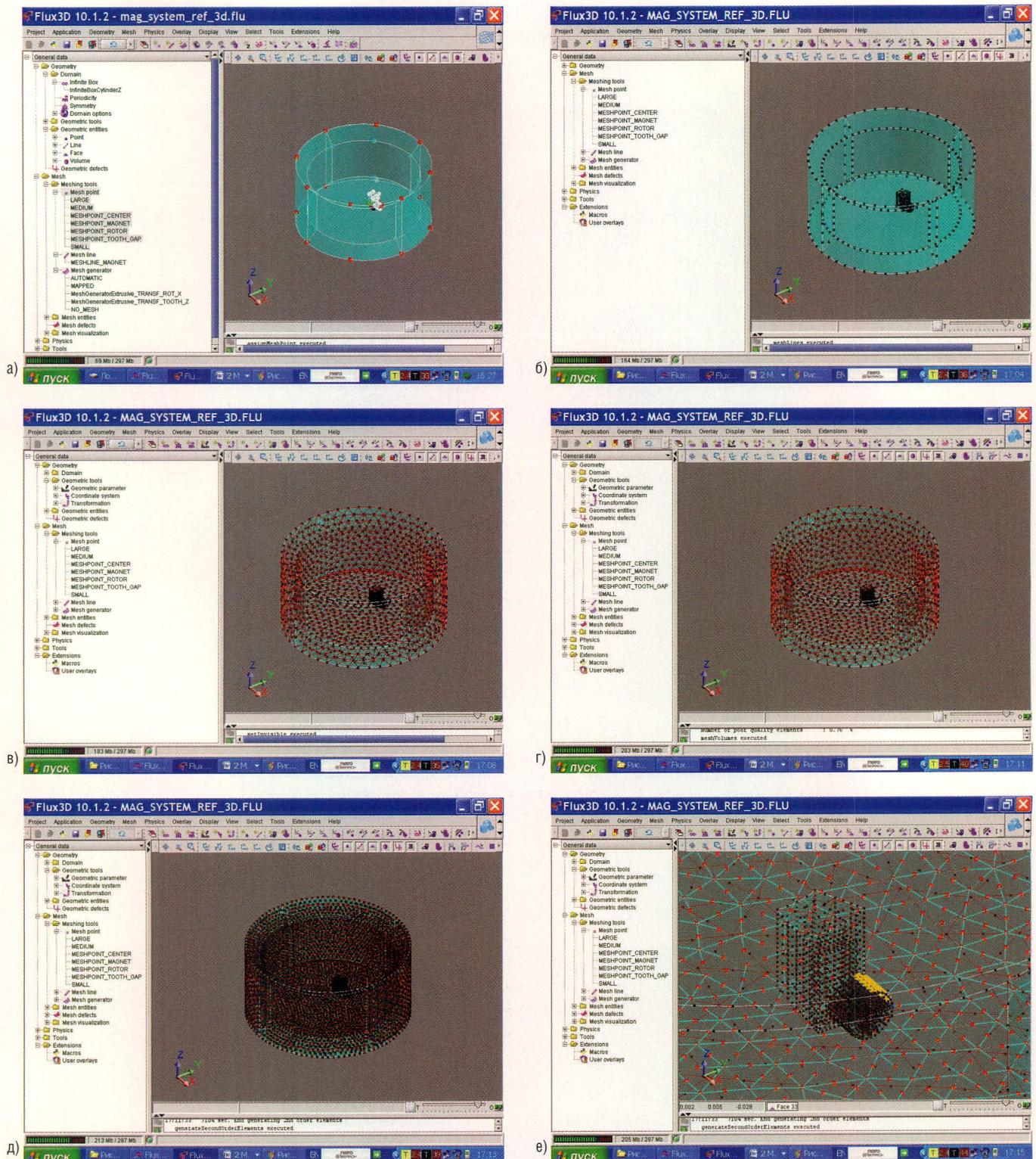


Рис. 13. Иллюстрация этапов конечно-элементного описания сборки магнитной системы датчика

(а) результат выполнения назначения предопределённых точек сетки геометрическим точкам бесконечного бокса; (б) результат выполнения команды генерации сетки для линий; (в) результат выполнения команды генерации сетки для поверхностей; (г) результат выполнения команды генерации сетки для объёмов; (д) результат выполнения команды генерации элементов второго порядка; (е) увеличенное изображение результата конечно-элементного описания магнитной системы датчика

между устройством и поверхностью интерьера по меньшей мере равным размерам устройства в данном направлении, внутренний радиус бокса должен быть как минимум равным $\ast(\text{TOOTH_OR} + \text{AIRGAP} + \text{MAGNET_HGH T})$, а половина его высоты – равной $2 \ast \text{ROTOR_HGHT}$. Добавление беско-

нечного бокса – это применение метода трансформации пространства, для которого далее выполняется автоматическое построение контуров (кнопкой *Build faces*) и объёмов (*Build volumes*). Результат объёмного моделирования вместе с окном редактирования бокса показан на рисунке 12б.

Для лучшей визуализации дальнейшего процесса моделирования близлежащие к наблюдателю контуры экстерьера и интерьера (поверхности, которые выбираются в графической зоне с клавишей CTRL или индивидуально) устанавливаются невидимыми контекстной командой *Set invisible*.

Этапы КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Средства, доступные для моделирования, включают созданные ранее точки сетки, линию сетки, генераторы MeshGeneratorExtrusive_Transf_ROT_X, MeshGenerator-

Extrusive_Transf_TOOTH_Z. Процесс генерации сетки модели включает в себя:

- модификацию двух предопределённых точек сетки (пусть LARGE = 12 мм, MEDIUM = 8 мм);
- назначение точек MEDIUM и LARGE точкам бокса – внутренним и внешним соответственно;

- генерирование сетки для линий, контуров, объёмов, генерация элементов второго порядка.

Результаты конечно-элементного моделирования показаны на рисунке 13.



Продолжение следует

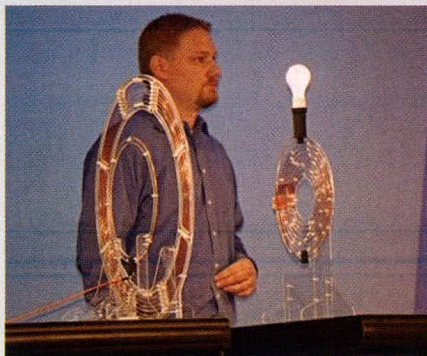
Новости мира News of the World Новости мира

IDF SF 2008: WiTricity – беспроводное электричество

Наверняка многие пользователи персональных компьютеров, да и иной бытовой электроники, мечтают о полном отказе от использования проводов. И если в случае передачи информации такой вариант вполне возможен – к данному моменту уже разработан целый спектр технологий, и появляются новые, более скоростные и универсальные решения, – то вот для питания электронных/электрических приборов отказ от проводов казался околонулевой фантастикой. На самом деле ничего невозможного нет, что и подтвердил августовский форум IDF 2008, где на одной из презентаций публике показали систему беспроводной передачи электроэнергии.

Сотрудник компании Intel, Джошуа Смит (Joshua R. Smith), работающий в команде с физиком Массачусетского Технологического Института Марином Сольяичем (Marin Soljacic), разработали уникальную на сегодняшний день систему передачи электроэнергии, основанную на феномене резонансной электромагнитной индукции. Теоретическая база разработана сотрудниками MIT, а совместно с исследователями Intel проект, получивший обозначение WiTricity (Wireless Electricity – беспроводное электричество), доведён до воплощения в «железе».

Установка представляет собой две антенны (диаметр основной антенны составляет чуть более полуметра), выполненные, по всей видимости, из меди; одна из антенн создаёт в пространстве около себя электромагнитное поле, индуцирующее переменный электрический ток в контуре второй антенны. Надо сказать, что даже первые прототипы системы впечатляют своими характеристиками – в ходе демонстрации исследователи передавали электроэнергию, которой хватало для работы 60-ваттной лампочки, на расстояние от 0,6 до 1,0 м. Довольно высок и КПД – около 75%. В случае беспроводной передачи электроэнергии на расстояние до нескольких метров КПД установки заметно падает – до 50%. Но даже в этом случае установку WiTricity можно использовать, напри-



мер, для подзарядки аккумуляторов ноутбука, мобильного телефона, плеера и пр.

К некоторому сожалению, нам приходится констатировать, что до полного отказа от проводов пройдёт ещё значительный отрезок времени, – пока компания Intel планирует подготовить систему беспроводной подзарядки мобильных компьютеров. Когда дело дойдёт до настольных компьютеров, бытовой электроники – неизвестно. Но с уверенностью можно говорить, что у новинок появится множество противников – до сих пор не утихают разговоры о возможном влиянии магнитного поля мобильных телефонов на здоровье человека, а ведь система WiTricity должна создавать гораздо более сильное и протяжённое в пространстве электромагнитное поле. Тем не менее, будущее именно за подобными решениями, ведь они позволяют полностью отказаться от проводов, которые не только неудобны, но и во многих случаях сильно портят домашний интерьер.

The New York Times

Учёные преодолели дифракционный предел с помощью терагерцовой волны

Японским учёным удалось разработать технологию съёмки изображений с пространственным разрешением, превышающим дифракционный лимит, используя электромагнитную волну с частотой около 1 ТГц.

Захватывая ограниченную электромагнитную область (относимую к свету ближнего поля (near-field light)), создаваемую за диафрагмой, размером меньше длины волны, учёные Агентства науки и технологии Японии и Японского института физи-

ческих и химических исследований достигли пространственного разрешения в 9 мкм с помощью электромагнитной волны длиной 214,6 мкм. Это становится возможным путём объединения в одном полупроводниковом устройстве диафрагмы, ближнепольного датчика и детектора.

Терагерцовая электромагнитная волна располагается между видимым светом и другими волнами и проходит через материалы, не пропускающие свет. Если сравнивать электромагнитную волну с электроном, терагерцовая волна имеет фотонную энергию около миллиэлектронвольта, что сопоставимо с электронно-возбуждённым состоянием полупроводника или сверхпроводника.

Терагерцовые волны имеют большую длину, составляющую около 100...500 мкм. Без технологии ближнего светового поля возможно воссоздать лишь пространственное изображение, эквивалентное длинам волн. Кроме того, не существовало ни одного коммерческого детектора с достаточной чувствительностью.

На этот раз сделано устройство, объединяющее компоненты для измерения ближнепольного света в одном полупроводниковом чипе с GaAs/AlGaAs-гетероструктурой. Ближнепольный датчик расположен непосредственно позади диафрагмы диаметром 8 мкм. После включения в схему датчика распределение электромагнитного поля ближнепольного света в диафрагме, которое иначе локализуется в одной области, может быть пространственно расширено.

Двумерный электронный газ, который находится между GaAs и AlGaAs, расположен на 60 нм ниже датчика и используется как детектор. Детектор измеряет интенсивность распределения электромагнитной волны, основываясь на изменении напряжения двумерного электронного газа. Тем самым улучшена чувствительность.

Выявленные свойства позволят использовать терагерцовые волны для исследования пищи, неразрушающего контроля конструкций и биологических тестов. Устройство также имеет преимущество в том, что электромагнитные волны взаимодействуют только с ближнепольным светом.

techon.nikkeibp.co.jp

Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx

(часть 17)

Валерий Зотов (Москва)

Семнадцатая часть курса знакомит с параметрами отчётов о выполнении процедуры анализа временных характеристик, который проводится после отображения логического описания проекта на физические ресурсы ПЛИС и после размещения и трассировки проектируемого устройства в кристалле, и параметрами полной временной модели разрабатываемого устройства. Рассматривается выполнение процесса реализации разрабатываемого устройства в ПЛИС с архитектурой FPGA. Приводятся необходимые сведения о структуре и содержании отчётов, формируемых на этом этапе.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОТЧЁТА О ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЦЕДУРЫ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПРОВОДИМОГО ПОСЛЕ ОТОБРАЖЕНИЯ ЛОГИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРОЕКТА НА ФИЗИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КРИСТАЛЛА ПЛИС СЕМЕЙСТВ FPGA

Как уже упоминалось, отчёт проводится после отображения логического описания проекта на физические ресурсы кристалла ПЛИС семейств FPGA.

Параметр *Report Type* определяет уровень детализации отчёта, формируемого по результатам проведённого анализа временных характеристик проекта. Выпадающий список содержит два возможных значения: *Error Report* и *Verbose Report*. При использовании значения *Error Report*, установленного по умолчанию, отчёт содержит только сообщения об ошибках и данные задержек сигналов для соответствующих цепей. Значение *Verbose Report* предписывает включать в состав отчёта подробную информацию о задержках всех цепей проекта, для которых установлены временные ограничения.

Значение параметра *Number of Items in Error/Verbose Report (0 – 2 Billion)* указывает максимальное количество элементов, представленных в отчёте об ошибках. По умолчанию

этот параметр принимает значение «3». Для его изменения следует после активизации соответствующего поля редактирования воспользоваться клавиатурой или кнопками в правой части этого поля.

Параметр *Perform Advanced Analysis* предоставляет возможность проведения углублённого анализа выполнения всех временных ограничений, указанных в проекте. Значение «выключено», установленное по умолчанию, запрещает проведение расширенного анализа.

Параметр *Change Device Speed To* рекомендуется применять для исследования временных характеристик критических цепей проекта при изменении быстродействия кристалла, используемого для его реализации. Варьируя значение этого параметра, можно определить быстродействие ПЛИС, необходимое для удовлетворения всех временных ограничений проекта. Содержание выпадающего списка возможных значений этого параметра зависит от выбранного семейства и типа ПЛИС для реализации проектируемого устройства.

Значение параметра *Report Uncovered Paths (Number of Items)* указывает количество сообщений о цепях, которые не подвергались влиянию временных ограничений. По умолчанию информация об указанных цепях не включается в состав формируемого отчёта о результатах статического временного анализа, выпол-

няемого после отображения логического описания проекта на физические ресурсы кристалла.

С помощью параметра *Report Fastest Path(s) in Each Constraint* можно добавить в отчёт информацию о наиболее быстрых путях распространения сигналов, которая относится к заданным временным ограничениям, устанавливаемым выражениями *OFFSET OUT* и *FROM:TO*. Эта информация позволяет оценить имеющиеся ресурсы для выполнения указанных временных ограничений. При использовании значения «выключено», установленного по умолчанию, сведения о наиболее быстрых путях распространения сигналов не включаются в состав отчёта о выполнении процедуры анализа временных характеристик, проводимого после отображения логического описания проекта на физические ресурсы кристалла ПЛИС семейств FPGA.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОТЧЁТА О ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЦЕДУРЫ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПРОВОДИМОГО ПОСЛЕ РАЗМЕЩЕНИЯ И ТРАССИРОВКИ ПРОЕКТА В КРИСТАЛЛ ПЛИС СЕМЕЙСТВ FPGA

Параметры *Report Type*, *Number of Items in Error/Verbose Report (0 – 2 Billion)*, *Perform Advanced Analysis*, *Change Device Speed To*, *Report Uncovered Paths (Number of Items)* и *Report Fastest Path(s) in Each Constraint* выполняют те же функции, что и одноименные опции, рассмотренные выше, но относятся к отчёту о результатах анализа временных характеристик, который осуществляется после выполнения размещения и трассировки проектируемого устройства в кристалле.

С помощью параметра *Stamp Timing Model Filename* можно указать названия файлов, которые описывают вре-

менную модель проекта и могут использоваться в процессе анализа результатов размещения и трассировки. Чтобы изменить значение этого параметра, нужно активизировать соответствующее поле редактирования, после чего воспользоваться клавиатурой или стандартной панелью выбора файла, доступ к которой открывает кнопка с пиктограммой в виде многоточия «...», появляющаяся в правой части поля.

Параметр *Timing Specification Interaction Report File* позволяет задать название файла отчёта со спецификацией взаимосвязей Timing Specification Interaction (TSI) и его расположение на диске. Для модификации этого параметра используются те же способы определения названия файлов, что и для предыдущего параметра.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ ПОЛНОЙ ВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ В КРИСТАЛЛАХ ПЛИС С АРХИТЕКТУРОЙ FPGA

Как и для проектов, разрабатываемых на базе ПЛИС семейств CPLD, таблица параметров формируемой полной временной модели разбита на три секции: *General Simulation Model Properties*, *VHDL Simulation Model Properties* и *Verilog Simulation Model Properties*. Однако состав параметров, представленных в этих секциях, отличается для устройств, реализуемых на основе кристаллов с архитектурой FPGA.

Параметры *Simulation Model Target*, *Generate Post-Fit Simulation Model*, *Bring Out Global Set/Reset Net as a Port*, *Global Set/Reset Port Name*, *Generate Testbench File*, *Rename Design Instance in Testbench File to* и *ther NETGEN Command Line Options*, расположенные в первой части таблицы (*General Simulation Model Properties*), выполняют те же функции, что и при генерации полной временной модели проектируемых устройств, разрабатываемых на базе ПЛИС семейств CPLD. Эти функции были рассмотрены в тринадцатой части настоящего цикла публикаций.

Параметр *Device Speed Grade/Select ABS Minimum* позволяет при формировании полной временной модели

проектируемого устройства изменить быстродействие кристалла, выбранного для его реализации. Содержание выпадающего списка возможных значений данного параметра зависит от семейства и типа ПЛИС, указанных при создании проекта. Генерация полной модели разрабатываемого устройства для различных вариантов быстродействия ПЛИС, определяемых значением параметра *Device Speed Grade/Select ABS Minimum*, открывает возможность выбора оптимального класса быстродействия кристалла.

Значение параметра *Generate Multiple Hierarchical Netlist Files* определяет необходимость генерации файлов списков соединений (netlist) и описаний задержек (SDF) для каждого уровня иерархии проекта. Эта опция доступна только в том случае, если для параметра *Retain Hierarchy* указано значение «включено». По умолчанию для параметра *Generate Multiple Hierarchical Netlist Files* установлено значение «выключено», запрещающее формирование указанных файлов при создании полной временной модели проектируемого устройства.

С помощью параметра *Bring Out Global Tristate Net as a Port* предоставляется возможность включения глобальной цепи управления тристабильными выходами кристалла в описание интерфейса моделируемого объекта. Если данный параметр находится в состоянии «включено», то глобальный сигнал GTS, предназначенный для перевода всех выходов кристалла в состояние высокого импеданса, преобразуется в формат порта объекта, который представлен в описании верхнего уровня иерархии проекта. Значение «выключено», принятое по умолчанию, соответствует обычному представлению глобальной цепи управления тристабильными выходами ПЛИС. При этом соответствующий порт не включается в состав интерфейса объекта верхнего уровня иерархии проекта.

Значение параметра *Global Tristate Port Name* позволяет указать название порта, соответствующего глобальной цепи управления тристабильными выходами кристалла. По умолчанию название порта совпадает с идентификатором этой цепи – GTS_PORT. Новое значение этого параметра вводится с помощью клавиатуры после активизации соответствующего поля

редактирования. Эта опция доступна только в том случае, если параметр *Bring Out Global Tristate Net as a Port* установлен в состояние «включено».

Параметры *Rename Top Level Architecture To*, *Reset On Configuration Pulse Width*, *Generate Architecture Only (No Entry Declaration)*, представленные во второй секции таблицы (*VHDL Simulation Model Properties*), имеют то же назначение, что и в проектах, реализуемых на основе кристаллов семейств CPLD.

Значение параметра *Tristate On Configuration Pulse Width* определяет длительность импульса, необходимого для моделирования компонентов, осуществляющих инициализацию глобальных цепей управления состоянием тристабильных выходов кристалла в начальный момент времени (*Tristate on Configuration, TOC*). Эта опция доступна только в том случае, если глобальная цепь управления тристабильными выходами кристалла не используется в качестве порта объекта, который представлен в описании верхнего уровня иерархии проекта (когда параметр *Bring Out Global Tristate Net as a Port* установлен в состояние «выключено»).

Параметр *Output Extended Identifiers* используется для указания формы представления идентификаторов, которые заданы в исходных файлах в расширенном формате, в выходном VHDL-файле.

Информация о назначении параметров *Rename Top Level Module To*, *Include 'uselib Directive in Verilog File*, *Path Used in \$sdf_annotate*, *Do Not Escape Signal and Instance Names in Netlist*, которые находятся в третьей секции таблицы (*Verilog Simulation Model Properties*), приведена в тринадцатой части данного курса.

С помощью параметра *Include \$sdf_annotate function in Verilog File* определяется необходимость включения конструкции *\$sdf_annotate* в каждый формируемый файл списка соединений. Если в качестве средств моделирования выбрана программа ISE Simulator, то по умолчанию для этого параметра предлагается значение «выключено». Для всех других систем моделирования в качестве значения по умолчанию используется значение «включено».

Значение параметра *Include UNISIM Models in Verilog File* разрешает или запрещает включение модулей из уни-

фицированной библиотеки UNISIM в каждый файл списка соединений, формируемый при моделировании, которое выполняется после синтеза проектируемого устройства. Установка разрешающего значения этого параметра позволяет не указывать пути доступа к этим библиотечным модулям, но приводит к увеличению объёма создаваемых файлов и возрастанию времени компиляции. По умолчанию параметр *Include UNISIM Models in Verilog File* принимает значение «выключено», запрещающее присоединение библиотечных модулей UNISIM.

Параметр *Include SIMPRIM Models in Verilog File* применяется для управления включением модулей из унифицированной библиотеки SIMPRIM в каждый файл списка соединений, формируемый при моделировании, которое выполняется на различных фазах этапа реализации разрабатываемого устройства. При выборе разрешающего значения данного параметра можно не указывать пути доступа к библиотечным модулям SIMPRIM, но в этом случае возрастает размер формируемых файлов и длительность процесса компиляции. По умолчанию для параметра *Include SIMPRIM Models in Verilog File* предлагается значение «выключено», которое запрещает внедрение библиотечных модулей SIMPRIM в создаваемые файлы.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ XPLORER В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО УСТРОЙСТВА

С помощью параметра *Xplorer Mode* выбирается требуемый результат, достигаемый при использовании технологии *Xplorer*. Выпадающий список возможных значений этого параметра содержит два варианта: *Timing Closure* и *Off*. При выборе варианта *Timing Closure* процесс размещения и трассировки проекта разрабатываемого устройства в кристалле выполняется несколько раз (максимальное число ограничивается значением параметра *Maximum Number of Iterations*) при различных сочетаниях значений параметров с целью выполнения всех временных ограничений, заданных в проекте. В случае использования значения *Off*, установленного по умолчанию, технология *Xplorer* на этапе реализации проектируемого устройства не применяется.

Опция *Turn Off Xplorer after Run Completes* предназначена для автоматического выбора значения параметра *Xplorer Mode* после завершения выполняемого цикла итераций технологии *Xplorer*. По умолчанию для данной опции используется значение «включено», при котором после окончания выполнения текущего цикла итераций для параметра *Xplorer Mode* устанавливается значение *Off*. Таким образом, для повторной активизации технологии *Xplorer* нужно вручную выбрать соответствующий вариант (*Timing Closure*) для параметра *Xplorer Mode*.

Значение параметра *Maximum Number of Iterations* определяет максимальное количество итераций выполнения процедур размещения и трассировки проектируемого устройства в кристалле, осуществляемых при активизации технологии *Xplorer*. Итерационный процесс прекращается в случае достижения результатов размещения и трассировки, которые соответствуют всем временным ограничениям, указанным в проекте, или при выполнении максимально допустимого количества повторений. Параметр *Maximum Number of Iterations* может принимать любые значения в диапазоне от 1 до 20. По умолчанию для этого параметра предлагается значение, равное 7.

Параметр *Enable Retiming* доступен только для проектов, реализуемых на базе ПЛИС семейств *Virtex-4* и *Virtex-5*. Данный параметр разрешает или запрещает передвижение триггеров относительно комбинационной логики в процессе размещения и трассировки разрабатываемого устройства в кристалле. Такое перемещение позволяет добиться повышения максимального значения тактовой частоты проектируемого устройства. По умолчанию для параметра *Enable Retiming* предлагается значение «включено», разрешающее перемещение триггеров относительно комбинационной логики.

С помощью параметра *Macro Search Path* можно указать полное название каталога, в котором следует осуществлять дополнительный поиск описаний макросов, компонентов схем, определяемых с помощью атрибутов *FLE*, промежуточных файлов *NGO*, а также файлов *NGC* и *EDIF*. Название требуемого раздела может быть вве-

дено непосредственно с помощью клавиатуры после активизации поля редактирования значения этого параметра или выбрано при использовании стандартной диалоговой панели, которая открывается при нажатии кнопки с пиктограммой в виде многоточия «...». В строке значения параметра *Macro Search Path* можно указать названия нескольких каталогов, разделяя их символом «|».

Параметр *Other Xplorer Command Line Properties* предоставляет возможность указания дополнительных команд, которые должны выполняться при активизации технологии *Xplorer*.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЭТАПА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ПЛИС СЕМЕЙСТВ FPGA ФИРМЫ XILINX

После установки требуемых значений параметров для всех процедур реализации проекта следует подтвердить их нажатием клавиши *OK* в нижней части диалоговой панели. Далее следует активизировать процесс реализации (*Implementation*) или поочередно каждую его фазу. Активизация процесса в полном объёме осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши на строке *Implement Design* в окне процедур *Processes Window* управляющей оболочки Навигатора проекта (*Project Navigator*).

Информация о ходе его выполнения отображается в окне консольных сообщений и заносится в соответствующие отчёты. Завершение выполнения каждой фазы этого процесса отмечается соответствующей пиктограммой в строке с её названием и сопровождается формированием отчёта о полученных результатах. Чтобы оценить результаты выполнения этапа реализации, рекомендуется поочередно изучить каждый сформированный отчёт. Содержание всех информационных файлов, генерируемых в процессе выполнения этапа реализации, для наглядности рассматривается далее на примере отчётов о результатах трансляции, отображения логического описания проекта на физические ресурсы кристалла, размещения и трассировки проекта счётчика Джонсона, реализуемого на базе ПЛИС *xс3s200a*. Процесс синтеза этого устройства был рассмотрен в двенадцатой части данного курса.

**СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА
О ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЦЕССА
ТРАНСЛЯЦИИ
СИНТЕЗИРОВАННОГО
ОПИСАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО
УСТРОЙСТВА**

Для просмотра отчёта о выполнении трансляции синтезированного описания разрабатываемого устройства следует щёлкнуть левой кнопкой мыши на строке *Translation Report* во встроенной панели *FPGA Design Summary*, которая отображается в области расположения рабочих окон Навигатора проекта или дважды щёлкнуть на аналогичной строке в окне процессов *Processes Window*. При этом содержание данного отчёта отображается в новом рабочем окне встроенного редактора управляющей оболочки средств проектирования Xilinx ISE. Вариант отчёта о трансляции счётчика Джонсона выглядит следующим образом.

Command Line:

```
D:\Xilinx\bin\nt\ngdbuild.exe
-ise D:/Prj_n/jc2_vhd/jc2_vhd.ise
-intstyle ise -dd _ngo -nt time-
```

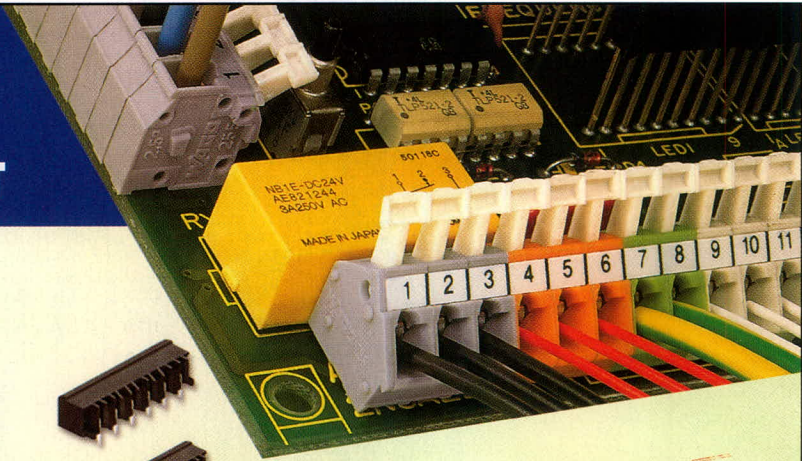
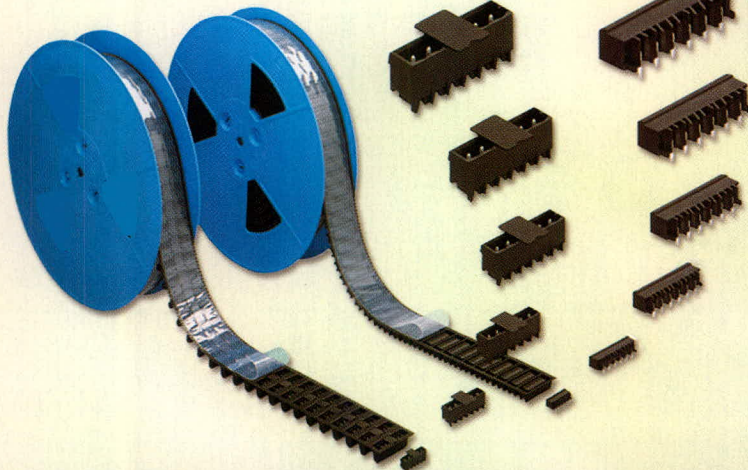
```
stamp -uc jc2_top.ucf -p -ft256-5
jc2_top.ngc jc2_top.ngd
Reading NGO file
"D:/Prj_n/jc2_vhd/jc2_top.ngc"
...
Applying constraints in
"jc2_top.ucf" to the design...
INFO:NgdBuild:738 - A case sensitive search for the INST, PAD, or NET element referred to by a constraint entry in 'jc2_top.ucf' that accompanies this design has failed, while a case insensitive search is in progress. The result of the case insensitive search will be used, but messages will accompany each and every use of a case insensitive result. Constraints are case sensitive with respect to user-specified identifiers, which includes names of logic elements in a design.
INFO:NgdBuild:740 - "jc2_top.ucf"
Line 2: Found case insensitive match for NET name 'left'. NET is 'LEFT'.
```

```
Checking timing specifications
...
Checking Partitions ...
Checking expanded design ...
Partition Implementation Status
-----
No Partitions were found in this design.
-----
NGDBUILD Design Results Summary:
Number of errors: 0
Number of warnings: 0
Total memory usage is 70444 kilobytes
Writing NGD file "jc2_top.ngd"
...
Writing NGDBUILD log file
"jc2_top.bld"...
```

Приведённый отчёт содержит информацию о каждом шаге трансляции (чтении исходного файла NGO, проверке временных спецификаций, верификации логической структуры проекта), а также об ошибках и предупреждениях. При успешном завершении этого процесса формируется основной файл в формате Xilinx NGD.

Продолжение следует

**Клеммы
и соединители
для печатных плат**



**К монтажу
ГОТОВЫ!**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ WAGO В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT®

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

Реализация мультиплексного протокола для GSM-модулей Siemens

Александр Седунов (Ленинградская обл.)

Статья знакомит читателей с мультиплексным протоколом для GSM-модулей Siemens, который позволяет реализовать дополнительные возможности управления и мониторинга. Приведено описание протокола и пример работы с модулем в виде программы на Delphi.

ВВЕДЕНИЕ

Область применения GSM-модулей и терминалов на их основе весьма обширна, и поэтому информация, позволяющая реализовать их дополнительные возможности, интересна многим разработчикам. В данном

цикле статей описывается мультиплексный протокол работы с GSM-терминалами и модулями фирмы Siemens, который основан на рекомендации ETSI 101.369. Существуют и другие производители GSM-модулей с поддержкой мультиплексного

протокола на основе этой рекомендации, например, фирмы Telit и Sony Ericsson. Однако при написании статьи использовалась документация именно от фирмы Siemens [1, 2], и полная применимость этой статьи к модулям других производителей не гарантируется.

Применение мультиплексного протокола позволяет улучшить качественные показатели разрабатываемых систем за счёт того, что появляется возможность работать одновременно по трём виртуальным каналам на основе одного физического канала

Таблица 1. Сравнение виртуальных каналов

Возможности каналов	Голосовые вызовы (входящие/исходящие)	Вызовы типа «Данные/факс» (входящие/исходящие)	Отправка и получение SMS	GPRS-соединение	Работа с телефонной книгой	AT-команды
Поддержка в первом канале	Да	Да	Да	Да, но не более двух каналов могут использоваться одновременно для передачи данных	Да	Да
Поддержка во втором и третьем каналах	Да	Нет	Да		Да	Да, за исключением команд для работы с вызовами типа «Данные/факс»

Таблица 2. Поле адреса

EA	C/R	DLCI (Data Link Connection Identifier)
----	-----	--

Таблица 3. Использование бита C/R

Команда/ответ	Направление (на примере управления GSM-модулем с ПК)	Значение бита C/R
Команда (SABM, DISC)	ПК → GSM-модуль	1
	GSM-модуль → ПК	0
Ответ (UA, DM)	ПК → GSM-модуль	0
	GSM-модуль → ПК	1

Таблица 4. Назначения идентификаторов DLCI

	Номер DLCI (десятичный)	Приоритет
Контрольный канал мультиплексного протокола	0	0 (самый высокий)
AT-команды, данные, факс, GPRS	1	7
AT-команды, GPRS	2, 3	7

Таблица 5. Значения поля типа кадра

Тип кадра	1	2	3	4	5	6	7	8
SABM (set asynchronous balanced mode)	1	1	1	1	P/F	1	0	0
UA (unnumbered acknowledgement)	1	1	0	0	P/F	1	1	0
DM (disconnected mode)	1	1	1	1	P/F	0	0	0
DISC (disconnect)	1	1	0	0	P/F	0	1	0
UIH (unnumbered information with header check)	1	1	1	1	P/F	1	1	1

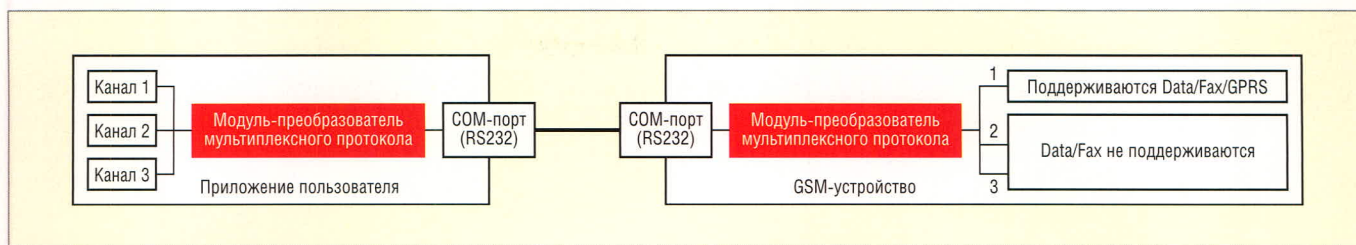


Рис. 1. Принцип работы мультиплексирования

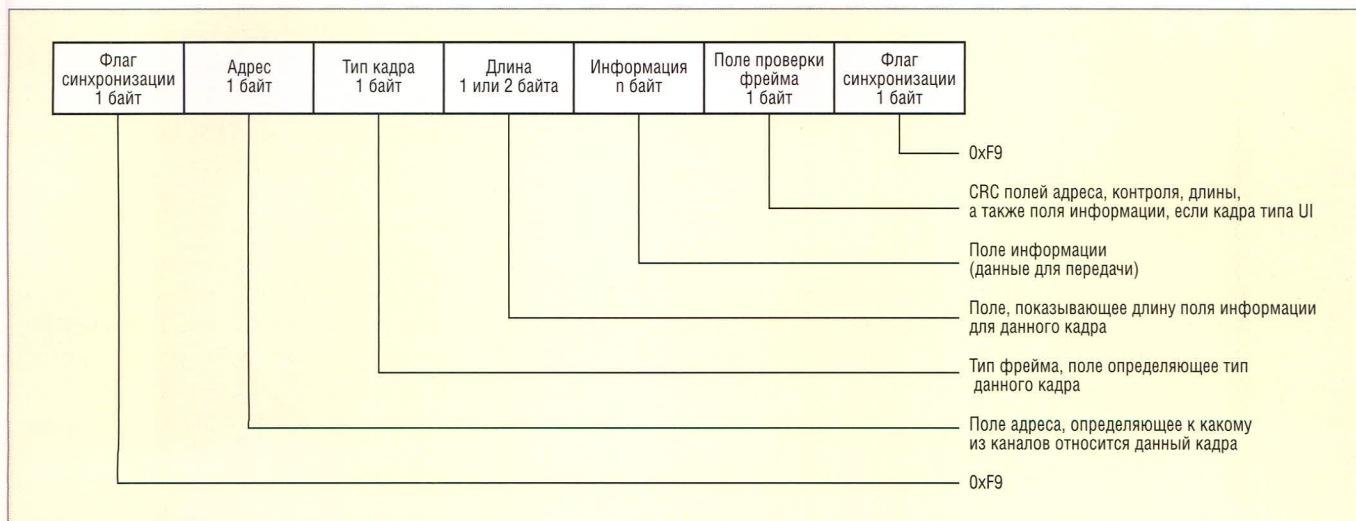


Рис. 2. Структура кадра (фрейма) данных

RS232: например, одновременно вести передачу данных или голосовой вызов в одном канале и работать с АТ-командами по другим каналам (работать с SMS, проводить мониторинг уровня сигнала сети и др.) без применения второго канала RS232.

Приведу конкретный пример. Известно, что обычно закрытие соединения CSD происходит в два этапа – перевод GSM-модуля из режима передачи данных в командный режим и посылка АТ-команды «повесить трубку» (ATH). Перевод модуля из режима данных в командный режим осуществляется специальной последовательностью: {1,5 секунды пауза}+++{1,5 секунды пауза}. Таким образом, на закрытие соединения уходит примерно 3 с. В случае применения мультиплексного протокола нет необходимости переходить в командный режим, чтобы послать АТ-команду, поскольку команду ATH можно послать по второму виртуальному каналу и завершить соединение практически мгновенно. Исключение 3 с из сеанса связи помогает уложиться в нетарифицируемый интервал и уменьшить расходы на оплату услуг оператора сотовой связи. Но следует помнить, что возможности второго и третьего виртуального каналов уступают первому. В таблице 1

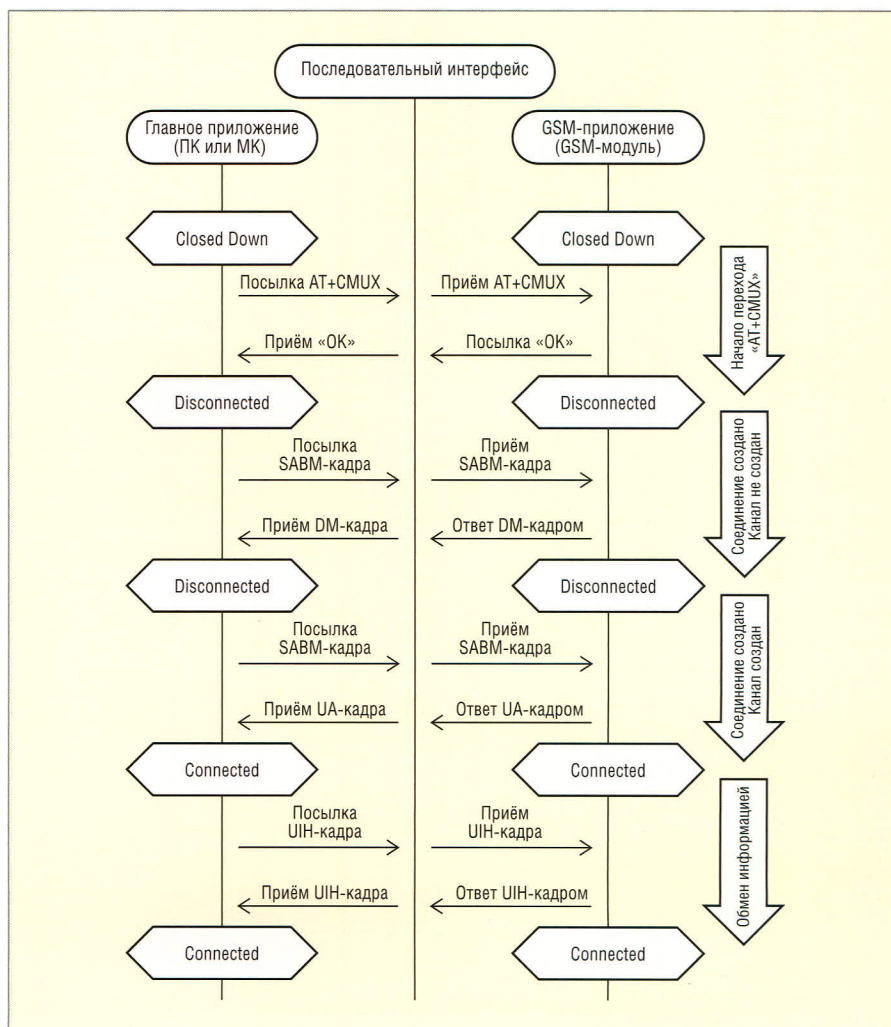


Рис. 3. Обобщенный принцип взаимодействия посредством кадров (фреймов)

Ответ DM на запрос SABM не является обязательным; он показан как возможный

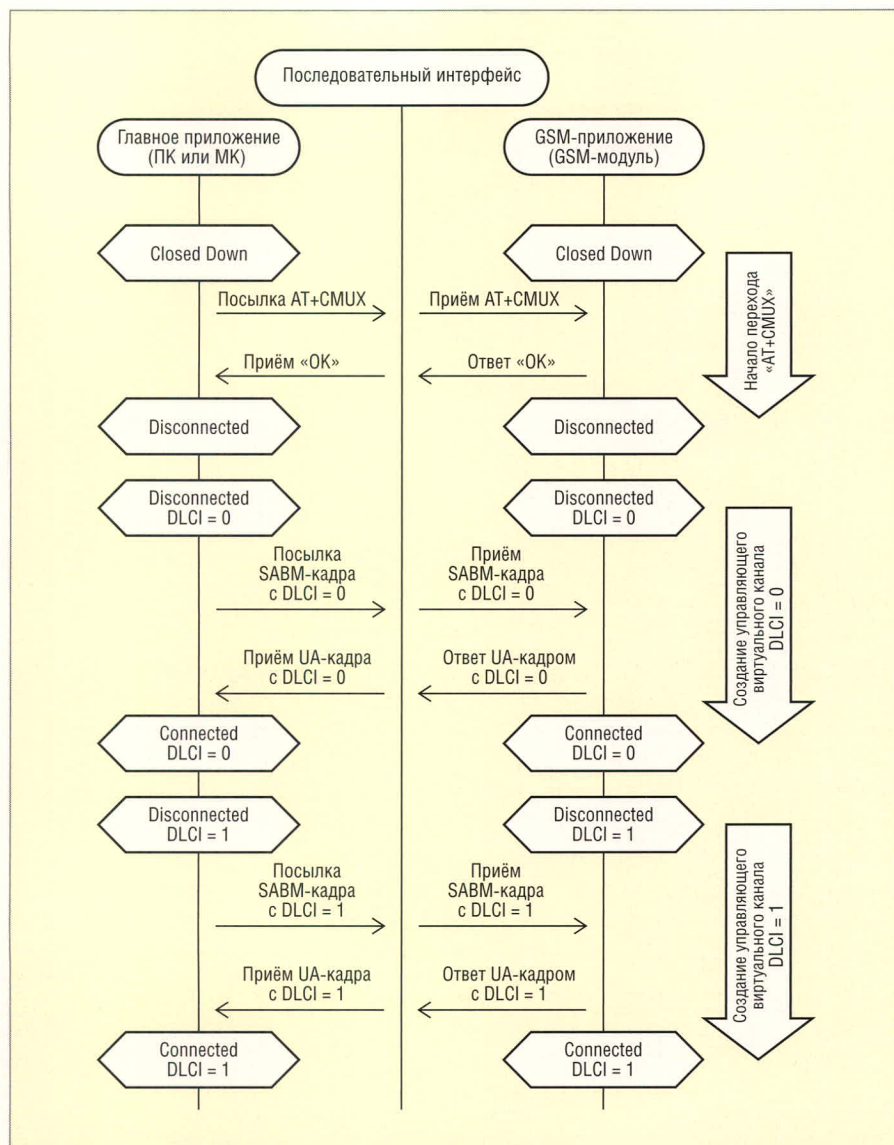


Рис. 4. Установка канала контроля и канала пользователя

приведено сравнение виртуальных каналов.

В общем случае разработчик может выбрать один из двух путей использования мультиплексного протокола в своих проектах. Первый – использовать готовый драйвер WinMux2k, позволяющий реализовать три виртуальных COM-порта, и обращаться к каналам в своей программе как к обычным последовательным портам. Второй – реализовать в своей программе поддержку мультиплексного протокола и ра-

ботать с модулем без программы-посредника.

Первый способ позволяет относительно быстро и просто реализовать дополнительные порты, но имеет некоторые недостатки. Так, вместо одной программы пользователю необходимо запускать две. Драйвер WinMux2k совместим только с ОС Windows 2000/XP, что ограничивает его применение (особенно во встраиваемых системах). Подробнее ознакомиться с информацией о драйвере можно в [3]. Второй способ

Таблица 6. Значения поля длины кадра

1 байт							
Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
Е/А	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
2 байта (не поддерживается модулями Siemens)							
Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15

обеспечивает более контролируемое и универсальное решение. Далее рассмотрим подробно принципы действия протокола и его возможности, изучив которые, можно приступить к практическому освоению мультиплексного протокола в своих разработках.

Технология мультиплексирования

В мультиплексном протоколе данные каждого виртуального канала передаются по очереди пакетами (кадрами) по физическому каналу RS232. На рисунке 1 показана технология мультиплексирования. Каждый из кадров несёт либо служебную информацию для нужд самого мультиплексного протокола, либо информацию одного из виртуальных каналов. Кадры начинаются и оканчиваются специальным байтом. Для контроля правильности передачи данных предусмотрено вычисление CRC для каждого кадра. Автоматическое повторение кадров, которые были переданы с ошибкой, не предусмотрено. Максимальное число логических каналов для пользователя – три. При этом есть ещё управляющий (служебный) канал, который обладает максимальным приоритетом. Этот канал используется для функционирования самого мультиплексного протокола.

В каждом кадре есть поле адреса, в котором содержится специальный идентификатор (DLCI: Data Link Connection Identifier), определяющий принадлежность данного кадра к одному из четырёх каналов. Сами виртуальные каналы называют Data Link Connection (DLC), т.е. выражение «создание DLC» можно понимать как создание настроек для соответствующего виртуального канала. Служебному каналу соответствует идентификатор DLCI = 0. Данные и вызовы факса передаются в логическом канале с идентификатором DLCI = 1. Остальные идентификаторы DLCI используют в командном режиме (AT-команды). Если используемый GSM-модуль Siemens поддерживает функцию GPRS, то возможно работать и через мультиплексный протокол. Согласно документации фирмы Siemens, одновременно для передачи данных GPRS могут быть использованы не более двух каналов. Переход в режим мультиплексного протокола и

открытие логических каналов происходит в соответствии с определёнными правилами, которые будут рассмотрены ниже.

На рисунке 2 показана структура кадра. Рассмотрим каждое из его полей подробнее. Поле флага последовательности является специальным набором бит (11111001; шестнадцатеричный 0xF9), который используется, чтобы выделять начало и конец всех кадров; таким образом, достигается синхронизация кадров. Если два раза подряд (с учётом закрывающего флага предыдущего кадра – три флага подряд) принимается флаг последовательности, то кадр считается пустым и не рассматривается.

Поле адреса несёт в себе DLCI, который является идентификатором канала и содержит ещё два бита. Содержание поля показано в таблице 2.

Бит EA (extension bit) – бит расширения, предусмотренный для будущих версий протокола, в которых для поля адреса может потребоваться более одного байта. В рассматриваемой версии для поля адреса используется один байт, поэтому EA = 1. Бит C/R (Command/Response) определяет, яв-

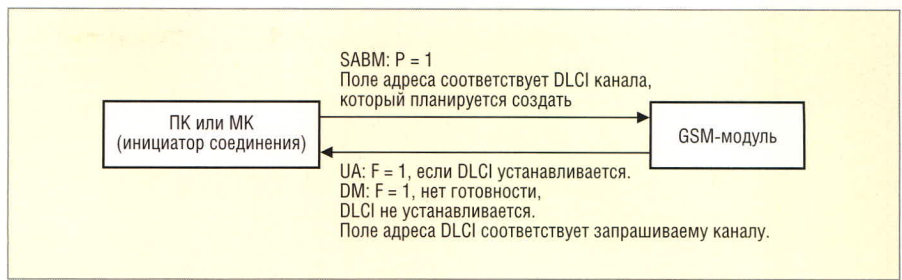


Рис. 5. Установка DLCI

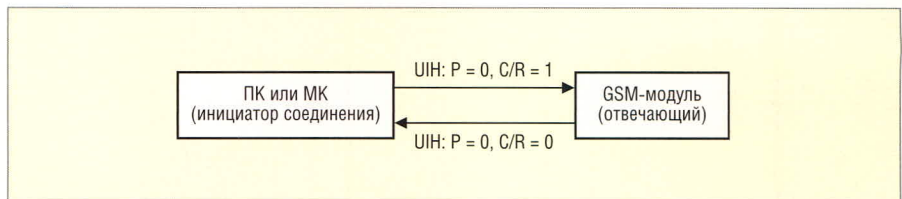


Рис. 6. Передача информации

ляется ли кадр командой или ответом. В таблице 3 приводятся значения бита C/R в зависимости от направления передачи. DLCI – идентификатор, который определяет отношение данного кадра к одному из каналов. Возможные значения DLCI приведены в таблице 4.

На каждую команду должен быть получен ответ. Автоматическое пов-

торение команды не предусмотрено, если ответ не получен. Поле типа кадра содержит информацию, определяющую тип кадра. Кадр SABM (set asynchronous balanced mode) посылается стороной, которая инициирует создание виртуального канала. Кадр UA (unnumbered acknowledgement) посылается в ответ на кадр SABM, если принимающая сторона правильно

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ»

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЕ

ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ» ПРИГЛАШАЕТ К СОТРУДНИЧЕСТВУ И ОСУЩЕСТВЛЯЕТ:

- поставку** ★
электронных компонентов в качестве второго поставщика (номенклатура порядка 400 тыс. наименований более 60 зарубежных производителей) при сотрудничестве с группой компаний ПРОСОФТ
- производство** ★
промышленных и встраиваемых компьютеров (в форматах Compact PCI, VME, EPIC, 3,5", PC/104, MicroPC, AT96, PICMG, Mini-ITX, ATX), плат для монтажа на DIN-рейку, а также каркасов, шлейфов, кабелей и аксессуаров, предназначенных для работы в жёстких условиях эксплуатации с военной приёмкой
- разработку** ★
программных и аппаратных средств по техническому заданию заказчика под контролем военного представительства
- контрактную сборку** ★
изделий по конструкторской документации заказчика, включая поставку печатных плат, поверхностный монтаж и тестирование электронных модулей, изготовление механических деталей корпусов и передних панелей под контролем военного представительства

Производственное высокоавтоматизированное оборудование для поверхностного монтажа электронных модулей ЗАО «НПФ «Доломант» соответствует уровню требований мировых производителей. Оборудование адаптировано к использованию бесвинцовой технологии, позволяет производить автоматическую разбраковку и рентгеновский контроль качества пайки.

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ» имеет лицензии на разработку и производство электронных средств для вооружения и военной техники и атомных электростанций, свидетельство об аттестации второго поставщика, а также систему менеджмента качества, сертифицированную в системе «Военный регистр» на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ РВ 15.002.

117437, Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
Тел./факс: (495) 232-20-33
E-mail: info@dolomant.ru
Web: www.dolomant.ru

Реклама

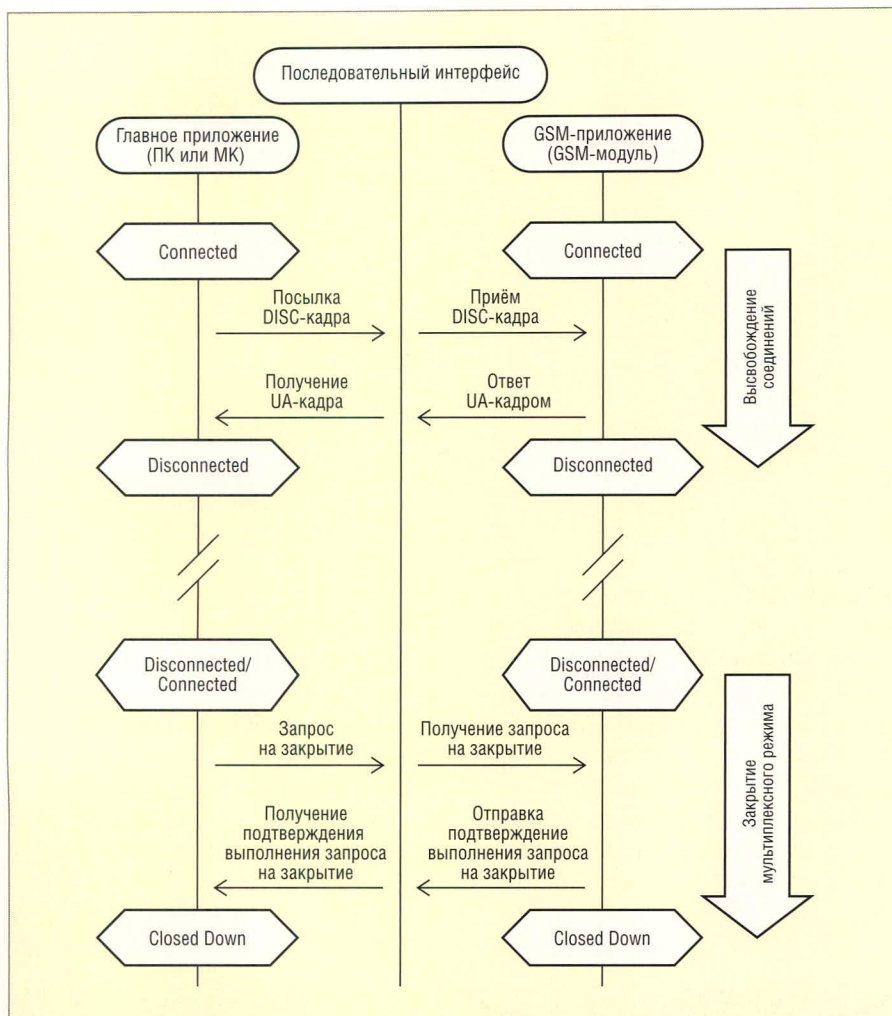


Рис. 7. Закрытие виртуальных каналов (DLC) и мультиплексного протокола

распознала кадр типа SABM и готова к организации виртуального канала. После выполнения этой процедуры виртуальный канал считается созданным.

Кадр DM (disconnected mode) тоже является ответным. Он посылается в ответ на кадр SABM в случае, когда приёмная сторона не готова к организации виртуального канала. Кадр DISC (disconnect) применяется для закрытия виртуального канала. Как и на кадр SABM, на кадр DISC должен прийти ответ в виде кадра UA или DM. Кадры UIH (unnumbered information with header check) несут информацию и используются после создания виртуального канала. В таблице 5 приведены значения рассматриваемого поля для каждого типа кадра.

Для синхронизации последовательности запрос-ответ используется бит P/F (Poll/final). Бит P/F равен единице, если необходимо, чтобы ближайший принятый кадр был ответом именно на данный посланный кадр, или если кадр является ответом. Ответ требуется на кадры SABM и DISC, – для этих кадров обычно используется первая буква названия бита P – poll (опрос). Для ответных кадров UA и DM используется буква F – final (конец). Для кадров типа UIH бит P/F равен нулю. Если в каком-то канале был послан кадр с P = 1, то следующий кадр с P = 1 можно посылать только после того, как придёт ответный кадр с F = 1.

Следует отметить, что мультиплексный протокол от ETSI предусматривает дополнительные типы кадров: UI

(Unnumbered Information), I (Information), RR (Receiver Ready), RNR (Receiver Not Ready) и REJ (Reject), но они не используются в модулях Siemens, поэтому не рассматриваются в данной статье.

Поле указания длины определяет размер передаваемых данных. Для GSM-модулей Siemens максимальный размер поля данных составляет 98 байт. Таким образом, бит E/A всегда равен 1 (для поля длины используется один байт). Установка E/A = 0 предусматривалась в стандарте GSM 07.10 для кадров с полем данных более 127 байт. Структура поля длины кадра приведена в таблице 6.

Поле информации содержит данные и может состоять из целого числа байтов, т.е. количество бит в этом поле всегда без остатка делится на восемь. Это поле существует только для кадров типа UIH (ненумерованная информация с проверкой заголовка). Чтобы передавать информационные поля, бит P/F в поле типа кадра устанавливается в 0, т.к. ответ на такой кадр не требуется.

Поле проверки кадра Frame Checking Sequence Field (FCS) предназначено для контроля ошибок при передаче данных и вычисляется с использованием полей адреса, поля контроля и поля длины. Это поле содержит значение CRC, которое вычислено передающей стороной. Получающая сторона выполняет то же вычисление, и если значение CRC, вычисленное на приёмной стороне, не соответствует результату, посланному передающей, то кадр считается искажённым и игнорируется. Поле проверки вычисляется для каждого кадра.

Следует отметить, что широко используемое (в том числе в документации Siemens по мультиплексному протоколу) выражение «контрольная сумма» (Checksum) – это обычно не сумма, а циклический избыточный код – Cyclic Redundancy Code (CRC). Существует множество формул для вычисления CRC. Подробнее про CRC можно узнать, например, из книги [4]. В нашем случае $CRC = FCS$ получается по формуле:

$$FCS = \text{поразрядное дополнение} \left(R \frac{(X^7 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X^1 + 1) X^k}{X^8 + X^2 + X^1 + 1} \oplus R \frac{(\text{сообщение}) X^8}{X^8 + X^2 + X^1 + 1} \right)$$

где $R(p)$ = остаток от деления p (по модулю 2), k – число бит в сообщении, \oplus – операция XOR. Для получе-

ния дополнения до 1 все нули в двоичной записи числа заменяются на единицы, а все единицы – на нули.

Табличный алгоритм для практического вычисления CRC приводится, например, в [5].

ПЕРЕХОД В РЕЖИМ МУЛЬТИПЛЕКСНОГО ПРОТОКОЛА И ВЫХОД ИЗ НЕГО

Общий принцип перехода в режим мультиплексного протокола показан на рисунке 3, где обобщены возможные (не эталонные) взаимодействия между управляющим устройством (например, компьютером) и модулем на уровне типов кадров. Например, модуль может на первый же SABM-кадр ответить UA-кадром. Будем различать три состояния протокола, применяемые в документации Siemens: CLOSE DOWN – режим AT-команд (ничего из режима мультиплексного протокола ещё не работает), DISCONNECTED – режим, когда команда «AT+CMUX=0» уже послана, но виртуальные каналы не организованы, CONNECTED – виртуальные каналы готовы к использованию.

Выполнение AT-команды «AT+CMUX=0» запускает переключение из режима AT-команд в режим мультиплексного протокола. На обоих устройствах устанавливается состояние DISCONNECTED для всех каналов. Начинать установку мультиплексных каналов необходимо немедленно после отправки команды «AT+CMUX=0», иначе модуль через 5 с самостоятельно вернётся в режим AT-команд. Управляющий канал мультиплексора (его идентификатор DLCI = 0) должен быть установлен прежде всех остальных каналов с другими DLCI.

На рисунке 4 показана правильная последовательность установки каналов. Как и другие каналы, управляющий канал открывается кадром типа SABM. Модуль отвечает либо кадром типа UA, если канал с этим DLCI был установлен, либо кадром типа DM, если канал с этим DLCI не был установлен (см. рис. 5) При неполучении ответа не предусмотрено автоматическое повторение запроса. После того как установлен служебный логический канал, производится создание других логических каналов (DLC). Если DLC установлен успешно, состояние устройства для этого конкретного канала изменяется на CONNECTED. Если запрос неудачный, логический канал не может быть установлен и состояние устройства остаётся DISCONNECTED для этого конкретного канала.

Информация может пересылаться по всем каналам, которые находятся

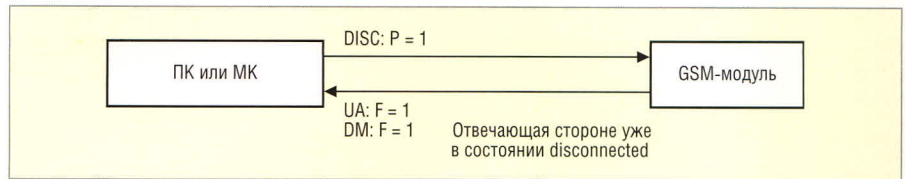


Рис. 8. Закрытие DLC

в состоянии CONNECTED. Управляющие команды могут быть переданы по управляющему каналу мультиплексора (DLCI = 0); другие каналы передают данные пользователя. Как уже говорилось ранее, информация передается в UIH-кадрах, формат которых представлен на рисунке 6.

Диаграмма выхода из мультиплексного протокола показана на рисунке 7: сперва посылкой команды закрытия кадра (см. рис. 8) разъединяются каналы со всеми DLCI (кроме канала с DLCI = 0). После этого передачей команды закрытия режима мультиплексного протокола CLD закрывается управляющий канал мультиплексора (DLCI = 0), и оба устройства возвращаются в режим AT-команд. Перед закрытием режима мультиплексного протокола рекомендуется убедиться, что канал никем не используется,

например, проверить, что сеансы передачи голоса, CSD или связи GPRS закончены и ответы на все AT-команды получены. Закрытие отдельных каналов (высвобождение DLC) возвращает устройства в режим DISCONNECTED (для этих каналов). При высвобождении управляющего канала мультиплексора (DLCI = 0) состояние переписывается на CLOSE DOWN.

ЛИТЕРАТУРА

1. Multiplexer User's Guide (DocID: Mux_guide_v07).
2. MC35 Multiplexer User's (DocID: MC35_UG_02_V02.00).
3. Multiplexer Driver Installation Guide (DocID: Mux_drv_inst_v04).
4. Williams R.N. Элементарное руководство по CRC алгоритмам обнаружения ошибок.
5. ETSI_GSM_MS_TE_multiplex_7.1.0.pdf. PP. 51, 52.



Векторный анализатор электрических цепей или анализатор спектра – выбор за Вами!

R&S®ZVL обладает превосходными характеристиками в обоих режимах:

- частотный диапазон от 9 кГц до 3 ГГц или 6 ГГц
- поддержка стандартов WLAN 802.11x, WiMAX 802.16x
- предельная компактность и масса всего 7 кг
- питание от аккумуляторов



www.rohde-schwarz.ru

ROHDE & SCHWARZ

Представительство в России: 125047 Москва, 1-я Брестская, 29, тел (495) 981 35 60, факс (495) 981 35 65

СЕМИНАР AGILENT TECHNOLOGIES И CASCADE MICROTECH

Компании Agilent Technologies и Cascade Microtech приглашают принять участие в двухдневном бесплатном совместном семинаре «Тестирование полупроводниковых структур с помощью измерительных приборов Agilent Technologies и зондовых станций Cascade Microtech», который пройдет в Москве в бизнес-центре Кибмерли-Лэнд с 15 по 16 октября 2008 г.

Компания Agilent Technologies является мировым лидером в области разработки и производства измерительной техники широкого диапазона. На семинаре будет представлен прекрасно зарекомендовавший себя параметрический анализатор Agilent B1500A с программным обеспечением EasyEXPERT, который способен в рамках одного прибора проводить интегрированные измерения вольт-амперных (IV) и вольт-фарадных (CV) характеристик, импульсные измерения и испытания на надёжность. Модульная конструкция прибора позволяет сконфигурировать его под

конкретные потребности заказчика и добиться наилучшего сочетания стоимости и технических характеристик. Новые модули для Agilent B1500A продолжают расширять возможности B1500A по решению современных задач полупроводникового анализа, например, появился модуль генератора импульсов, который обеспечивает непрерывное воспроизведение сигналов произвольной формы в течение сотен тысяч циклов без программирования, что позволяет ускорить тестирование микросхем памяти, а также модуль высокоскоростных IV-измерений с возможностью синхронной генерации сигналов произвольной формы, что позволяет решать такие задачи, как импульсные IV-измерения, измерения 1/f-шума (RTS), NBTI-испытания на надёжность.

Компания Cascade Microtech является мировым лидером в области разработки и производства зондовых станций для тестирования интег-

ральных схем на этапе полупроводниковой пластины, микросхем в корпусе, печатных плат, электро-оптических, биологических структур и др. Зондовая станция во многих случаях является неотъемлемым звеном для проведения успешных измерений на полупроводниковой пластине.

Цель семинара: познакомить слушателей с новыми решениями Agilent Technologies и Cascade Microtech в области полупроводникового тестирования. Кроме того, мы предоставим участникам семинара уникальную возможность обучения работе с параметрическим анализатором Agilent B1500A и зондовой станцией Cascade M150.

В семинаре примут участие западные технические специалисты высочайшего класса – компании Agilent Technologies и Cascade Microtech.

Семинар состоится в Москве, 15 и 16 октября (два полных дня, с 9:30 до 18:00).

Регистрация участников будет проводиться с 1 октября 2008 на сайте www.agilent.ru/find/russia_events.

5-я Международная специализированная выставка «Силовая электроника и энергетика»

С 15 по 18 апреля 2008 г. прошли международные выставки «ЭкспоЭлектроника» и «ЭлектронТехЭкспо», ставшие уже традиционными мероприятиями индустрии профессиональной электроники. Организаторами проектов выступили компания «Примэкспо» и её официальный партнёр – компания ITE Group plc.

В 2007 г. участие в «Силовой электронике» приняли более 100 компаний из 11 стран мира – Великобритании, Германии, Италии, США, Китая, Польши, Белоруссии, Украины, Израиля, Норвегии и России, общая площадь выставки составила 1870 кв. м. Выставку посетили более 6900 специалистов.

Вниманию посетителей на выставке будут представлены новейшие разработки российских и зарубежных предприятий: новые компоненты и технологические решения в самых разных направлениях, а также новинки в сегменте энергетика и электротехники.

По словам участников, «Силовая электроника» является для них продуктивным и эффективным решением. Недаром более 92% компаний – участниц прошлого года уже подтвердили своё участие в мероприятии 2008 г. Среди них такие известные производители, как Mitsubishi Electric, Semelab, Infineon Technologies, Semikron, GE Jenbacher и многие другие.


Ежегодно в рамках выставки проходит насыщенная деловая программа: пресс-конференции ведущих мировых производителей, научные конференции, деловые встречи, семинары и презентации компаний-участниц.

Помимо этого, организаторы выставки провели круглый стол на тему «Потенциал России в области наноэлектроники. Отражение новинок отрасли в широкоформатных и специализированных СМИ». Мероприятие позволило представителям специализированной прессы обсудить с госчиновниками и учёными роль нанотехнологий в развитии электронной отрасли в целом.

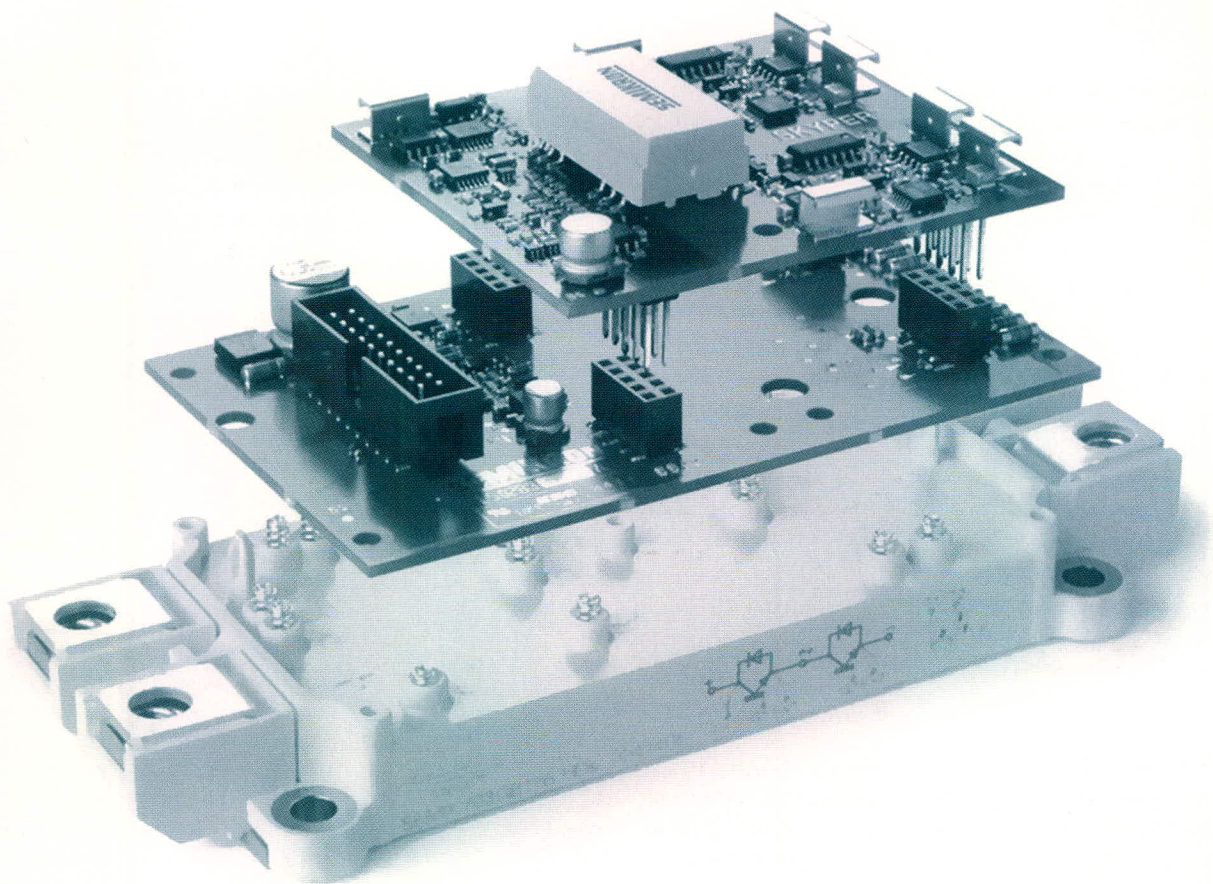
О значимости проекта говорит и тот факт, что выставка ежегодно получает поддержку на самом высоком уровне – Министерство образования и науки РФ, Министерство промышленности и торговли РФ, Федеральный фонд развития электронной техники, Управление радиоэлектронной промышленности и систем управления Роспрома, ОАО «Российская Электроника».

www.powerelectronics.ru

POWER ELECTRONICS



СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ЭНЕРГЕТИКА



5-я Международная
специализированная **ВЫСТАВКА**

2-4 декабря 2008 Москва, Конгресс-центр ЦМТ 

Организаторы: Тел.: +7 (812) 380 60 03

Факс: +7 (812) 380 60 01

+7 (812) 380 60 07

E-mail: electron@primexpo.ru

+7 (812) 380 60 00

www.powerelectronics.ru



РЕШЕНИЯ ОТ КОМПАНИИ HARTING ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ETHERNET



Pushing Performance



- **HARTING** предлагает полную инфраструктуру промышленной Ethernet-сети: коммутаторы, соединители, кабели, кабельные сборки
- Все Ethernet-коммутаторы произведены в Германии со 100% выходным контролем
- Все изделия выполнены в металлических корпусах и полностью соответствуют общепромышленным стандартам, а также ряду отраслевых
- Высокая надежность: MTBF от 600 000 до 1 000 000 часов для различных серий коммутаторов

РАЗЛИЧНЫЕ КОРПУСНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ:

- коммутаторы в литом корпусе со степенью защиты IP65/67 и температурой эксплуатации $-40...+70^{\circ}\text{C}$
- стандартные шкафные решения с креплением на (DIN-рейку) и температурой эксплуатации от -10°C (опционально от -40°C)
- коммутаторы в корпусах, предназначенных для монтажа в 19" конструктив вертикально (высота 3U, ширина 1U, глубина 160 мм)

УНИКАЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ОТДЕЛЬНЫХ СЕРИЙ:

- eCon 2000 – бюджетная серия компактных коммутаторов в металлическом корпусе. Температура эксплуатации $-10...+70^{\circ}\text{C}$. Яркий представитель серии eCon 2050-AA имеет 5 гигабитных портов
- sCon – конфигурируемые через USB-порт коммутаторы, обладающие многими функциями управляемых коммутаторов (например, резервированием типа «кольцо» или «параллельная линия»), при этом их цена остается на уровне неуправляемых коммутаторов
- mCon 1000 – серия управляемых коммутаторов, соответствующая стандарту IEC 61850 – возможно применение в энергетике, в том числе на подстанциях



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР HARTING В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT® АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
(495) 232-2522 • info@prochip.ru • www.prochip.ru • www.cree.ru

НОВЫЕ КАТАЛОГИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРОСОФТ 2008/09

PROSOFT[®]

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Каталоги продукции 2008/09

- Микропроцессорная техника.
- Цифровая техника.
- Беспроводные решения.
- Аналоговая, силовая и СВЧ электроника.
- Ферромагнетики.
- Соединители и электромеханические изделия.
- Полупроводниковая светотехника и оптоэлектроника.
- LCD-панели.
- Полупроводниковые материалы.

Телефон: (495) 232-2522

Факс: (495) 234-0640

E-mail: info@prochip.ru

Web: www.prochip.ru

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- широкий ассортимент программы поставок;
- склад наиболее востребованных позиций;
- оперативность поставок;
- подбор аналогов;
- помощь в выборе элементной базы, оптимизация схемотехнических решений;
- техническая поддержка;
- каталоги и документация на русском языке;
- собственные разработки в области радиоэлектроники;
- доставка по России.

реклама

PROSOFT[®]

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-2522 • info@prochip.ru • www.prochip.ru • www.cree.ru

Е·Х·Р·О ELECTRONICA



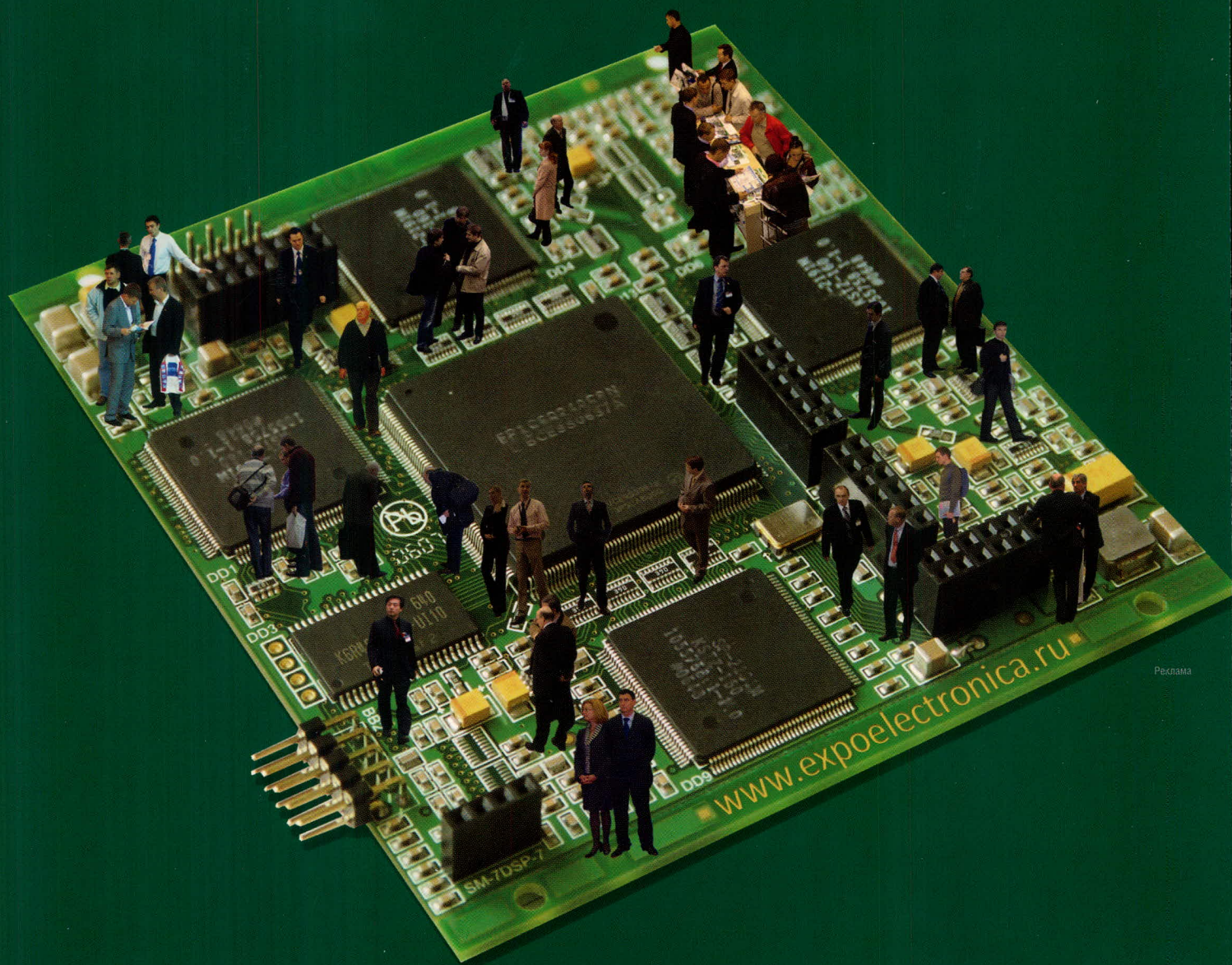
ufi
Approved
Event



Совместно с:

Electron expo
tech

12-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Реклама

ВАША КОНТАКТНАЯ ПЛОЩАДКА

13-16 АПРЕЛЯ 2009

МОСКВА

 **КРОКУС ЭКСПО**
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC



ЧЛЕН PCB



"Государственный партнер"



ufi
Member

При содействии:



Тел.: +7 812 380 60 03

+7 812 380 60 07

+7 812 380 60 00

Факс: +7 812 680 60 01

E-mail: electron@primexpo.ru