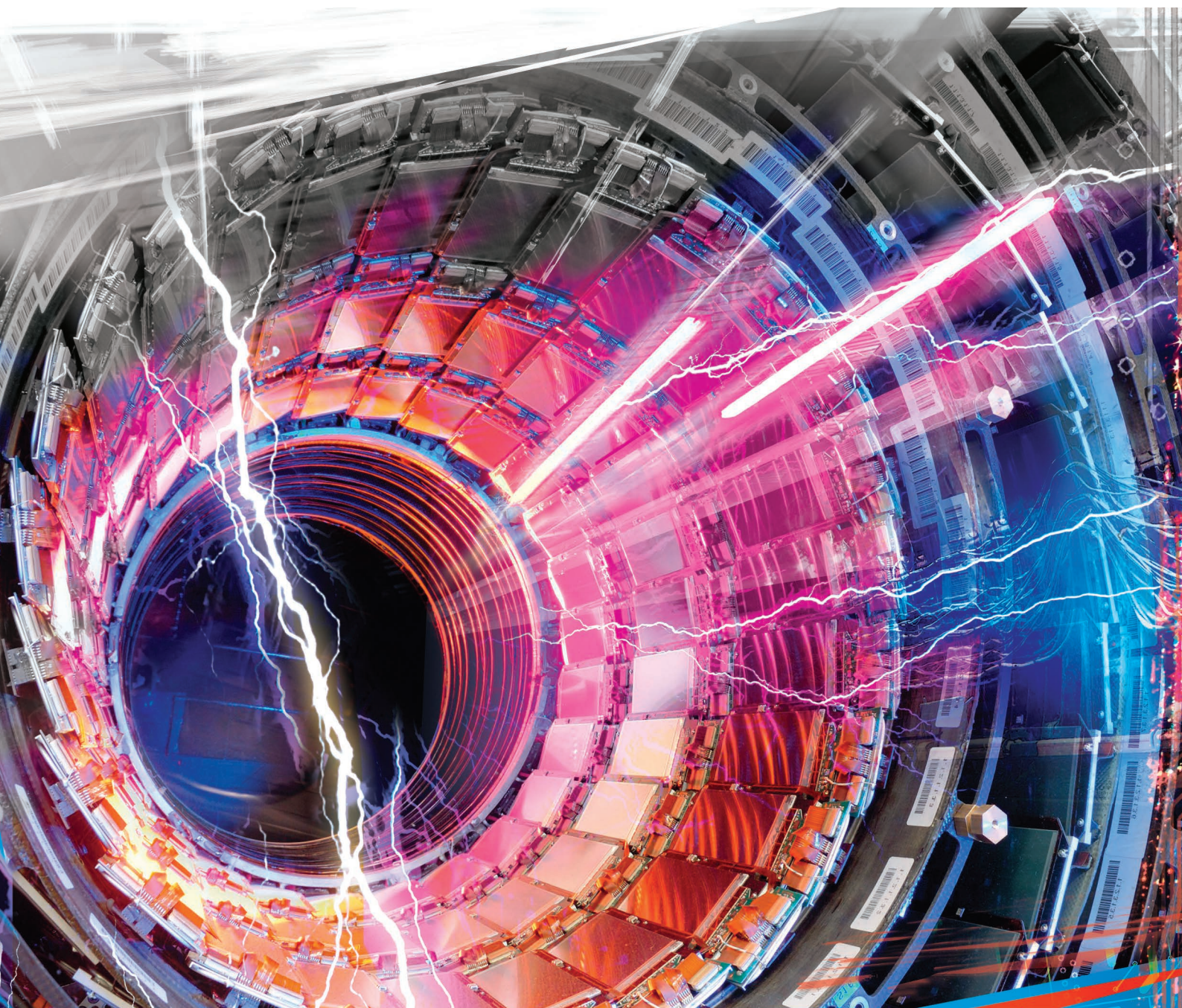


СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 9 2013



В НОМЕРЕ:

- Современная электроника и беспроводные технологии
- Соединители SMA с частотой до 27 ГГц
- НЧ-генератор на AD9833
- Моделирование МК с использованием языков высокого уровня
- Энергоэффективность — жизнь в новом свете
- Altium: навстречу российскому пользователю

и многое другое...



www.soel.ru

Honeywell

FLUKE®



SICK



Panasonic

crvdom



Kingbright



velleman



crvdom



Силовая электроника

- Силовые транзисторы, тиристоры и диоды
- Микросхемы управления приводом
- Силовые варисторы
- Силовые резисторы и конденсаторы
- IGBT модули
- Промышленные соединители



Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, platan@aha.ru;
 м. Новослободская, 1-й Щемилковский пер., 16, стр. 2, (495) 744 70 70, platan@platan.ru

Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

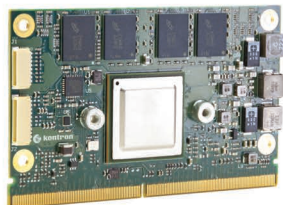
Представительства: Воронеж (473) 259 76 92; Екатеринбург (343) 370 33 84; Казань (843) 292 18 06;
 Киев +38 (044) 494 37 92; Новосибирск (383) 216 33 66, 216 57 73; Омск (3812)272 640;
 Ростов на Дону (863) 282 63 15; Ставрополь (8652) 554 074; Томск (3822) 55 65 30; Ульяновск (8422) 300 150;
 Уфа (347) 235 63 73, 233 11 37; Чебоксары (8352) 57 42 73, 57 36 17



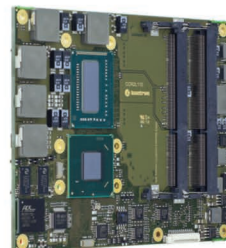
гАРМония в мире компьютеров-на-модуле



SMARTC-sAMX6i



COMe-bIP6



Создавайте мобильные решения на ARM и SnK со сверхнизким энергопотреблением и тонким дизайном в ДВА раза быстрее и дешевле!

- Поддержка Freescale i.MX6, Texas Instruments AM3874, Nvidia Tegra 3
- Оптимизированный для ARM/SnK защищенный тонкий коннектор MXM 3.0 с многофункциональным вводом/выводом: PCIe, SATA, USB, GbE, SDIO, eMMC, CAN, UART, CSI, I2C, I2S, HDMI, LVDS, TFT, MIPI, GPIO, SPDIF
- Поддержка популярных ОС: Android, Windows Embedded Compact 7, Linux, VxWorks
- Индустриальный диапазон рабочих температур: от -40°C до +85°C
- Миниатюрный формфактор: 82x50 мм
- Низкое энергопотребление: < 2-5 Вт
- Длительный жизненный цикл: 10-15 лет

Сокращайте цикл и стоимость разработки высокопроизводительных встраиваемых систем в индустриальном диапазоне температур!

- Поддержка Intel Core i3/i5/i7, Freescale QorIQ P5020/P2020
- Передовые технологии: PCI Express Gen 3, SATA III, USB 3.0, 1/10 GB Ethernet, DDR3, SerDes
- Низкое энергопотребление: 12- 45 Вт
- Диапазон рабочих температур: от -40°C до +70°C
- Формфактор: COM Express basic/compact/mini
- Расширенная поддержка ОС: Windows/ Windows Embedded Compact 7, Linux, LynxOS, VxWorks, QNX и др.
- Длительный жизненный цикл: 7 лет и более

Профессиональная поддержка РТСофт и Kontron на протяжении всего жизненного цикла Вашей системы!
В наличии готовые комплекты разработчика! Закажите тест-драйв!



Главный редактор

Алексей Смирнов

Заместитель главного редактора

Людмила Лузикова

Редакционная коллегия

Александр Балакирев, Андрей Данилов,
Виктор Жданкин, Игорь Матешев,
Сергей Сорокин, Андрей Туркин, Рифат Хакимов

Литературный редактор

Ольга Семёнова

Вёрстка

Марина Петрова

Обложка

Дмитрий Юсим

Распространение

Ирина Лобанова
(info@soel.ru)

Реклама

Ирина Савина
(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



Производственно-практический 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 партнёров
Торгово-промышленной палаты Российской Федерации
Цена договорная

Отпечатано: ООО ПО «Периодика»

Адрес: 105005, Москва, Гарднеровский пер.,
д. 3, стр. 4
http://www.printshop13.ru

**Перепечатка материалов допускается только
с письменного разрешения редакции.**

Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.

Ответственность за содержание статей
несут авторы.

Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.

© СТА-ПРЕСС, 2013

9/2013 Contents

MARKET	
News from the Russian Market	4
MODERN TECHNOLOGIES	
Modern Electronics and Wireless Technology	6
<i>Yurii Braude-Zolotarev</i>	
Safety, Security, and Multi-core. Part 2	12
<i>Paul Parkinson</i>	
Optimizing Video Links for Automotive Displays & Cameras	18
<i>Dave Lewis</i>	
ELEMENTS AND COMPONENTS	
Modern 32-bit ARM Microcontrollers Series STM32: Port USART	22
<i>Oleg Val'pa</i>	
SMA Connectors with a Limit Frequency up to 27 GHz	28
<i>Kiva Djurinskii</i>	
Switchcraft: It's an Art to Create Connectors	36
<i>Olga Romanovskaya</i>	
DEVICES AND SYSTEMS	
Capacitors Create Challenges when Modulating DC Power	40
<i>Bob Zollo</i>	
Programmable Power Supplies of AC by Chroma 61511/61512-TEST	42
<i>Egor Silin</i>	
ENGINEERING SOLUTIONS	
The Magnetic Autopilot for Boat Model Making	48
<i>Tatiana Kolesnikova</i>	
LF Generator based on AD9833. Part 2. Software and Testing Results	50
<i>Aleksey Kuz'minov</i>	
DESIGN AND SIMULATION	
Microcontroller Simulation using Object-Driven Program Languages	58
<i>Konstantin Os'kin</i>	
Altium Designer 14: Review of New Opportunities	64
<i>Aleksey Sabunin</i>	
THEORY	
Watts and Volt-Amps: Powerful Confusion	68
<i>Neil Rasmussen</i>	
EVENTS	
Conference on Energy Efficiency: Life in a New Light	70
New Generation of Built-in Computer Technologies	74
News of the Control and Measuring Equipment from Agilent Technologies	76
Review of 9th All-Russian Conference «Gallium, Aluminum and Indium Nitrides structures and devices»	78
Altium: Towards the Russian User	80
SUBJECT INDEX	84

Содержание 9/2013

ПОДПИСКА НА 2014 год

Концепция распространения журнала – бесплатная подписка для специалистов. Условие сохранения такой подписки – своевременное её продление на каждый последующий год. Редакция напоминает о необходимости продления подписки на 2014 год. Всё больше подписчиков сообщают нам о фактах пропажи журнала на почте или из почтового ящика. Редакция гарантирует только отправку журнала бесплатному подписчику, но не может гарантировать его доставку. Риск пропажи журнала можно уменьшить. Во-первых, можно обратиться в отдел доставки вашего почтового отделения и оформить получение журнала до востребования. Во-вторых, можно оформить платную подписку на журнал, и в этом случае почта будет нести ответственность за его доставку.



ПЛАТНАЯ ПОДПИСКА

Преимущества:

- подписаться может любой желающий, тогда как бесплатная подписка оформляется только для специалистов в области электроники. Поступающие в редакцию подписные анкеты тщательно обрабатываются, и часть их отсеивается;
- журнал будет гарантированно доставлен, тогда как при бесплатной подписке редакция гарантирует только отправку, но не доставку журнала;
- эту подписку могут оформить иностранные граждане.

«Роспечать»

Оформить платную подписку можно в почтовом отделении через агентство «Роспечать». Тел.: (495) 921-2550. Факс: (495) 785-1470

Подписаться можно как на 6 месяцев, так и на год. Подписные индексы по каталогу агентства «Роспечать»: на полугодие – **46459**, на год – **36280**.

Кроме того, можно оформить платную подписку через альтернативные подписные агентства.

«Агентство „ГАЛ“»

Тел.: (495) 981-0324, (800) 555-4748
<http://www.setbook.ru>

«Урал-Пресс»

Тел.: (495) 961-2362
<http://www.ural-press.ru>

Читатели из дальнего зарубежья

могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

Тел.: +7 (495) 672-7012
Факс: +7 (495) 306-3757
info@periodicals.ru

РЫНОК

4 **Новости российского рынка**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6 **Современная электроника и беспроводные технологии**

Юрий Брауде-Золотарёв

12 **Многоядерные вычислительные среды и безопасное ПО. Часть 2**

Пол Паркинсон

18 **Оптимизация видеоканалов связи для автомобильных дисплеев и камер**

Дейв Льюис

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

22 **Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: универсальный последовательный порт USART**

Олег Вальпа

28 **Соединители SMA с предельной частотой до 27 ГГц**

Кива Джуринский

36 **Switchcraft: искусство создавать разъёмы**

Ольга Романовская

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

40 **Как конденсаторы затрудняют тестирование при изменении постоянного напряжения питания**

Боб Золло

42 **Программируемые источники питания переменного тока Chroma 61511/61512-ТЕСТ**

Егор Силин

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

48 **Магнитный автопилот для судомоделизма**

Татьяна Колесникова

50 **Низкочастотный генератор на основе синтезатора частоты AD9833 Часть 2. Программные средства и результаты испытаний**

Алексей Кузьминов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

58 **Моделирование МК с использованием объектно-ориентированных языков высокого уровня**

Константин Оськин

64 **Altium Designer 14: обзор новых возможностей**

Алексей Сабунин

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

68 **Ватты и вольт-амперы – извечная путаница**

Нил Расмуссен

СОБЫТИЯ

70 **Конференция по энергоэффективности: жизнь в новом свете**

74 **Новое поколение встраиваемых компьютерных технологий**

76 **Новинки контрольно-измерительного оборудования Agilent Technologies**

78 **Обзор IX Всероссийской конференции «Нитриды галлия, индия и алюминия: структуры и приборы»**

80 **Altium: навстречу российскому пользователю**

84 **СВОДНОЕ СОДЕРЖАНИЕ**

Новости российского рынка

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Антенный измерительный комплект «АИК 1-40Б»

Российская компания «СКАРД-Электроникс» начала выпуск и серийные поставки новой версии популярного антенного измерительного комплекта «АИК 1-40Б», сочетающего в своём составе весь необходимый для проведения работ в диапазоне 0,9...40,0 ГГц набор устройств и приспособлений:

- собственно измерительные антенны;
- устройства для построения радиоизмерительного тракта (кабельные сборки, маломощные усилители, межканальные переходы).



Новый комплект «АИК 1-40Б» имеет ряд существенных отличий от предыдущей версии «АИК 1-40А», позволяющих значительно улучшить качество измерений и обеспечить удобство использования оборудования.

Основное отличие нового комплекта заключается в применении широкополосной рупорной антенны для обеспечения измерений в диапазоне 0,9...12,0 ГГц (в прежнем использовалась логопериодическая антенна диапазона 1...8 ГГц, имеющая «плавающую» диаграмму направленности).

Изменилась идеология построения рупорной реконфигурируемой антенны, используемой в диапазоне 8,2...40,0 ГГц, вследствие чего значительно уменьшилось количество волноводных сочленений.

Устройство крепления антенн дополнительно оборудовано кабель-органайзером и трубкой холодного прицеливания. Новый комплект может использоваться для «полевых» или лабораторных исследований (диапазон рабочих температур «АИК 1-40Б» от -40 до +50°C). По желанию потребителя поставляются дополнительные устройства для «полевых» условий эксплуатации: носимый батарейный источник питания, устройство заземления, лазерный маркер.

Программа поставок содержит 11 вариантов комплектации в зависимости от требо-

ваний к используемому диапазону частот. Комплект «АИК 1-40Б» внесён в Государственный реестр средств измерений.

ЗАО «СКАРД-Электроникс» выражает искреннюю благодарность покупателям своей продукции, чья конструктивная критика и рекомендации послужили основой для создания нового комплекта.

www.skard.ru

Тел.: +7 (4712) 390-786

«УЗ-100»: защита от сетевых перенапряжений

ЗАО «ММП-Ирбис» начало производство устройства защиты от сетевых перенапряжений «УЗ-100».



Устройство обеспечивает защиту потребителя от опасных факторов при пользовании сетями переменного тока (85...280 В). Выдерживает импульсы напряжения по 4-му классу жёсткости ГОСТ Р 51317.4.5-99. Обеспечивает защиту от микросекундных импульсов (разряд молнии) амплитудой до 10 кВ, а также от превышения нормальной величины сетевого напряжения (обрыв нулевого проводника), которая срабатывает при 430 В постоянного напряжения.

Устройство выполнено в корпусе из пластика, залито теплопроводным компаундом. Пылевлагозащита соответствует степени IP66. Охлаждение обеспечивается за счёт естественной конвекции. Габаритные размеры – 120 × 35 × 26 мм (Д×Ш×В). Мощность нагрузки – от 0 до 100 Вт.

www.mmp-irbis.ru

Тел.: (495) 987-1016

Низкопрофильный высокоэффективный 180-ваттный источник питания AC/DC

Компания XP Power анонсирует выпуск низкопрофильных высокоэффективных 180-ваттных источников питания серии ECP180, выполненных в конструктиве «открытый каркас» и соответствующих требованиям стандартов к экономии электроэнергии.

Модули сертифицированы для использования в медицинском и ИТ-оборудовании, характеризуются средним значением КПД 93% в активном режиме и потреблении

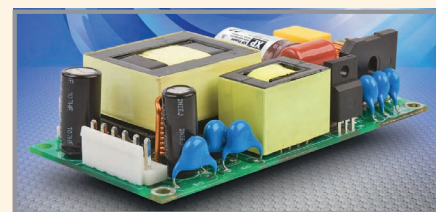
ем мощности в режиме холостого хода – не более 0,5 Вт. Источник питания серии ECP180 выделяет меньше тепла, что позволяет ему соответствовать требованиям стандартов к эффективности использования электроэнергии законченных систем. Кроме того, высокоэффективное исполнение позволяет модулям обеспечивать на выходе мощность 120 Вт при конвекционном отводе тепла. Для получения в нагрузке полной мощности в 180 Вт необходимо обеспечить принудительный поток воздуха 10 CFM.

Размеры основания источника питания серии ECP180 составляют всего 50,8 × 101,6 мм, а высота модуля является наименьшей для изделий подобного класса – 25,4 мм. Это позволяет занимать при монтаже на 46% меньше площади по сравнению с источниками питания стандартного размера 3 × 5 дюйма. Модули питания ECP180 оснащены высокочастотным корректором коэффициента мощности и способны работать в диапазоне входных напряжений от 85 до 264 В.

Компания предлагает 6 моделей с популярными номинальными значениями выходного напряжения: +12, +15, +24, +28, +36 и +48 В. Стандартным для всех моделей является дополнительный выходной канал 12 В / 0,5 А для питания вентилятора.

Представленные источники соответствуют требованиям к обеспечению безопасности стандартов UL/IEC/EN 60950-1 оборудования информационной технологии, а также последнего 3-го издания стандартов, устанавливающих нормы безопасности медицинских электрических изделий ANSI/AAMI ES 60601-1 и IEC/EN60601-1, что позволяет применять устройства в широком ряде медицинских, промышленных и коммуникационных приложений. Источники питания ECP180 также соответствуют требованиям международных стандартов EN55011 и EN55022 Class B к уровню генерируемых кондуктивных помех.

Модули ECP180 способны работать в диапазоне температур от -20 до +70°C, при этом полная мощность обеспечивается до температурного порога +50°C. Гарантийный срок составляет 3 года.



Заказать представленные модели серии ECP180 можно у официального дистрибьютора продукции XP Power – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

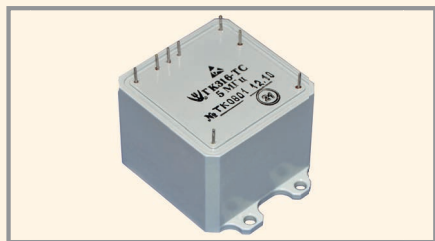
Тел.: (495) 234-0636

Новости российского рынка

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Ультрапрецизионный термостатированный маломощный кварцевый генератор ГК316-ТС

ОАО «МОРИОН» (г. Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства кварцевых приборов стабилизации и селекции частоты, представляет новый ультрапрецизионный термостатированный маломощный кварцевый генератор ГК316-ТС.



ГК316-ТС – это новое изделие, не имеющее аналогов как в России, так и за рубежом. Данное устройство предназначено для использования в качестве опорного генератора в широком спектре ответственных применений: в первую очередь для систем синхронизации и навигации, в том числе для бортовой аппаратуры и оборудования, работающего в условиях открытого космоса. ГК316-ТС поставляется в категории качества «ВП» и обеспечивает параметры стабильности частоты, являющиеся на сегодняшний день верхним уровнем для кварцевых термостатированных генераторов. Характеристики ГК316-ТС позволяют рассматривать его во многих применениях как реальную альтернативу рубидиевым генераторам.

ГК316-ТС поставляется на стандартные опорные частоты 5 и 10 МГц. Генератор выполнен в корпусе 54 × 54 мм, с высотой 40 мм, есть возможность дополнительного крепления на шасси. Устройство обеспечивает стабильность частоты до $\pm 3,5 \times 10^{-12}/^{\circ}\text{C}$ в интервале рабочих температур $-50...+60^{\circ}\text{C}$ и достигает долговременной нестабильности частоты на уровне до $\pm 5 \times 10^{-11}$ /сутки. Кратковременная нестабильность частоты (девиация Аллана) обеспечивается на уровне $1\text{E-}12$ за секунду, что делает данный генератор также идеальным решением для метрологического оборудования.

Генератор обладает высокой стойкостью к ВВФ и спецфакторам, имеет вариант поставки с цифровым управлением частоты.

Дополнительная информация об этих и других приборах доступна на сайте ОАО «МОРИОН».

www.morion.com.ru
Тел.: (812) 350-7572

IR3847 SupIRBuck® получил две награды «Продукт года»

Компания International Rectifier объявила о получении двух престижных наград «Продукт года» от журнала Electronic Products China (EPC) за выпуск нового высокоточного интегрированного POL-регулятора IR3847 SupIRBuck®.

IR3847 был назван одним из 10 лучших продуктов электропитания EPC за 2013 год. Редакторы EPC и экспертная группа определяют лучшие продукты, основываясь на критериях, включающих:

- существенный прогресс в технологии или её применении;
- инновационный дизайн;
- значительное достижение в цене/производительности.

Кроме того, IR3847 SupIRBuck® получил награду EPC за выдающееся технологическое достижение.

IR3847 SupIRBuck® расширяет режим по току для приборов семейства SupIRBuck® третьего поколения компании IR® до 25 А в компактном корпусе 5 × 6 мм. В результате применения нового улучшенного корпуса с медной перемычкой и повышенной теплопередачей, а также нескольких патентованных новинок в контроллере, IR3847 может работать при 25 А без радиатора. При этом на 20% уменьшается размер печатной платы по сравнению с альтернативными интегрированными решениями и на 70% – по сравнению с дискретными решениями, использующими контроллер и мощные полевые транзисторы. Комплексное решение для источника электропитания 25 А может быть реализовано на площади всего 168 мм².

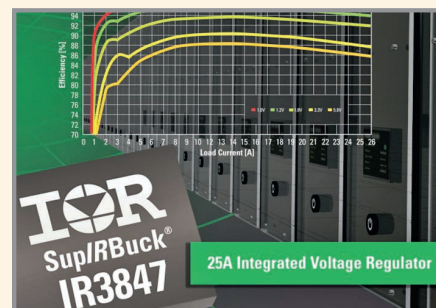
«Мы рады получить две престижные премии журнала EPC за наш IR3847 SupIRBuck® – высокоточный интегрированный POL-регулятор напряжения. Устройство не только предоставляет быстроедействие и компактность, которые требуют наши клиенты, но и помогает упростить процесс проектирования POL», – сказал Адам Вайт, старший вице-президент компании, отдел международных продаж.

Характеристики IR3847MTRPbF:

- частота срабатывания от 300 кГц до 1,5 МГц;
- топология – один выходной канал;
- диапазон $U_{\text{вх}}$ – 1...21 В;
- диапазон $U_{\text{вых}}$ – 0,6–86% от $U_{\text{вх}}$;
- выходной ток 25 А;
- корпус PQFN 5 × 6 мм.

Технические характеристики платы разработчика IRDC3847:

- целевой компонент IR3847M;



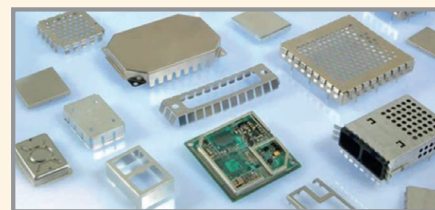
- частота срабатывания 600 кГц;
- $U_{\text{вх}} = 12$ В; $U_{\text{вых}} = 1,2$ В; $I_{\text{вых}} = 25$ А.

<http://platan.ru>

Тел.: (495) 970-0099, 737-5999 (Москва),
(812) 232-8836 (СПб)

СВЧ-экраны для печатных плат

Компания PCB technology предлагает поставку высококачественных СВЧ-экранов для монтажа на печатную плату. Многие заказчики, которые раньше пытались собственными силами изготавливать экраны для радиочастотных схем, теперь имеют возможность получить продукт, придающий их изделиям превосходный «фирменный» внешний вид и улучшающий удобство их настройки (за счёт применения съёмных пружинных крышек).



Основные назначения представленных экранов: экранирование электромагнитных полей, защита от наводок и помех в высокочастотных схемах.

СВЧ-экраны изготавливаются из стали, латуни, нержавеющей стали или сплава С770 (нейзильбер) толщиной от 0,1 до 0,5 мм.

Экран, как правило, состоит из рамки (обечайки), а также пружинной крышки. На обечайке снизу могут быть выполнены «штырьки» для фиксации на печатной плате. Сверху на обечайке можно сделать планку, позволяющую устанавливать экраны из поддонов на плату.

Компания принимает заказы на экраны стандартного типоразмера, а также нестандартной конструкции по чертежам или трёхмерной модели в формате AutoCAD, Solid и др.

Ознакомиться с вариантами исполнения и стандартными типоразмерами можно на сайте компании PCB technology – www.pcbtech.ru.

За более подробной информацией обращайтесь по бесплатному телефону (800) 333-9722.

Современная электроника и беспроводные технологии

Юрий Брауде-Золотарёв (г. Москва)

В статье рассмотрены реализуемые на микросхемах алгоритмы беспроводной связи, осуществляемой сигналами на случайных частотных и временных позициях с фазовой модуляцией. Обоснованы преимущества и простота этих алгоритмов, обеспечивающих криптостойкость и защиту от радиопомех, кодами исправления ошибок. Дана критика алгоритмов радиостанций Минобороны РФ, не защищённых от средств радиоэлектронной борьбы, не способных отличить ложные приказы от подлинных.

ВВЕДЕНИЕ

Средства электроники давно вторглись в теорию и технику радиосвязи. При этом известными преимуществами аппаратуры на микросхемах по сравнению с приборами, реализуемыми на процессорах, являются высокая надёжность, меньшее энергопотребление и низкая цена. Об этих преимуществах знали ведущие НИИ Минобороны СССР, по заказу которого для космического челнока «Буран» в 1988 г. была разработана микросхема кодера помехозащиты с малой плотностью проверок на чётность (МППЧ) и эффективностью, близкой к пределу Шеннона. Зарубежные фирмы уже более 10 лет реализуют радиосредства сверхширокополосной связи (СШПС) на микросхемах, используя их существенные конкурентные преимущества [1]. Но радиостанции для Минобороны РФ разработчики до сих пор реализуют на процессорах по алгоритмам, которые в 200 раз дороже, сложнее и менее надёжны, чем радиостанции на микросхемах.

Цель настоящей статьи – убедить заказчиков и разработчиков радиоаппаратуры в преимуществах алгоритмов, основанных на критериях микроэлектроники, помочь им отказаться от устаревших алгоритмов и процессоров и, исполняя [2], создать на микросхемах радиоаппаратуру со структурами сигналов, крипто- и помехозащитой, конкурентную на мировом уровне.

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ

В микросхеме кодера, разработанной для «Бурана», использован

код МППЧ с генераторным полиномом (ГП) на двоичном регистре сдвига (РС) на базе совершенного разностного множества (СРМ) длиной 553 бит с кодовой скоростью $R = 1/2$. Этот кодек работал с жёстким решением лучше, чем значительно более сложный кодек Витерби челнока «Шаттл» с мягким решением и такой же R . Позже по заказу Минобороны РФ для спутникового канала беспилотника была разработана микросхема более короткого кодера [3] на базе СРМ длиной 133 бит, также обладающего $R = 1/2$. Он проще кодера СРМ-553, но не уступает ему по помехоустойчивости благодаря нестационарным ГП на двух ветвях кодирования. Его энергопотребление — около 20 мкДж/бит. Кодек [3] устойчив к большим помехам, хорошо работает с фазовой (ФМ) и частотной (ЧМ) модуляциями, а его синхронизация устойчива даже при действии плотного (до 50%) пакета ошибок длиной до 25 бит. Эти преимущества особо ценны для радиостанций войсковых и охранных сетей, нуждающихся в защите от заградительных помех (ЗП).

В [4] показано, что известные более 25 лет кодеки с алгоритмом МППЧ – наилучшие, а также что кодеки МППЧ-LDPC (low density parity check codes) уже более 5 лет признаны наилучшими и за рубежом. У часто рекламируемых кодеров Рида-Соломона сложны вычисления в многозарядных полях Галуа, а турбо-кодеки имеют большую длину кода и сложные многозарядные перемежители. Очевидно, что выбор алгоритма – первый шаг для успешной разработки микросхем, требуемой в [2]. Возможно, что при дальнейшем развитии теории и техники кодирования будут реализованы микросхемы луч-

ших МППЧ кодеров на трёх и более ветвях нестационарности и с мягким решением на базе СРМ-91, СРМ-73 или СРМ-57.

ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ СИГНАЛОВ

Преимущества случайных частотно-временных позиций (СЧВП) (frequency hopping и time hopping – FH и TH) пакетов отмечены в [1, 5–7]. Теория сигналов давно требует отказа от ЧМ. Фирма Atmel в микросхеме AT86RF212, реализующей стандарты IEEE 802.15.4с и IEEE 802.15d, предусмотрела ФМ-4 и ФМ-8, которые в 2–3 раза лучше ЧМ используют ресурсы полосы [1]. В [5–7] на примере охранных радиосетей с СЧВП показано, что переход от ЧМ к офсетной ФМ-4 и к лучшему кодеку помехозащиты повышает помехоустойчивость почти на 10 дБ, и даны рекомендации по эффективному использованию ресурсов канала с кодерами помехозащиты. В офсетной ФМ-4 [7] модулирующие квадратурные компоненты X и Y сдвинуты на половину такта. Это устранило переходы вектора несущей через ноль и улучшило условия обнаружения и синхронизации сигнала. Известно много способов синхронизации сигналов СЧВП.

Ведущие зарубежные фирмы (Motorola, Samsung, Atmel и др.) уже более 10 лет реализуют СШПС с сигналами СЧВП на микросхемах, используя их существенные конкурентные преимущества перед сигнальными процессорами [1]. В РФ также были реализованы СШПС на микросхемах. НИИ полупроводниковых приборов (НИИПП, г. Томск) разработал для СШПС диапазона 3,1–5,1 ГГц комплект монолитных интегральных микросхем по арсенид-галлиевой технологии с проектной нормой (ПН) 0,5 мкм и частотами много выше 30 ГГц. В комплекте есть преобразователи, усилители промежуточной частоты (УПЧ), векторные модуляторы-демодуляторы, частотно-фазовые детекторы и др. Скорость передачи данных – до 100 Мбит/с. Конструкторское бюро опытных разработок (КБОР, г. Москва) разработало «СШПС-ИМПУЛЬС» на программируе-

Позиция специалиста

мых логических интегральных схемах (ЛИИС) и предложило проект нового стандарта IEEE.802.15.4g. Институт радиотехники и электроники РАН (г. Москва) разработал на ЛИИС системы ШПС «РРМ-40» и «РРМ-50» диапазона 3,1–5,1 ГГц с квадратурной ФМ по стандарту IEEE.802.15.4a. Отладку проекта аппаратуры на ЛИИС можно рассматривать как первый шаг, дальнейший переход к проекту микросхемы несложен.

О РЕКЛАМЕ УСТАРЕВШИХ СТРУКТУР СИГНАЛОВ

В [8] приведены примеры взломанных сертифицированных и рекламируемых шифраторов. Эти примеры показывают, что сертификаты не гарантируют защиту информации. Статьи, которые рекомендуют реализацию сложных и неэффективных алгоритмов структур сигналов, криптозащиты и помехоустойчивого кодирования на процессорах, есть во многих журналах. Такие статьи есть и в журнале «Современная электроника» (СоЭл).

В СоЭл № 6, 2010 представлен «новый способ помехоустойчивого кодирования с попарным сложением по модулю 2 состояний всех информационных разрядов», который многократно сложнее кодеков [4].

В СоЭл № 8 и 9, 2010 указано, что «One-Net может быть использован с множеством существующих приёмопередатчиков (трансиверов) и микроконтроллеров». Высокая цена этой универсальности не указана. Средств крипто- и помехозащиты нет, и их необходимость не упомянуто.

В СоЭл № 8, 2008 рассмотрены «Беспроводные решения фирмы AeroComm» на процессорах, использу-

ющие неэффективную передачу пакетов с ППРЧ без криптозащиты и помехоустойчивого кодирования.

В СоЭл № 6, 2009 и в № 6, 2011 рассмотрен Манчестерский код – кодирование и декодирование на процессоре NM6403 и разработка программ для него. Давно известные низкая помехоустойчивость и избыточные затраты полосы канала этого кода не упомянуты.

В пяти выпусках журнала (№ 4–6 за 2009 г. и № 2–3 за 2010 г.) рассмотрены «Самосинхронизирующиеся коды и их преобразователи (СКП)». Все они ориентированы на алгоритмы с плохой помехоустойчивостью и неэффективным использованием пропускной способности радиоканала. В частности, в пятой части описаны «схемотехнические решения кодирующих и декодирующих устройств самосинхронизирующегося фазоманипулированного кода» с помехоустойчивым кодированием по алгоритмам Витерби, Рида-Соломона и турбокодов, которые сложнее и слабее кодеков МППЧ-LDPC [4], что видно из патента РФ авторов СКП № 2303376.

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ КРИТЕРИИ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМОВ

Микросхемы – матричные БИС (МБИС) помехоустойчивого кодирования [3] и генератора случайных чисел (ГСЧ) H1515XM1-888 [9] разработаны по критериям микроэлектроники и на практике доказали преимущества теории. Этот ГСЧ – абсолютно криптостойкий шифратор (АКШ) в смысле критериев К. Шеннона. Лучших аппаратных АКШ нет до сих пор. Оценки сложности алгоритмов по количеству вычислительных операций были отклонены как непригодные, дающие при оценках аппаратной сложности ошибки в 10–100 раз. Сложность МБИС опре-

деляют объём и структура трассировки, соединяющих элементы, а также количество условных вентилях (УВ) с комплементарными парами полевых транзисторов с р- и n-каналами. Они затрачивают энергию только при переключениях собственной и нагрузочной ёмкости. Один УВ содержит 4 транзистора. Выбор ширины трасс – компромисс. В трассе высокая плотность тока вызывает быстрое старение. Более тонкие участки испаряются и осаждаются на более толстых. Отказы возникают или от замыкания толстых участков, или от разрыва тонкого. Снижение плотности тока расширением трасс увеличивает нагрузочную ёмкость и расходы площади кристалла, что нецелесообразно. Преимущества алгоритмов с малыми затратами энергии очевидны, так как затрачиваемая энергия – мера старения БИС.

После завершения функционально-логического проекта (ФЛП) и топологического проекта (ТП) этого ГСЧ [9] на САПР, его ТП был откорректирован вручную заменой «плохих» участков ТП, где у МБИС серии 1515 велика вероятность замыканий и обрывов, такими, где такие вероятности малы. В проектах без коррекции ТП для выхода годных МБИС не ниже 10% используют не больше 50% вентилях МБИС. Очевидно, что для МБИС, содержащей два ГСЧ – шифратор и дешифратор, имеющих каждый около 1,4 тыс. УВ, – ожидаемый выход годных без коррекций ТП даже при коротких трассах ГСЧ был бы чуть выше 1%. Выпускать такие МБИС по установленной фиксированной цене изготовитель бы не захотел. После устранения «плохих» участков ТП (близких параллельных нагруженных трасс, переходов связей в другой слой вблизи соседней трассы и т.п.) был



**125565, г. Москва,
Ленинградское ш., д. 92А
Тел.: +7 (495) 228-47-85
info@kompas-electronics.ru
www.kompas-electronics.ru**

ООО «Компас Электроникс»

- Разработка дизайна электронного изделия
- Поставка печатных плат любой степени сложности
- Поставка комплектующих
- Монтаж печатных плат
- Изготовление жгутов проводов
- Корпусная сборка блоков и шкафов
- Разработка топологии печатных плат
- Заливка и герметизация изделий
- Внутрисхемное тестирование и программирование
- Единичные образцы и серийное производство

Научно-производственная компания



От идеи до устройства!

получен реальный выход годных МБИС около 10–12%. Этот рекорд удивил даже специалистов Ангстрема – консультантов коррекций, но потребовал небольших корректировок ФЛП. У «заказных» микросхем ФЛП и ТП проектируют вместе, и коррекции ТП не нужны.

Преимущества аппаратных алгоритмов на двоичных регистрах сдвига

В теории информации и электронике давно доказано, что наиболее простые вычисления и в криптографии, и в помехоустойчивом кодировании осуществляют «автоматы», содержащие двоичные регистры сдвига (РС) с короткими трассами. Математическое описание обратных связей автомата дают генераторные полиномы (ГП). Если ГП реализуют только сумматоры по модулю 2 (XOR), то автомат – «линейный» (LFSR), при других связях – автомат «нелинейный» (NLFSR). В автоматах на двоичных РС [3, 4, 9–14] вычисления значительно проще суммирования и умножения многозначных чисел по модулю, которые расходуют много энергии в длинных трассах при перемешивании массивов в нескольких циклах обработки (раундах). Критика таких шифраторов, включая стандарты AES (США) и ARIA (Ю. Корея) дана в [10]. Эти шифраторы требуют около 100 тыс. УВ и потребляют в 30–100 раз больше энергии на бит информации, чем ГСЧ-АКШ [9], и соответственно, менее надёжны. По заказу Минобороны СССР (в.ч. 11232) для защиты непрерывно работающих войсковых радиостан-

ций (ВРС) от средств радиоборьбы (СРБ) был разработан ГСЧ [9]. Необходимость разработки заказчик обосновал большим энергопотреблением и низкой надёжностью шифратора ГОСТ-28147-89.

Параметры автоматов ГСЧ с общей длиной 256 бит приведены в таблице.

Кроссинговер Cr1 = 1 переносит секцию «20» из А8 в А9, а секцию «28» – из А9 в А8. Кроссинговер Cr2 = 1 переносит секцию «17» из А10 в А11, а секцию «30» – из А11 в А10.

Автоматы А1 и А2 управляют неравномерной синхронизацией и реверсом в А3–А5. Автоматы А3–А7 управляют кроссинговером и реверсом в А8–А11. Автоматы А12 и А13 собирают неавтономными входами сигналы от автоматов А1–А11.

Реверс R и кроссинговер Cr изменяют содержимое (ключ) и аппаратную структуру автоматов. Кроссинговер Cr использует четыре трассы и четыре УВ, а R – две трассы и четыре УВ. Все цепи рандомизации используют меньше 70 УВ, а два ГСЧ на МБИС – около 2,8 тыс. УВ. Энергопотребление ГСЧ всего 0,015 мкДж/бит. Малое энергопотребление (около 0,01 от ГОСТ) указывает на высокую надёжность ГСЧ-АКШ. Это особенно ценно для датчиков технических средств охраны (ТСО) и для радиостанций войсковых и охранных сетей. При переходе от проектной нормы ПН 5 мкм к новой ПН 0,25 мкм, уже освоенной в Зеленограде, потребление ГСЧ-АКШ будет уменьшено ещё – более чем в 10 раз.

Криптоаналитиков НИИ Минобороны и КГБ СССР обрадовали малые

ресурсы топологии и УВ, обеспечившие абсолютную криптостойкость и высокую надёжность ГСЧ [9] благодаря кроссинговеру. Остальные средства рандомизации ГСЧ (реверс, неравномерное движение автоматов, неавтономные воздействия и др.) они сочли излишними. Но заменить ГОСТ-28147-89 этим ГСЧ они не могли, указав на сложность программной реализации кроссинговера в средствах, использующих ГОСТ. Они надеялись для нового ГОСТ найти за 2–3 года программно простые алгоритмы без кроссинговера.

Разработки простых в программной и аппаратной реализации АКШ

Для разработки абсолютно криптостойких шифраторов без кроссинговера, простых не только при аппаратной, но и при программной реализации, потребовалось более 10 лет [11–14]. Исследования выполняли для ТСО совместно СНПО «Элерон» Росатома и ООО «Альтоника». Они опирались на идеи Шеннона, доказавшего, что абсолютную криптостойкость обеспечивают последовательности случайных чисел (ПСЧ) шифрблочнота при однократном использовании его «страниц». В этих ГСЧ для создания действительно случайных ПСЧ – true random number sequence – случайно, как и в ГСЧ [9], но без кроссинговера изменяли нестационарные генераторные полиномы (ГП) и содержимое РС (ключ).

В книгах по криптографии нет предположений по АКШ и описаний шифраторов, реализуемых на базе современной электроники. Стандарты шифраторов мобильной радиосвязи, разработанные криптографами США (ORIX) и Европы (GSM-A5), были вскрыты через год после публикации, и появились бесплатные программы прослушивания секретных переговоров. Были вскрыты и многие другие рекламируемые шифраторы [8]. В [11] были выбраны алгоритмы на двоичных РС с нелинейными и нестационарными ГП-функциями обратной связи (NLFSR + Random FSR). Исследования показали преимущества ГП на РС длиной 8 бит с простейшей нелинейностью на двухвходовых элементах «И» и «ИЛИ». У более длинных РС меньше количество автоматов при избыточном количестве ГП. Для РС короче 8 бит хороших ГП очень мало. Большинство нестационарных ГП с двумя состояниями создают короткие циклы, усложняющие выбор ключей.

Таблица. Параметры автоматов ГСЧ с общей длиной 256 бит

Номер автомата	Длина РС автомата	Параметры*	Номера управляемых автоматов, выбранных с учётом снижения длины трасс ТП
A1	4	NA, NL	2–4, 8–10, 12
A2	8	NA, L	3–9, 11
A3	9	A, L, R1	6, 7, 9
A4	7	A, L, R2	6, 7, 10
A5	6	A, L, R3	6, 11
A6	3	A, NL	8, 9, 12
A7	5	A, NL	9, 10, 12
A8	25 + 20	Cr1, NA, L, R	13
A9	31 + 28	Cr1, NA, L, R	13
A10	15 + 17	Cr2, NA, L	13
A11	34 + 30	Cr2, NA, L, R	13
A12	4	NA	13
A13	10	NA, L, R	Выход

Примечания: А – автономный автомат, NA – неавтономный, L – линейный, NL – нелинейный; Cr – «кроссинговер» – новый термин, обозначающий обмен секциями РС автоматов; R – реверс ГП, осуществляемый «зеркальным» изменением ГП-автомата

Позиция специалиста

Отсутствие теории требовало сначала поиска вручную «хороших» пар нестационарных ГП, не создающих коротких циклов. На таких ГП разработан не требующий лицензирования ГСЧ-39 на пяти РС ($8 \times 4 + 7$). Он эквивалентен шифрблоку объёмом 2^{39} бит [12]. Его сложность – около 0,8 тыс. УВ. Можно увеличить объём шифрблоку ГСЧ-39 до 2^{73} вводом дополнительных цепей рандомизации (16 разрядов вектора управления структурой и 18 разрядов вектора обновления ключа). Его сложность – около 1,2 тыс. УВ. Теперь поиск хороших пар ГП не нужен. В [13] опубликованы 164 пары хороших ГП для АКШ на байтовых РС и 8 пар для 7-разрядных РС. Они получены полным перебором на группе ПЭВМ.

ГСЧ-24 с тремя байтовыми РС, имеющий каждый по четыре пары нелинейных нестационарных ГП, обладает сложностью около 1,2 тыс. УВ. В [14] описаны абсолютно криптостойкие ГСЧ-16-1 и ГСЧ-16-2 с длиной ключа 16 бит на двух байтовых РС с двумя цепями управления. Эквивалентный объём шифрблоку у ГСЧ-16-1 при интервале обновления 1 байт, который много меньше «интервала единственности», достигает 2^{41} байт. Этого объёма достаточно для непрерывной работы войсковой радиостанции (ВРС) со скоростью 16 кбит/с в течение 30 лет, а охранных радиостанций ТСО – более 100 лет. Его сложность – около 1,4 тыс. УВ, что больше, чем у ГСЧ-24 и ГСЧ-39. У ГСЧ-16-2 объём шифрблоку 2^{54} бит, но его сложность из-за очень большого количества выбираемых пар возросла до 8,0 тыс. УВ. Очевидно, что предпочтительнее увеличивать объём шифрблоку путём увеличения количества РС и длины ключа байтовыми ступенями 32-40-48-64-128 бит и т.д., а увеличение количества выбираемых пар нестационарных ГП нецелесообразно. Испытания ГСЧ-39 и ГСЧ-16 показали, что замена пар ГП и обновление разряда РС переносят состояние ГСЧ скачком в новую «точку» полного цикла. Это соответствует вводу в ГСЧ нового ключа. Величины скачков распределены по полным циклам автоматов хаотически, и последовательности состояний байтовых РС после обновлений эргодичны.

ОШИБКИ РАЗРАБОТЧИКОВ РАДИОСТАНЦИЙ

В [15] показана неспособность войсковых радиостанций (ВРС), поставля-

емых более 23 лет концерном «Созвездие» в Минобороны РФ, отличать ложные приказы от подлинных. Причина этого – ППРЧ, управляемые нестойкими ПСП, формируемыми линейными ГП–LFSR. Для вскрытия такой ПСП достаточно принять $2n$ реализаций ППРЧ, где n – максимальная степень ГП этой ПСП. Содержание [15] было направлено в «Созвездие» до её опубликования. Затем была выслана и сама статья [15] с предложением реализовать совместно на микросхемах новые ВРС с наилучшими алгоритмами. Полученные ответы заставили усомниться в том, что алгоритмы [15] и требования [2] о расширении экспорта конкурентной на мировом уровне высокотехнологичной аппаратуры на базе отечественных микросхем были поняты. В ответном письме было чётко сформулировано, что специалисты «Созвездия» считают для ВРС 6-го поколения (ВРС-6) наилучшим алгоритм SDR (SoftwareDefined Radio – «программно определяемое радио»). Чиновники Минобороны и Минпромторга в отказах от экспертизы алгоритмов [15] также подтвердили, что уже выбрали SDR из-за многофункциональности, эффективной для них, но ненужной для тактического звена и существенно усложнившей ВРС-6. Войсковые испытания показали, что ВРС-6 «Созвездие-М» с SDR не защищены от СРБ [16]. Причины много: отказ от АКШ, использование ППРЧ и процессоров, ненужная в тактическом звене многофункциональность (связь с мобильными телефонами 4G, с сетями Wi-Fi, Wi-MAX, связь с сотовыми телефонами и пр.), сложные и неэффективные алгоритмы помехоустойчивого кодирования.

Технологию SDR предложила в 1984 г. компания E-Systems. После испытаний макетов по программе SpeakEasy в 1990 г. использование ВРС с SDR в войсках США отменили. На E-Systems наложили штраф \$4,6 млн. По программе Military's Joint Tactical Radio System (JTRS) были начаты доработки SDR, но они были прекращены из-за огромных затрат и дороговизны ВРС с SDR – \$37,8 тыс. за одну единицу оборудования (\$6,8 млрд за 180 тыс. ВРС для тактического звена). Проблемы с процессорной реализацией SDR побудили фирму IMEC создать микросхему трансивера SCALDIO с функциями SDR. Для ПЭВМ радиолюбителей Promwad создала на сложном четырёхъядерном процессоре TMS320C6674, использованном ранее в макетах SpeakEasy, «открытую SDR-платформу».

В России SDR сначала реализовали на отечественной ПЭВМ «Багет». Но по причине чрезвычайной сложности перешли на ещё более сложную ПЭВМ EC1866 с импортными микросхемами, что противоречит требованиям [2]. В [17, С. 182] Ангстрем (автор не назван) рекламирует незащищённые ВРС-6 «Азарт» с SDR и, оправдывая их сложность и незащищённость, уверяет, что разработка велась «совместно со специалистами Министерства обороны РФ», имена которых также оказались «за кадром». Этой рекламе верить нельзя. Надлежащих войсковых испытаний комплекса «Азарт» не было и, учитывая [16], не будет. Выбранные структуры радиосигналов, кодов цифровой речи, помехозащиты и криптозащиты не указаны. Однако Минобороны уже приобрел в 2012 г. 2500 шт. «Азарт» и заказал поставку ещё 23 тыс. штук в 2013 г. (по данным интернет-ресурсов). В [17, С. 220] А.Ю. Беккиев, новый гендиректор «Созвездия», уже не уверяет в защищённости от СРБ ВРС-6 «Созвездие-М» с SDR, но заявляет, что 1 член-корр. РАН, 23 д.т.н. и 146 к.т.н., работающие в «Созвездии», используют практически все современные телекоммуникационные решения. Сравнения предлагаемых ими алгоритмов с алгоритмами [15] он избегает.

Очевидно, что алгоритмы ВРС-6 с SDR из-за маскирования аналоговой речи, а также по криптозащите, имитозащите, энергопотреблению, помехоустойчивости, сложности и низкой надёжности непригодны ни для тактического звена, ни для гражданской радиосвязи с передачей ценной научной, технологической и коммерческой информации.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ ЦЕЛЕВАЯ ПРОГРАММА ПЕРЕХОДА К МИКРОСХЕМАМ

На реализацию этой программы направлено Постановление Правительства (ПП) [2], требующее разработок конкурентной на мировом уровне аппаратуры на базе микросхем с новыми технологиями с проектной нормой от 0,25 и 0,18 мкм в 2012 г. и с ПН до 90 нм и 45 нм в 2015 г.

На НИР и ОКР в разделе IV ПП «Ресурсное обеспечение» выделены 66 000 млн руб. Приложение 2 к ПП поручает ряду предприятий Минпромторга, включая концерн «Созвездие», создание базовых проектных центров для разработок аппаратуры на микросхемах.

В [15] показано, что в библиотеках элементов освоенных серий базовых матричных кристаллов (БМК) есть цифровые и аналоговые элементы для тракта приёма и передачи радиостанций в диапазоне до 200 МГц. БМК серии 5529, выпускаемые с 2012 г., обеспечивают диапазон до 1 ГГц. Эти БМК с ПН 0,25 мкм, питанием от 3,3 В, ёмкостями 50, 150, 409, 800 тыс. и 1,5 млн УВ имеют скорость триггера в счётном режиме 350 МГц. На БМК с 1,5 млн УВ можно поместить ГСЧ-АКШ [9–12], кодеки помехозащиты [3, 4], кодек речи и все вспомогательные узлы ВРС. Скорости этих БМК уже превышают значения, необходимые для цифровой обработки речи кодака MP MLQ, в кодаках речи по ОКР «Ц-2010-08-7.3» [18] и в других. Это позволит передавать в ВРС на этих БМК очень короткие высокоскоростные пакеты с цифровой речью и с СЧВП. В 2015 г. частотный диапазон увеличат до 6 ГГц и выше, а ёмкость БМК увеличат до 10 млн УВ.

Опыт разработок МБИС [3, 10] показал, что цена и энергопотребление защищённых от СРБ радиостанций будут по меньшей мере в 200 раз ниже,

чем у радиостанций «Созвездие-М» и «Азарт» [17], а надёжность, соответственно, выше. На базе описанных в [3, 10] реализованных на микросхемах алгоритмов можно создать конкурентные на мировом уровне радиостанции, защищённые от СРБ, и реализовать требования ПП [2]. Необходимые МБИС можно разрабатывать в НПК «Технологический центр МИЭТ» (ТЦ МИЭТ) на БМК серий 5529 с ПН 0,25 мкм и 5521 с ПН 0,18 мкм. ТЦ МИЭТ имеет систему проектирования цифро-аналоговых микросхем «Ковчег 2.2», успешно использованную ранее [3]. Есть международный стандарт IEEE «VHDL», утверждённый в 1987 г. и откорректированный в 1998 г., для описания микросхем на вентильном и регистровом уровнях. Возможен переход от БИС на БМК к разработкам аналогово-цифровых заказных БИС. Рекомендовать САПР «Авокад» (СоЭл № 9, 2010) нет оснований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ведущие НИИ СССР более 25 лет назад рекомендовали разработку аппаратуры на микросхемах и отказ от про-

цессоров ввиду их низкой надёжности и сложности. Более 10 лет ведущие зарубежные фирмы разрабатывают аппаратуру сверхширокополосной радиосвязи на собственных микросхемах типа «система на кристалле». Но в РФ до сих пор разрабатывают коммерчески выгодную аппаратуру на процессорах по неэффективным алгоритмам, которая почти в 200 раз дороже, сложнее и менее надёжна, чем аппаратура на алгоритмах, ориентированных на микросхемную реализацию. Главные препятствия разработкам радиостанций, защищённых от средств радиоборьбы и конкурентных на мировом уровне, создают Главное управление связи Минобороны (заказчик) и Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга с концерном «Созвездие» (изготовители). Более 23 лет они поощряют разработки незащищённых от СРБ, ненадёжных и дорогих войсковых радиостанций. Это противоречит требованиям Постановления Правительства № 809 от 26.11.07 разработать на базе отечественной микроэлектроники конкурентные на мировом уровне радиостанции с малой

Позиция специалиста

энергией бита, малым энергопотреблением, высокой надёжностью, защищённые от радиоразведки, заградительных помех, ложных донесений и приказов. Обсуждение описанных здесь алгоритмов может помочь «Созвездию» и другим разработчикам реализовать на микросхемах радиостанции, защищённые от СРБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брауде-Золотарёв Ю.М. Алгоритмы и технологии сверхширокополосных сигналов. Радиотехника. № 9. 2011.
2. Постановление Правительства РФ № 809 от 26.11.07. «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008–2015 годы».
3. Брауде-Золотарёв Ю.М., Брауде-Золотарёв М.Ю., Каблучкова А.А., Писаренко В.Т., Фомин Ю.П. Микросхема помехоустойчивого кодирования канала. Электросвязь. № 10. 2002.
4. Брауде-Золотарёв Ю.М. О наилучших алгоритмах помехоустойчивого кодирования. Беспроводные технологии. № 1. 2013.
5. Брауде-Золотарёв Ю.М., Давыдов Ю.Л., Косарев С.А., Шеттовецкий А.Ю. Помехо-

устойчивость радиосетей технических средств охраны. Материалы IV науч.-техн. конф. «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения». Intermatic-2005 (Москва, МИРЭА, МТУСИ, 25–28 октября 2005 г.).

6. Брауде-Золотарёв Ю.М., Давыдов Ю.Л. Перспективное направление развития техники связи. Материалы конференции МТУСИ (февраль 2006 г.).
7. Брауде-Золотарёв Ю.М., Давыдов Ю.Л. Офсетная фазовая модуляция в радиоканалах систем охраны. Сборник научных трудов «Состояние и развитие систем физической защиты». ФГУП «СНПО „Элерон“». Москва. 2010.
8. Асфандияров А., Брауде-Золотарёв Ю.М. О банковской информационной безопасности. Мир безопасности. № 4. 2013.
9. Брауде-Золотарёв Ю.М. и др. Генератор случайных чисел с высокой степенью рандомизации. Научные труды НИИ радио. 1997.
10. Брауде-Золотарёв Ю.М. Абсолютно криптостойкие и самые простые шифраторы. Электросвязь. № 3. 2010.
11. Брауде-Золотарёв Ю.М. Перспективные пути построения шифраторов. Электросвязь. № 3. 2004.

12. Брауде-Золотарёв Ю.М. Поточковый шифратор с ключом 39 бит. Электросвязь. № 12. 2004.
13. Брауде-Золотарёв Ю.М., Давыдов Ю.Л., Качер И.Л. Программы, генерирующие случайные числа. Сборник научных трудов ФГУП «СНПО „Элерон“». 2008.
14. Брауде-Золотарёв Ю.М. Возможно ли криптостойкое шифрование с ключом 16 бит? Электросвязь. № 4. 2009.
15. Брауде-Золотарёв Ю.М. Алгоритмы надёжной защиты радиостанций от средств радиоборьбы. Электросвязь. № 11. 2010.
16. Кандауров Д. Комплекс ЕСУ ТЗ: желаемое и действительное. Армейский вестник. 23.11.2011.
17. Связь в Вооруженных силах Российской Федерации. М.: Информост. 2010. www.army.informost.ru.
18. Техническое задание на ОКР «Разработка перспективного радиомодема, обеспечивающего помехоустойчивое кодирование и передачу речевых сигналов по каналам связи с ограниченной пропускной способностью». Шифр «Ц-2010-08-7.3», в/ч 35533, в/ч 43753-Р, в/ч 68240.



ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ

до +85°C



Основные свойства электролюминесцентных дисплеев:

- Кристальная чёткость изображения — отсутствует размытость изображения движущегося объекта при температуре –60°C
- Широкий угол обзора — свыше 160°
- Время отклика менее 1 мс
- Средний срок безотказной работы более 116 000 часов
- Срок эксплуатации не менее 11 лет при 25–30% потере яркости
- Устойчивость к ударным и вибрационным воздействиям
- Низкий уровень электромагнитного излучения
- Компактный корпус и обрамление

Области применения:

- Военная техника
- Транспортные средства
- Промышленное оборудование
- Медицинские приборы
- Аппаратура морской техники

LUMINEQ
POWERED BY **BENEQ**

КОМПАНИИ **BENEQ (LUMINEQ)**

С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама

Многоядерные вычислительные среды и безопасное ПО

Часть 2

Пол Паркинсон, Wind River

Перевод Николая Горбунова

Во второй части статьи рассматриваются причины перехода к использованию многоядерных процессоров, вызванные этим изменения в программном обеспечении и различные подходы к его разработке и тестированию.

Многоядерные процессоры

Долгое время в разработке процессоров доминировала тенденция, определявшаяся так называемым законом Мура, суть которого состоит в том, что число транзисторов, которое можно разместить в интегральной схеме, со временем растёт экспоненциально, удваиваясь каждые два года. Можно предположить, что этот закон будет справедлив ещё несколько лет, хотя единого мнения по вопросу, когда будет достигнут предел миниатюризации транзисторов, не существует. С 1970 по 2005 год тактовая частота процессоров увеличилась от 1 МГц до единиц ГГц, что дало предсказуемый прирост производительности. Однако жизнеспособность этого подхода постепенно подходит к концу, т.к. с повышением тактовой частоты пропорционально растёт энергопотребление. Кроме того, для повышения

тактовой частоты необходимо увеличивать напряжение питания, что также существенно увеличивает потребляемую мощность, т.к. она пропорциональна квадрату напряжения. Суммарный эффект можно выразить следующим упрощённым уравнением:

$$\text{Мощность} = C \times V^2 \times f,$$

где C – динамическая ёмкость переключающего элемента, V – напряжение питания, f – тактовая частота.

В результате в эволюции вычислительной техники наметилась в корне иная тенденция, выражающаяся в появлении многоядерных процессоров. Многоядерные процессоры совмещают в одном корпусе интегральной схемы два или более независимых вычислительных ядер, каждое из которых может работать на более низких тактовых частотах, что ведёт к снижению потребляемой мощно-

сти при сохранении производительности. На рисунке 4 слева показаны данные для одноядерного процессора на максимальной тактовой частоте. Средняя пара колонок демонстрирует, что снижение тактовой частоты до 80% от максимума сокращает энергопотребление вдвое. Наконец, правая пара колонок показывает, что использование двухъядерного процессора вместо одноядерного позволяет при том же энергопотреблении получить выигрыш по производительности в 1,6 раза (т.е. как у двух одноядерных процессоров, работающих на 80% максимальной тактовой частоты).

Однако это не означает, что все приложения будут выполняться в 1,6 раза быстрее. Чтобы в полной мере использовать преимущества двухъядерного процессора, приложение должно демонстрировать достаточный уровень параллелизма вычислений, то есть чтобы различные его части могли выполняться на двух ядрах параллельно. В общем случае прирост производительности приложения за счёт распараллеливания его выполнения по нескольким процессорам (или ядрам) определяется долей кода приложения, который должен выполняться строго последовательно. Эта закономерность известна как закон Амдала и может быть формально выражена следующим уравнением:

$$P_{np} = \frac{1}{(\text{Доля}_{\text{пар.кода}} / N_{\text{я}}) + (1 - \text{Доля}_{\text{пар.кода}})},$$

где P_{np} – прирост производительности; $\text{Доля}_{\text{пар.кода}}$ – доля параллельного кода; $N_{\text{я}}$ – число ядер.

Допустимая степень распараллеливания для различных типов приложений может существенно отличаться. Например, ряд вычислительных задач имеет по определению последовательный характер, в то время как алгоритмы, используемые в радио- и гидролокации или обработке изображений, параллельны по своей природе. Этот разброс привёл к появлению различ-

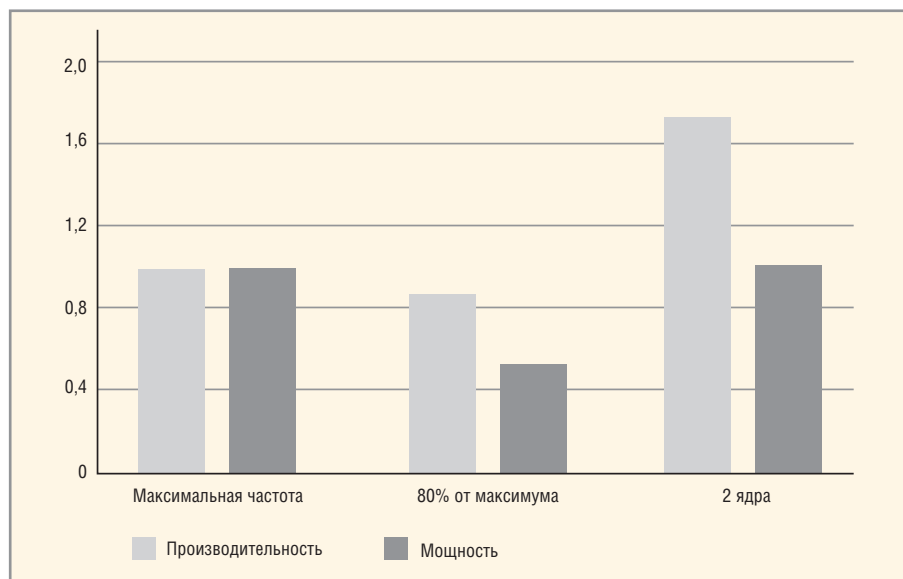


Рис. 4. Производительность и энергопотребление многоядерных процессоров

ных конфигураций ПО для многоядерных процессоров (см. рис. 5).

Симметричная многопроцессорность (SMP)

Симметричная многопроцессорность подразумевает выполнение единственного экземпляра ОС со всеми прикладными программами несколькими одинаковыми процессорами. Изначально это реализовывалось за счёт использования группы одноядерных процессоров, сейчас же тенденцией является консолидация этих процессоров в одном корпусе многоядерного процессора, что позволяет сократить массогабаритные характеристики и снизить потребляемую мощность.

Степень масштабируемости многоядерной SMP-архитектуры будет определяться балансом между производительностью ядер, памяти и ввода/вывода. Например, если процессор обладает производительными ядрами с высокой скоростью исполнения команд, но ограничен в объёме кэша команд и данных, а также имеет низкую пропускную способность каналов ввода/вывода, то он квалифицируется как *ограниченный*

вводом/выводом (I/O bound), и реально доступный объём вычислительных ресурсов у него будет снижен.

SMP предоставляет приложениям однородную вычислительную среду, и за распределение процессов/поточков приложений по доступным вычислительным ядрам в этом случае отвечает ядро ОС. Для приложений эти действия обычно прозрачны, хотя ряд реализаций дополнительно предоставляют возможность закреплять конкретные процессы/поточки за конкретными ядрами (т.н. *привязка* – affinity) с целью увеличения скорости обработки данных.

Перенос приложений, изначально разработанных для одноядерных архитектур, на многоядерные SMP-дизайны может потребовать значительных усилий, т.к. в таких приложениях изначально не закладывался достаточный уровень параллелизма. Даже при сбалансированной архитектуре процессора у SMP-дизайнов существует практический лимит количества ядер, до которого их можно масштабировать, т.к. SMP-приложениям в любом случае необходимо защищать разделяемые данные от ситуаций критических состязаний.

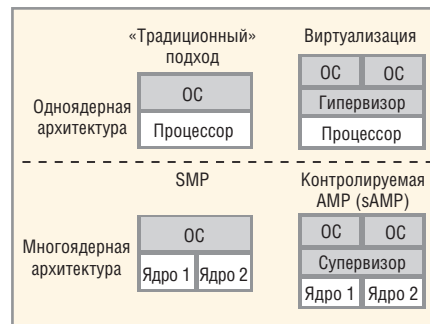


Рис. 5. Варианты конфигурации ПО для многоядерных процессоров

В результате уровень накладных расходов, вносимых SMP-дизайнами, вполне приемлемый для систем с небольшим количеством ядер, с увеличением количества ядер в системе неизбежно выходит за допустимые пределы. В этом случае, чтобы использовать все доступные вычислительные ресурсы оптимальным образом, SMP целесообразно сочетать с другими техниками многопроцессорности.

Асимметричная многопроцессорность (AMP)

Асимметричная многопроцессорность (AMP, иногда ASMP) использу-

ИННОВАЦИИ: ЭТО ПЕРВЫЙ БЕСПИЛОТНИК, СПОСОБНЫЙ САДИТЬСЯ НА АВИАНОСЕЦ



Northrop Grumman X-47B
 Первый БПЛА «летающее крыло», способный к автономной посадке на палубу авианосца
 Первый полет: авиабаза Эдвардс, 29 минут, 4 февраля 2011 года

Корпорация Northrop Grumman выбрала ОС реального времени VxWorks в качестве программной платформы для своей программы UCAS-D, а GE Aviation – в качестве базовой ОС для ядра всех компьютеров UCAS-D (Common Core System), бортовых сетей и электроники сопряжения. Это позволило разработать ответственные системы управления БПЛА в рамках установленных сроков и бюджета. Потому что когда инноваторы работают вместе, даже небо – не предел.

WIND RIVER
 ИННОВАЦИИ НАЧИНАЮТСЯ ЗДЕСЬ.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ WIND RIVER



Москва Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
 С.-Петербург Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru

Реклама

ет противоположный подход, когда каждый процессор является независимым вычислительным устройством. Это позволяет выполнять на различных ядрах множество копий одного и того же приложения, работающих над различными наборами данных, а также (при необходимости) выполнять на различных ядрах различные ОС. Типовым примером последнего может быть выполнение ОСРВ, отвечающей за сбор данных или управление объектом, на одном ядре, и ОС общего назначения (например, Linux), отвечающей за интерфейс с пользователем, на другом.

В многоядерных АМР-системах необходимо обеспечивать вычислительным ядрам корректный совместный доступ к разделяемым ресурсам – например, кэш 2 уровня (L2), шинам данных и ряду периферийных устройств. Это увеличивает сложность системы и требует более тщательного подхода к проектированию и разработке ПО, особенно в случае, когда на различных ядрах выполняются различные ОС, и результат некорректной операции на одном ядре может распространиться на все остальные ядра. По этой причине всё более набирает популярность реализация АМР на многоядерных архитектурах с поддержкой контроля (supervision) и виртуализации – более подробно об этом см. далее.

На уровне приложения ядра работают независимо, что позволяет минимизировать усилия по портированию ПО на многоядерную архитектуру. Если приложению требуется «общаться» с другим приложением, выполняющимся на другом ядре, это реализуется непосредственно на уровне приложения с использованием соответствующего механизма межпроцессорного взаимодействия, использующего, в свою очередь, предоставляемый аппаратурой физический транспорт. Это отличается от реализации, используемой в SMP, где межзадачное взаимодействие между приложениями, выполняющимися на разных ядрах, является программно прозрачным.

Контролируемая и виртуализованная асимметричная многопроцессорность

Многоядерные АМР-системы могут быть очень сложными, особенно это касается консолидированных систем, использующих несколько ОС одновре-

менно. На практике это означает, что на обеспечение корректности их реализации и конфигурирования приходится затрачивать больше усилий (в частности, это касается распределения аппаратных ресурсов – его приходится делать вручную).

Поскольку рост сложности (а значит, и трудозатрат) нежелателен, в последнее время набирает популярность подход с использованием программного супервизора, который выполняется ниже уровня ОС и управляет доступом к разделяемым ресурсам, таким образом, реализация этой функции со стороны применяемых ОС значительно упрощается. Супервизор также может предоставлять возможность контролируемой перезагрузки отдельных ядер, никак не затрагивая при этом работу остальных.

Ещё одна популярная в последнее время тенденция – использование *полной виртуализации* – является дальнейшим развитием подхода с супервизором. В этом случае ниже уровня ОС выполняется гипервизор, ответственный за создание для каждого ядра отдельной виртуализированной среды, в т.ч. настройку защиты памяти для каждой используемой ОС и их последующую загрузку. Это обеспечивает надёжную изоляцию операционных сред каждого ядра и может служить хорошей технологической основой для консолидации нескольких приложений, ранее выполнявшихся на отдельных процессорах, в рамках интегрированной многоядерной архитектуры. Обычно подобная задача включает в себя приложения, выполняющиеся под управлением ОС общего назначения (например, Windows или Linux), и приложения, выполняющиеся в среде ОСРВ (например, VxWorks).

В системах с повышенными требованиями к безопасности залогом максимальной эффективности использования многоядерных технологий является применение надёжного гипервизора. В процессе регулярного обновления технологической базы самой сложной задачей обычно является переход на новый процессор. Реализация безопасной системы на базе валидированного или сертифицированного гипервизора позволяет вынести аппаратно-зависимую функциональность за пределы ОС и приложений, а значит, обеспечивает переход на новые процессоры с минимумом повторного тестирования и верификации.

КОНВЕРГЕНЦИЯ

В предыдущих главах современные тенденции в области безопасности ПО и многоядерных технологий рассматривались отдельно друг от друга. Очевидно, что, несмотря на то, что некоторые из этих тенденций не связаны между собой, у них также есть ряд важных точек соприкосновения, открывающих богатый потенциал их совместного использования.

Функциональная безопасность и многоядерные процессоры

В системах с повышенными требованиями к безопасности всё чаще используется консолидация приложений, что в рамках программной архитектуры IMA означает совместное выполнение на одном процессоре нескольких независимых приложений, а также переход от использования для этих целей однопроцессорных систем к многоядерным. Обязательным этапом при этом становится выяснение, пригодны ли многопроцессорные системы для построения надёжных и безопасных систем и какой тип многоядерных архитектур обеспечивает наибольшую степень безопасности.

SMP, на первый взгляд, кажется привлекательным решением для функционально-безопасных систем, т.к. сулит существующим «федеративным» приложениям увеличение производительности за счёт перехода на многоядерные процессоры. Выигрыш в производительности, правда, будет частично скомпенсирован проигрышем в детерминизме: во-первых, станет непредсказуемым время доступа к разделяемым ресурсам, т.к. теперь оно будет зависеть от активности всех остальных ядер, которые тоже могут запрашивать к ним доступ. Во-вторых, скажется побочный эффект кеширования, и перепланирование задачи будет занимать разное время в зависимости от того, назначается ли задача на то же самое ядро или на другое. К тому же для SMP не существует очевидного решения для реализации нескольких уровней безопасности для параллельно исполняемых задач. Из этого можно сделать вывод, что ожидать беспрепятственного использования SMP-технологий в системах с высокими требованиями к функциональной безопасности не следует.

Наибольший потенциал для использования в системах повышенной функциональной безопасности имеют АМР-конфигурации. Кроме того, для

изоляции приложений разной степени «критичности» друг от друга и для предотвращения критических состояний за разделяемые ресурсы имеет смысл сочетать АМР с технологиями виртуализации и гипервизорами. Такой подход может быть привлекателен, скажем, в задачах автоматизации технологических процессов или медицинского приборостроения, поскольку позволяет объединить, например, на одном двухъядерном процессоре «критическое» управляющее приложение, реализованное в среде ОСРВ, и «некритическое» интерфейсное приложение, использующее ОС общего назначения. Аналогично, в задачах авиаприборостроения АМР можно использовать для запуска нескольких приложений с «федеративной» архитектурой на отдельных ядрах или, наоборот, для запуска ИМА-приложений на выделенных ядрах под управлением ARINC 653-совместимой ОСРВ.

Несмотря на заметный интерес к применению многоядерных архитектур в АМР-конфигурации в «критических» системах авионики, на пути к широкомасштабному внедрению

имеется ряд нерешённых вопросов. Один из них – возможность сцепления (coupling) между приложениями, выполняющимися на отдельных ядрах, из-за необходимости доступа к разделяемым ресурсам (включая кэши, контроллеры памяти и прочие устройства), что может вызвать, например, блокировку одного приложения другим, выполняющимся на другом ядре. Это в потенциале создаёт проблему для группы приложений как одного, так и разных уровней «критичности». В дополнение к этому, по результатам ряда исследований, сложность многоядерных процессорных архитектур усложняет расчёт наихудшего времени выполнения (worst-case execution time, WCET), необходимого для доказательства предсказуемости поведения системы при любом сочетании условий. Однако при соответствующем конфигурировании АМР-систем влияние всех этих проблем может быть сведено к минимуму.

В вопросах сертификации многоядерных систем для гражданского авиаприборостроения сертификационные органы придерживаются консерватив-

ного подхода, описанного в стандарте DO-254. Вероятно, в ближайшем будущем в результате исследований в области многоядерных технологий в авионике будут сформированы рекомендации по применению и конфигурированию многоядерных архитектур. Это, в свою очередь, даст новый толчок разработчикам многоядерных процессоров для улучшения создаваемых ими систем с точки зрения их применимости в системах повышенной функциональной безопасности, например, назначения ядрам отдельных кэшей для стабилизации временных характеристик и, соответственно, упрощения WCET-анализа.

Информационная безопасность и многоядерные процессоры

В системах с повышенными требованиями к информационной безопасности консолидация выражается в переходе от исполнения приложений с разными требованиями к информационной защищённости на физически разделённых процессорах к MILS-архитектуре, где приложения разного уровня «критичности»

САПР печатных плат

EREMEX DELTA DESIGN – проектирование печатных плат



Менеджер библиотек



Схмотехническое моделирование



Топологический трассировщик



Схемный редактор





Новые решения в области программного обеспечения

Тел.: +7 (495) 232-1864; +7 (812) 448-0444
 Факс: +7 (495) 234-0640 • E-mail: info@eremex.ru • Web: www.eremex.ru

Реклама

исполняются на одном или нескольких процессорных ядрах одной и той же системы. В то же время применение многоядерных процессоров в подобных решениях также оставляет ряд нерешённых вопросов. Многие из них значимы и для обеспечения функциональной безопасности, но одна из проблем связана исключительно с информационной безопасностью – это проблема скрытых каналов.

В параграфе «Множественные независимые уровни безопасности» рассматривалась проблема скрытых каналов в однопроцессорных системах. В многоядерных архитектурах опасность образования скрытых каналов повышается по двум причинам. Во-первых, ряд устройств обычно используется вычислительными ядрами совместно, например, кэши, контроллеры памяти и прерываний, периферийные устройства. Во-вторых, за счёт одновременной работы нескольких ядер (а не поочерёдном выполнении различных приложений на одном ядре), пропускная способность скрытых каналов повышается. Например, двухъядерный процессор с разделяемым кэшем 2-го уровня предоставляет потенциал для образования высокоскоростного скрытого канала, исключить который можно, предоставив каждому ядру выделенный кэш.

Многоядерные процессоры могут сильно отличаться по своему внутреннему устройству – от однородных двух- и четырёхъядерных до массово-параллельных и даже гетерогенных архитектур, содержащих процессор общего назначения и целевые вычислительные модули, поэтому делать общие выводы о применимости многоядерных процессоров в системах повышенной информационной безопасности весьма затруднительно. Однако можно ожидать, что результатом идущих в настоящий момент исследований будет единый набор приемлемых практик для применения многоядерных процессоров в системах повышенной информационной безопасности, и это даст необходимую основу для широкомасштабного их внедрения.

Три в одном?

Теперь, когда потенциал для конвергенции между многоядерными технологиями и технологиями функциональной и информационной безопасности освещён, в качестве следующего шага следует рассмотреть ещё более сложный вопрос, включающий в себя кон-

вергенцию всех трёх составляющих. Дело в том, что между требованиями к функциональной и информационной безопасности всегда существуют неявные противоречия, что в конечном итоге увеличивает общую сложность. Например, если к многоядерной системе предъявляются требования по функциональной и информационной безопасности одновременно, открытым остаётся вопрос, как обрабатывать сбой в работе одного из ядер. Должна ли система пытаться перезагрузить сбойное ядро? Или отключить его, выполнив деградацию? Или следует предположить, что сбой является следствием атаки, и перевести и другие ядра в безопасное состояние?

Несмотря на то что тенденция к объединению многоядерных технологий с технологиями безопасности ещё не оформилась, ожидается, что по мере разрешения текущих вопросов конвергенция между ними станет неизбежной реальностью.

Если говорить о программных архитектурах, имеющих максимальный потенциал для одновременной поддержки многоядерных архитектур и технологий функциональной и информационной безопасности, то очевидно, что, например, ARINC 653-совместимые функционально-безопасные ОСПВ вряд ли удастся привести в соответствие с требованиями информационной безопасности, в первую очередь за счёт объёма кода ядра, а также из-за возможности реализации драйверов в пространстве ядра. При этом MILS-архитектуры на основе гипервизора, применимые в информационно-безопасных системах, напротив, способны удовлетворить требованиям функциональной безопасности за счёт своей способности к изоляции приложений. Поэтому именно их следует рассматривать как наиболее перспективный вариант решения проблемы безопасного ПО в многоядерных вычислительных средах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конвергенция технологий в области безопасности ПО и многоядерных вычислений уже началась и постепенно набирает силу. Уровень технологической готовности технологий ARINC 653 и ИМА за последнее десятилетие существенно возрос, переводя их из разряда лабораторных исследований в реальные успешные проекты гражданской и военной авионики.

Внедрение MILS-технологий в настоящее время пока находится на зачаточной стадии и начнёт более активно развиваться по мере появления успешных реализаций. По мере того как производители кремния развивают многоядерные технологии, они всё более переходят в разряд повседневной реальности. Индустрия требует комплексного решения проблемы безопасного ПО в многоядерных вычислительных средах; при этом потребность в нём растёт быстрее, чем развиваются технологии, и несмотря на то, что ключевые технологии уже существуют, единого решения всё ещё не найдено. Ожидается, что наибольший потенциал для реализации такого решения содержат в себе MILS-архитектуры на основе гипервизора.

Процесс развития технологий нельзя ускорить, но подходить к нему необходимо с особой тщательностью, поскольку в функционально-безопасных системах на кону стоят человеческие жизни, а в информационно-безопасных – национальные интересы. Текущие изменения в нормативной базе и рост требований к связности вычислительных систем в областях функциональной и информационной безопасности говорят о том, что вскоре мы станем свидетелями уверенного движения индустрии в сторону унифицированных архитектур, позволяющих создавать сложные виртуализированные системы на многоядерных платформах и обеспечивать надёжную вычислительную среду для выполнения безопасных приложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. First Flight of Carrier-Based Version of F-35 Joint Strike Fighter Scheduled for This Week. Military Aerospace Electronics. 2010.
2. Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification. DO-178C. RTCA. 2011.
3. Integrated Modular Avionics (IMA) Development Guidance and Certification Considerations. RTCA DO-297/EUROCAE ED-124. 2005.
4. National Security Telecommunications and Information Systems Security Policy (NSTISSP) No. 11, Information Assurance Directorate. 2000. www.cnss.gov/Assets/pdf/nstissp_11_fs.pdf.
5. Kinnan, Larry. Use of Multi-core Processors in Avionics Systems and Their Potential Impact on Implementation and Certification. 28th Digital Avionics Systems Conference. 2009.





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ



Контрактное производство



электронных изделий любой сложности по конструкторской документации заказчика

★ **Электронные компоненты**

Поставка отечественных и импортных радиоэлектронных компонентов и материалов, полное комплектование производственных программ

★ **Монтаж печатных плат**

Уникальные автоматизированные технологические линии для SMT- и THT-монтажа. Все виды работ по стандартам ГОСТ и IPC

★ **Поставка печатных плат**

ДОЛОМАНТ является партнером мировых лидеров по производству печатных плат

★ **Сборка приборов, стоек, шкафов**

Полный цикл производства электроники

Заказные разработки

в соответствии с ТЗ заказчика, в том числе изделий специального назначения

Разработка и производство электронного оборудования и программного обеспечения

Более 500 изделий для специальных применений и жестких условий эксплуатации

Поставка в качестве второго поставщика

Более 400 000 наименований изделий иностранного производства под контролем военного представительства

Специальные проверки и исследования

Контакты Россия, 117437, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
Тел.: (495) 232-2033, факс: (495) 232-1654
Web: www.dolomant.ru, E-mail: info@dolomant.ru
Заказные разработки E-mail: cd@dolomant.ru

Контрактное производство электроники Россия, 117342, г. Москва, ул. Введенского, д. 3
Тел.: (495) 739-0775, факс: (495) 739-0776
E-mail: product@dolomant.ru



Реклама

Оптимизация видеоканалов связи для автомобильных дисплеев и камер

Дейв Льюис, Texas Instruments
Перевод Игоря Матешева

В настоящей статье описываются решения, основанные на последовательно-параллельном и параллельно-последовательном преобразовании (SerDes подход) и предназначенные для связи высокоразрешающих камер и дисплеев, оптимизированных для получения высоких характеристик при низкой стоимости.

Видеотехника вносит революционные изменения в автомобиль. Плоские дисплеи высокого разрешения становятся известны всё большему числу людей, связанных с транспортом. В то же время видеокamеры, входящие в состав систем содействия водителю (ADAS), дают возможность намного лучше ориентироваться в обстановке. Ставится цель сделать автомобиль более безопасным и интуитивно понятным. Интересно, что промышленные нормативы безопасности и потребительский спрос заставляют использовать эти технологии как в простых машинах, так и в автомобилях премиум-класса. В результате возникает необходимость в относительно недорогом внедрении видеотехники более высокого разрешения.

Информационно-развлекательные дисплеи высокой чёткости

Современные автомобили уже оснащаются информационно-развлекательными дисплеями высокой чёткости. И сегодня планируется спрос на аппаратуру сверхвысокой чёткости, что во многом объясняется появлением смарт-

фонов и настольных устройств нового поколения с retina-дисплеем. Потребитель ждёт, что оснащение его автомобиля будет сопоставимо с интуитивно понятными мобильными устройствами с высоким разрешением, и это побуждает автомобильные компании включать такие опции в выпускаемые ими модели.

Таким образом, наиболее важные требования к автомобильным дисплеям нового поколения можно сформулировать следующим образом:

- высокое разрешение;
- отличное качество изображения;
- мультитач (для сенсорных дисплеев);
- низкая цена.

На рисунке 1 показан оптимальный интерфейс для центрального информационного дисплея, дисплея заднего сидения или жидкокристаллического приборного монитора. Преобразователь последовательного кода в параллельный (демультимплексор) передаёт через один кабель несжатый видеосигнал высокого разрешения, многоканальный I²S-звук и двунаправленный управляющий сигнал I²C-шины с малым временем ожидания. Он устанавливает прямой интер-

фейс (RGB CMOS или OpenLDI LVDS) с дисплейным модулем, делая ненужными органы управления или связующую логику. Малая задержка I²C управляющей шины обеспечивает возможность быстрого мультитач-управления на сенсорном дисплее автомобильного головного устройства.

Для передачи большого количества данных по длинным кабелям необходима стабилизация передатчика в виде предсказаний или стабилизация детектора для компенсации потерь в кабеле. Обычно автомобильные компании программируют стабилизацию для каждого канала связи в зависимости от типа и длины кабеля. Это ограничивает производственную гибкость и не позволяет корректировать деградацию кабеля со временем. Демультимплексоры нового типа, такие как DS90UH926Q и DS90UH928Q, используют адаптивный компенсатор, который автоматически вносит поправку на потери в кабеле с учётом его типа, длины и возраста кабеля при каждом включении питания. Кроме того, установочные параметры компенсатора демультимплексора могут быть считаны с любого конца канала связи по I²C-шине, что является важным для проведения диагностики.

Другими отличительными чертами являются возможность улучшения изображения (имитация градаций серого цвета и регулировка уровня белого). Интегрированный Hi-FRC алгоритм растривания тонов сглаживает цветовую полосатость 18-битного цветного монитора, в результате чего дешёвый 18-битный монитор выглядит как более дорогой 24-битный цветной дисплей. Это позволяет автомобилестроителям существенно сократить издержки.

Функция регулировки уровня белого компенсирует различия цветовых оттенков в ЖК-мониторах, возникающие из-за неизбежной разницы в деталях производственного процесса. Производители калибруют мониторы на баланс белого, поскольку потребители воспринимают цветовые отличия между мониторами в автомобиле как индикатор плохого качества.

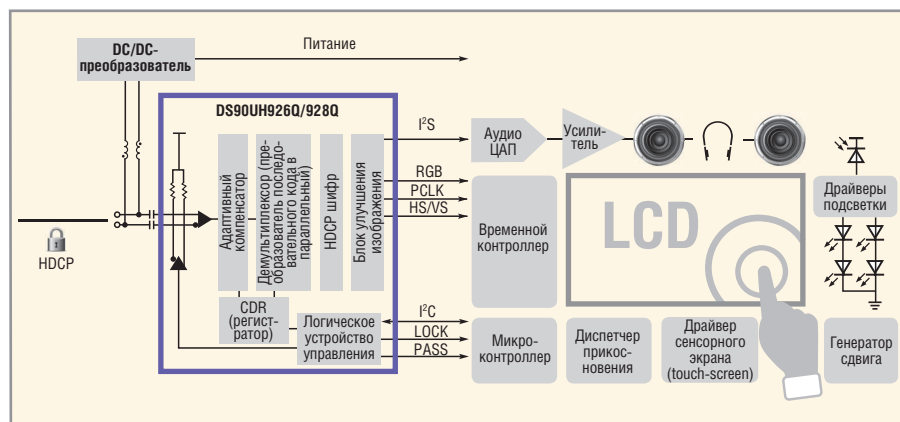


Рис. 1. Схема подключения плоского дисплея

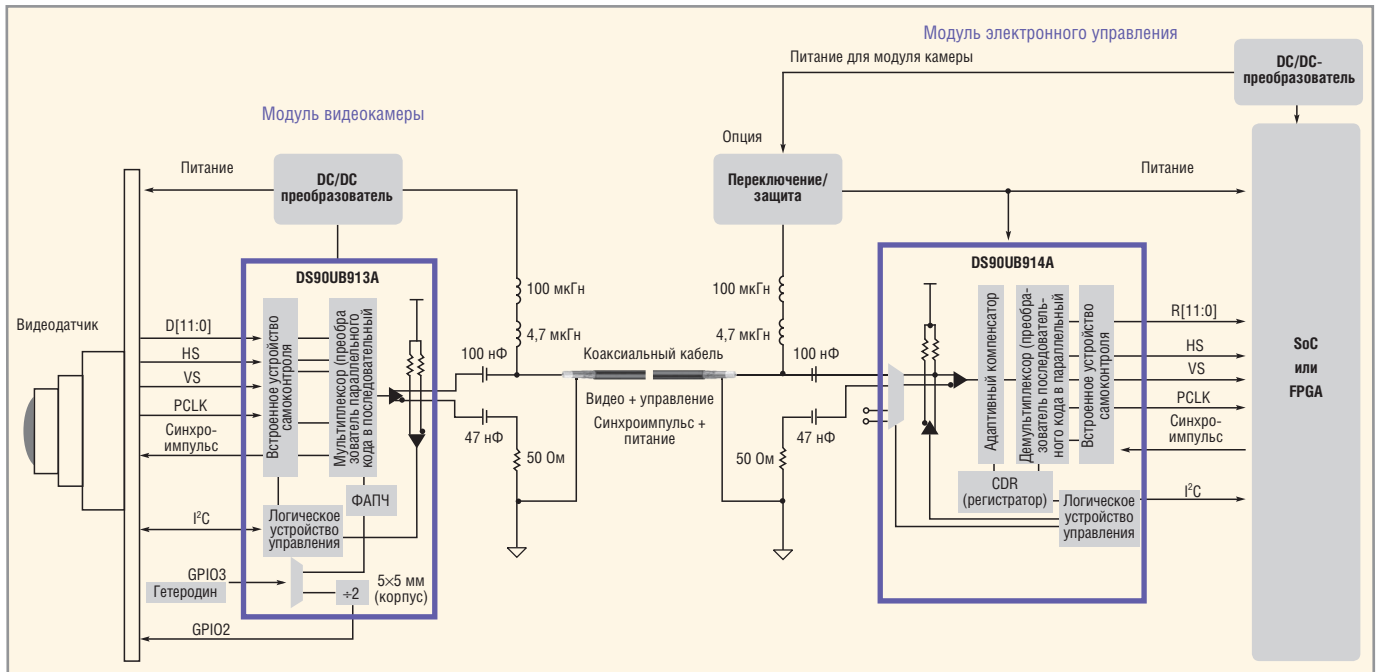


Рис. 2. Схема подключения ADAS-видеокамеры

DS90UH926Q/8Q сохраняет калибровочные данные и осуществляет регулировку белого в самом мониторе, разгружая процессор и экономя энергию. Использование данного блока исключает применение внешних компонентов, корректирующих градации яркости. Всё это способствует организации модульного принципа производства, а также облегчает ежедневную коррекцию цветовой гаммы, необходимой для того, чтобы драйверы оставались активированными, и компенсации искажений цвета при старении монитора.

При передаче по каналу связи фильмов высокой чёткости обычно возникает необходимость в блоке защиты от копирования широкополосного цифрового контента (HDCP). Мультиплексоры/демультимплексоры DS90UH825/6/7/8 FPD-Link III интегрируют HDCP-возможности с помощью аппаратных средств, что значительно облегчает защиту контента. Головной компьютер просто запрашивает мультиплексор, и тот возвращает коды демультимплексоров, соединённых с ним даже в случае многоинтервальной древовидной сетевой топологии со многими мониторами. После проверки кодов центральным компьютером выдаётся разрешение на передачу данных. Набор микросхем SerDes шифрует данные с помощью кодов и непрерывно проверяет канал. Для приложений, не требующих HDCP-возможностей, например, для передачи управляющей информации и кластера приборных дисплеев, доступны совместимые

по выводам SerDes версии без HDCP.

SerDes-решения применимы не только к стандартным плоским ЖК-панелям. Новая дисплейная технология с индикацией на лобовом стекле (DLP projection and head-up) преобразует искривлённую приборную доску автомобиля, среднюю консоль и ветровое стекло в дисплей, резко сокращая число отвлекающих факторов и фактически обеспечивая вождение в условиях высокочёткой расширенной реальности. Для таких приложений высококачественная видеотехника и набор микросхем SerDes с малой задержкой очень важны для безопасности и удобства водителя.

ПРИМЕНЕНИЕ ADAS-ВИДЕОКАМЕР

Камеры, которые ранее использовались исключительно для обзора заднего вида при парковке, в настоящее время применяются для кругового обзора и распознавания дорожных знаков в системах слежения за дорожной разметкой (LDWS), в мониторах водителя и других задачах.

Правила техники безопасности, разработанные Euro NCAP (Европейский Комитет по Проведению Краш-Тестов) и NHTSA (Национальное Управление Безопасностью на Трассах), а также требования потребителей стимулируют внедрение таких камер в автомобили эконом- и премиум-класса. Высокое разрешение и расширенный динамический диапазон (HDR) весьма важны для надлежащей интерпретации видеoinформации как водителем, так и ком-

пьютером. Сегодня производители камер работают над повышением разрешения и качества видеoinформации, стремясь в то же время снизить стоимость и размер устройств.

Наиболее важные требования к автомобильным камерам таковы:

- высокое разрешение и широкий динамический диапазон;
- малая задержка видеопередачи;
- малый размер устройства;
- низкие энергопотребление и нагрев;
- доступная цена.

На рисунке 2 показан подход к передаче данных с помощью малоинерционной камеры, использующей нестробируемый несжатый видеосигнал. Такой подход обеспечивает высокое качество изображения и быструю реакцию системы на критическую, с точки зрения безопасности, ситуацию. Используя единый кабель, набор микросхем DS90UB913AQ/914AQ поддерживает изображение с мегапиксельной камеры, двунаправленную I²C-шину, сигналы входа/выхода общего назначения (GPIO) и источник питания. Здесь используется тонкий, лёгкий и дешёвый коаксиальный кабель. Мультиплексор обеспечивает прямой интерфейс с датчиком-видеокамерой без использования микроконтроллера или логики, что экономит пространство, стоимость и потребляемую энергию. Конфигурация системы и всё необходимое управление обеспечиваются дистанционно через коаксиальный кабель с помощью виртуального I²C-подсоединения к центральному компьютеру. Синхро-

низация нескольких камер происходит с помощью обычного сигнала кадровой синхронизации через GPIO-вывод, идущий от демультимплексора к мультиплексору. В результате конструкция эффективна и в то же время отличается дешёвизной. Как и в предыдущем примере, адаптивный эквалайзер автоматически подстраивается под длину кабеля и компенсирует другие потери. Эта возможность позволяет системе гибко адаптироваться к различным моделям автомобиля и варьировать конфигурации, а также учитывать деградацию кабеля из-за старения и многократного изгиба.

Энергия поступает от стандартного источника питания постоянного тока через обычный силовой переключатель, который включает питание камер и при необходимости выключает его для предотвращения отказов, связанных с превышением рабочего тока, коротким замыканием и реверсом напряжения. Питание и заземление осуществляются через коаксиальный кабель, исключая необходимость в дополнительной разводке и заземлении на корпус. Для подачи нестро-

бированного видеосигнала, управляющих данных, питания и заземления используется один единственный коаксиальный разъём. Другие соединители не используются, что уменьшает размеры и снижает стоимость видеокamеры.

Использование единственного кабеля и малые габариты камеры облегчают её размещение в отдалённых местах автомобиля, например в боковых зеркалах или в бамперах, где подводка питающего и заземляющего провода могут быть затруднены.

Для критически значимых для безопасности ADAS-алгоритмов автомобильного обзора очень важны высокое качество изображения и малая задержка. Подход SerDes (см. рис. 2) позволяет передавать видеосигнал без сжатия, сохраняя тем самым высокое качество изображения и высокий динамический диапазон, обеспечиваемые мегапиксельной камерой-датчиком. При этом исключаются дефекты цифрового сжатия, которые могут снизить эффективность алгоритмов обнаружения объекта. Из-за отсутствия сжатия модуль камеры меньше нагревается, соответственно снижается тепловой шум каме-

ры и появляется возможность уменьшить габариты устройства. Кроме того, гарантированная сверхнизкая задержка, присущая SerDes-подходу, улучшает время реакции системы и водителя, следовательно, повышает безопасность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По мере того как дисплеи и камеры всё шире внедряются в транспортные средства, автомобильные компании стремятся повысить характеристики видеоизображения, контролируя при этом стоимость продукции.

SerDes-подход к передаче видеосигналов – лучшее решение для достижения обеих целей. Он обеспечивает наивысшее качество передаваемых несжатых видеосигналов и одновременно упрощает конструкцию системы и снижает её стоимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.ti.com
2. www.ti.com/product/ds90uh926q-q1
3. www.ti.com/product/ds90uh913a-q1
4. www.dlp.com/technology/ces2013/default.aspx





Посетите сайт журнала СТА! >>



Ведущий журнал для специалистов в области АСУ ТП и встраиваемых систем WWW.STA.RU

www.lamsys.ru



ЛАМИНАРНЫЕ СИСТЕМЫ
LAMSYSTEMS

Россия, 456300, Челябинская обл., г. Миасс, Тургорякское шоссе, 2/4
Телефон/факс: (3513) 544-744, 544-755 sale@lamsys.ru
Представитель в Москве: тел./факс: 8 (925) 508-71-26, 8 (901) 547-84-03



- ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ
- ЧИСТЫЕ ЗОНЫ
- ЛАМИНАРНЫЕ УКРЫТИЯ
- ВЫТЯЖНЫЕ ШКАФЫ
- ИЗОЛЯТОРЫ
(ПЕРЧАТОЧНЫЕ БОКСЫ)
- ШКАФЫ ДЛЯ СТЕРИЛЬНОГО
ХРАНЕНИЯ
- ОДЕЖДА ДЛЯ
ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ
- ОДНОРАЗОВАЯ ОДЕЖДА
- КИСЛОТОЗАЩИТНАЯ ОДЕЖДА
- АНТИСТАТИЧЕСКАЯ ОДЕЖДА

**ОСНАЩЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВ
И ЛАБОРАТОРИЙ
С ВЫСОКИМИ
ТРЕБОВАНИЯМИ
К ЧИСТОТЕ
ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ**

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: универсальный последовательный порт USART

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

В статье приведено описание универсального последовательного порта USART 32-разрядных ARM-микроконтроллеров серии STM32 от компании STMicroelectronics. Рассмотрена архитектура, состав и назначение регистров конфигурирования порта, а также приведены примеры программ инициализации.

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с портами ввода-вывода GPIO универсальный синхронно-асинхронный последовательный приёмопередатчик USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) является одним из самых востребованных портов для связи любого микроконтроллера с внешними устройствами. С помощью порта USART можно легко организовать связь микроконтроллера с компьютером, провести его программирование, а также связать микроконтроллеры между собой по интерфейсам RS-232, RS-485, RS-422 и т.д.

Преимуществами порта USART являются простота в использовании, а также, в отличие от интерфейса USB, гибкость в настройке и надёжность работы.

ОПИСАНИЕ ПОРТОВ USART

Микроконтроллеры STM32 [1] имеют обычно несколько портов USART. Например, STM32F103RBT имеет три последовательных порта, обозначаемых USART1, USART2 и USART3.

Кроме обычного асинхронного режима работы с использованием сигналов RXD и TXD, порты USART STM32 поддерживают несколько расширенных режимов работы. В отличие от стандартных портов USART они могут:

- работать с однопроводной полудуплексной линией связи;
- поддерживать интерфейсы Smartcard стандарта ISO7618-3, LIN (local interconnection network) и IrDA (infrared data association);
- связываться с внешними устройствами, оснащёнными SPI-совместимым интерфейсом, по 3-проводной линии.

К особенностям порта USART микроконтроллеров STM32 также относится возможность дробного деления такто-

вой частоты для формирования заданной скорости работы. Благодаря этому можно получить стандартные скорости связи порта при любой частоте тактового сигнала.

Кроме того, с помощью блока DMA (Direct Memory Access) для любого порта USART может быть организован прямой доступ к памяти, как для приёма, так и для передачи данных.

Порты USART STM32 способны поддерживать скорость обмена до 4,5 Мбит/с. Формат слова USART может составлять 8 или 9 бит данных и 0,5; 1; 1,5 или 2 стоповых бит. Дробные значения стоповых бит применяются в режиме порта Smartcard. Первым передаётся и принимается младший бит данных.

Некоторые порты USART STM32 можно программно переназначать на другие выводы микроконтроллера.

На рисунке 1 приведена структурная схема одного порта USART, которая помогает понять изложенное выше описание, а также даёт представление об архитектуре порта USART и составе регистров для его инициализации.

РЕГИСТРЫ ПОРТОВ USART

В микроконтроллерах STM32 для настройки каждого порта USART и работы с ним имеется по 7 регистров:

1. USART_SR – регистр статуса, указывающий на состояние порта USART;
2. USART_DR – регистр данных для записи передаваемых и чтения принимаемых данных;
3. USART_BRR – регистр, определяющий скорость обмена;
4. USART_CR1 – первый управляющий регистр;
5. USART_CR2 – второй управляющий регистр;
6. USART_CR3 – третий управляющий регистр;

7. USART_GTPR – регистр делителя и задержки.

Формат регистров с названием входящих в них разрядов представлен в таблице 1.

Передача и приём информации через порт USART производится по кадрам, как показано на рисунке 2.

Каждый кадр начинается со стартового бита, после которого следует несколько бит информации, бит паритета, если он задан, и стоповые биты.

Рассмотрим поочередно назначение и содержимое разрядов этих регистров.

РЕГИСТР USART_SR

Регистр статуса USART_SR хранит разряды, отображающие текущее состояние порта USART.

Разряд 0 PE отображает ошибку паритета при приёме байта. Данный разряд устанавливается в единичное состояние при аппаратном выявлении ошибки паритета, т.е. несовпадении числа единиц в принимаемом байте с ожидаемым чётным или нечётным количеством, заданным для контроля.

Разряд 1 FE указывает на ошибку кадра при приёме байта. Ошибкой кадра является, например, отсутствие стопового бита или несоответствие их количества заданному при настройке порта значению. Данный разряд также устанавливается аппаратно.

Разряд 2 NE фиксирует наличие шума в кадре. Шумом считается изменение состояния линии связи в середине приёма очередного бита информации.

Разряд 3 ORE отображает ошибку переполнения приёмного буфера.

Разряд 4 IDLE фиксирует обнаружение кадра ожидания. Кадром ожидания является отсутствие очередного стартового бита после стоповых бит.

Следующая группа флагов позволяет определить окончание передачи или приёма данных.

Разряд 5 RXNE фиксирует приём данных в регистр USART_DR.

Разряд 6 TC сигнализирует о завершении передачи очередного байта данных, записанных в регистр данных USART_DR.

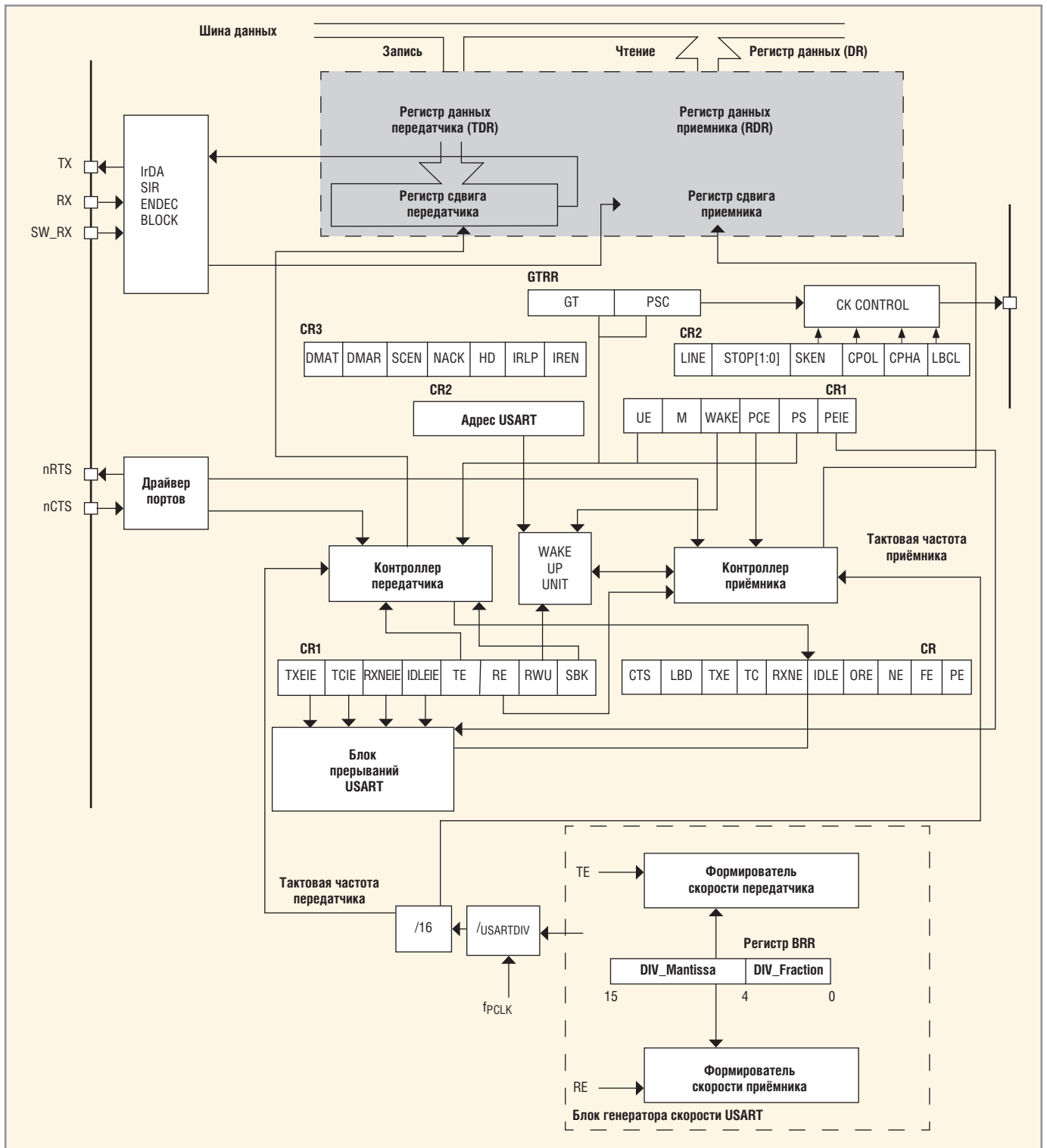


Рис. 1. Структурная схема порта USART

Разряд 7 TXE сообщает о том, что сдвиговый регистр передачи данных пуст.

Порт USART передаёт данные из сдвигового регистра, в который они поступают из регистра USART_DR. После записи данных в USART_DR они находятся в нём до тех пор, пока сдвиговый регистр не освободится. Как только данные передаются, сдвиговый регистр освобождается, и в него переписывается информация из USART_DR. При

этом устанавливается флаг TXE, означающий, что регистр данных пуст. Если же очередные данные не будут записаны в регистр данных USART_DR, то после освобождения сдвигового регистра будет установлен также флаг TC.

Разряд 8 LBD фиксирует обнаружение разрыва связи.

Разряд 9 CTS отображает изменение состояния сигнала CTS.

Разряды 10...31 зарезервированы для будущих версий микроконтроллеров.

Очищаются все разряды программно, последовательностью операций чтения регистра USART_SR, с последующим чтением регистра USART_DR.

РЕГИСТР USART_DR

Регистр USART_DR содержит байт принятых или передаваемых данных. Несмотря на то, что в программе производится обращение к одному и тому же регистру USART_DR как для приёма данных, так и для их переда-

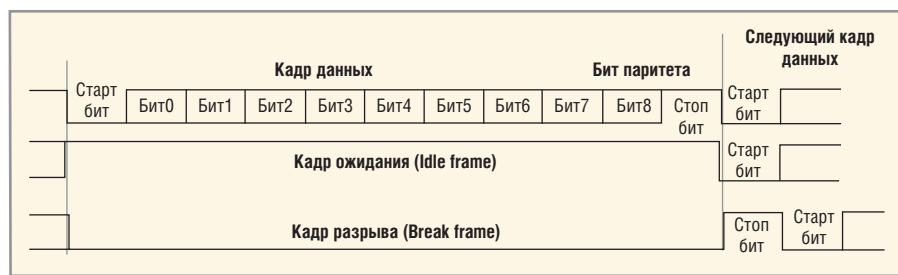


Рис. 2. Формат кадра порта USART

чи, на самом деле при чтении информация поступает из регистра приёмника порта USART, а при записи данные заносятся в регистр передатчика порта USART.

Для работы с регистром данных используются следующие операторы:
 USART1->DR = tx1; // Передать байт переменной tx1 через USART
 rx1 = USART1->DR; // Считать принятый байт из USART в переменную rx1

Регистр USART_BRR

Регистр USART_BRR служит для задания скорости обмена через порт USART и содержит определяющую эту скорость переменную USARTDIV с фиксированной точкой. Данная переменная состоит из двух частей: целой 12-разрядной части DIV_mantissa и дробной 4-разрядной части DIV_fraction. Дробная часть позволяет довольно точно подстроить скорость обмена для любой частоты тактового сигнала.

Скорость обмена вычисляется по формуле:

$$baud = \frac{fck}{16 \times USARTDIV}$$

где *fck* – тактовый сигнал (PCLK2 для USART1 и PCLK1 для USART2, 3). Соответственно, значение переменной

$$USARTDIV = \frac{fck}{16 \times baud}$$

Рассмотрим пример вычисления значения переменной USARTDIV для скорости порта USART, равной 9600 бод с тактовой частотой 8 МГц.

$$USARTDIV = \frac{8000000}{16 \times 9600} = 52,0833$$

Целая часть USARTDIV имеет значение 52, а в 16-ричном формате 0x34. Для перевода дробной части 0,0833 в 16-ричный формат, необходимо умножить эту часть на 16 и округлить полученное значение до целого. Таким образом, получим: 0,0833 × 16 = 1,3328. После округления и перевода этого значения в 16-ричный формат получим число 0x01. Теперь, поместив обе части вычисляемого числа на свои разряды в соответствии с таблицей 1, получим значение USARTDIV = 0x0341, которое следует записать в регистр задания скорости USART_BRR.

Такая запись осуществляется с помощью следующих операторов:
 USART1->BRR = 0x0341; // Записать значение скорости для USART1

При округлении дробной части возникла погрешность, которую можно вычислить с помощью обратного преобразования. Для этого необходимо преобразовать полученное значение в десятичное представление. В нашем случае целая часть равна 0x34 = 52, а дробная часть равна 1/16 = 0,0625 и USARTDIV = 52,0625 вместо расчётного значения 52,0833.

Ошибка в процентном выражении составит: error = (52,0833 – 52,0625) / 52,0833 × 100% = 0,04%. Такая ошибка не превышает предельно допустимое значение, составляющее 5%, и вполне приемлема для нормальной работы порта USART.

Теперь рассмотрим разряды трёх управляющих регистров: USART_CR1, USART_CR2 и USART_CR3.

Регистр USART_CR1

Регистр USART_CR1 имеет следующие разряды:

- разряд 0 SBK управляет отправкой символа разрыва связи (0 – не посылать, 1 – посылать).
- разряд 1 RWU определяет режим приёмника USART (0 – приёмник активен, 1 – приёмник в «спящем» режиме);
- разряд 2 RE разрешает работу приёмника;
- разряд 3 TE разрешает работу передатчика;

Таблица 1. Формат регистров порта USART

Сдвиг	Регистр	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0										
0x00	USART_SR	Резерв												CTS	LBD	TXE	TC	RXNE	IDLE	ORE	NE	FE	PE																				
	Reset value													0	0	1	1	0	0	0	0	0	0																				
0x04	USART_DR	Резерв												DR[8:0]																													
	Reset value													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0x08	USART_BRR	Резерв												DIV_Mantissa[15:4]												DIV_Fraction [3:0]																	
	Reset value													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0x0C	USART_CR1	Резерв												UE	M	WAKE	PCE	PS	PEIE	TXEIE	TCIE	RXNEIE	IDLEIE	TE	RE	RWU	SBK																
	Reset value													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x10	USART_CR2	Резерв												LINEN	STOP [1:0]	CLKEN	CPOL	CPHA	LBCL	Резерв	LBDE	LBOL	Резерв	ADD[3:0]																			
	Reset value													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x14	USART_CR3	Резерв												STSE	CTSE	RTSE	DMAT	DMAR	SCEN	NACK	HDSSEL	IRLP	IREN	EIE																			
	Reset value													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0x18	USART_GTPR	Резерв												GT[7:0]							PSC[7:0]																						
	Reset value													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- разряд 4 IDLEIE разрешает прерывания от флага IDLE регистра USART_SR;
 - разряд 5 RXNEIE разрешает прерывания от флага RXNE регистра USART_SR;
 - разряд 6 RXNEIE разрешает прерывания от флага RXNE регистра USART_SR, когда в регистр данных перемещён принятый байт;
 - разряд 7 TXEIE разрешает прерывания от флага TXE регистра USART_SR, т.е. когда регистр передачи пуст;
 - разряд 8 PEIE разрешает прерывание при обнаружении ошибки паритета;
 - разряд 9 PS управляет типом паритета (0 – чётный, 1 – нечётный);
 - разряд 10 PCE разрешает контроль паритета (0 – отключён, 1 – включён);
 - разряд 11 WAKE определяет метод «пробуждения» порта (0 – по состоянию линии связи, 1 – по выделению адреса);
 - разряд 12 M определяет длину послыки данных (0 – 8 бит данных, 1 – 9 бит данных);
 - разряд 13 UE разрешает работу USART (0 – отключён, 1 – включён);
 - разряды 14–31 зарезервированы.
- Для наглядности в таблице 2 приведён формат кадра данных USART в зависимости от установки разрядов M и PCE.

РЕГИСТР USART_CR2

Ниже представлено назначение разрядов регистра USART_CR2:

- разряды 3...0 ADD[3:0] задают адрес узла USART для многопроцессорной связи с целью его пробуждения при обнаружении данного адреса;
- разряд 4 зарезервирован и всегда имеет нулевое состояние;
- разряд 5 LBDL определяет длину обнаружения разрыва LIN (0 – 10 бит, 1 – 11 бит);
- разряд 6 LBDIE разрешает прерывание от флага LBD в регистре USART_SR;
- разряд 7 зарезервирован и всегда имеет нулевое состояние;
- разряд 8 LBCL управляет последним синхроимпульсом порта в режиме SPI (0 – не влияет, 1 – определяет синхроимпульс);
- разряд 9 CPHA определяет фазу синхроимпульсов порта в режиме SPI (0 – по фронту, 1 – по спаду);
- разряд 10 CPOL определяет полярность синхроимпульсов порта в режиме SPI (0 – пассивен низкий уровень, 1 – пассивен высокий уровень);

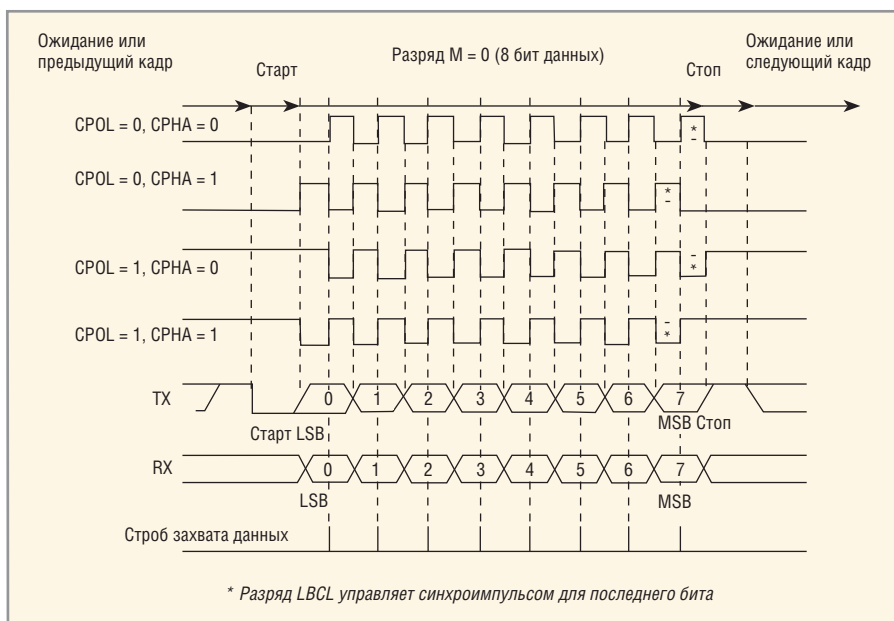


Рис. 3. Варианты настройки порта USART в режиме SPI

- разряд 11 CLKEN активирует выход СК (0 – пассивен, 1 – активен);
 - разряды 13 и 12 STOP определяют формат стоп-битов (00 – 1 стоп-бит, 01 – 0,5 стоп-бита, 10 – 2 стоп-бита, 11 – 1,5 стоп-бита);
 - разряд 14 LINEN разрешает режим LIN USART (0 – запрещён, 1 – разрешён);
 - разряды 15...31 зарезервированы.
- Разряды CPOL, CPHA и LBCL не должны изменяться во время активности передатчика.

Варианты настройки порта USART в режиме SPI с помощью разрядов CPOL, CPHA и LBCL наглядно представлены на рисунке 3.

РЕГИСТР USART_CR3

Регистр USART_CR3 содержит следующие разряды:

- разряд 0 EIE разрешает прерывания от ошибок;
- разряд 1 IREN разрешает режим работы порта IrDA;
- разряд 2 IRLP осуществляет выбор между нормальным и низко потребляющим режимом IrDA (0 – нормальный режим, 1 – низко потребляющий режим);
- разряд 3 HDSEL разрешает полудуплексный режим для однопроводного интерфейса;
- разряд 4 NACK разрешает формирование сигнала NACK в режиме Smartcard;
- разряд 5 SCEN разрешает работу порта в режиме Smartcard;
- разряд 6 DMAR разрешает работу приёмника через DMA;

- разряд 7 DMAT разрешает работу передатчика через DMA;
- разряд 8 RTSE разрешает формирование сигнала RTS;
- разряд 9 CTSE разрешает формирование сигнала CTS;
- разряд 10 CTSIE разрешает прерывания от флага CTS регистра USART_SR;
- разряды 11...31 зарезервированы.

Некоторые разряды регистров USART могут быть использованы для формирования прерывания. Эти разряды представлены на рисунке 4.

РЕГИСТР USART_GTPR

Последний регистр порта USART_CTPR содержит следующие разряды:

- разряды 7...0 PSC[7:0] определяют величину предварительного делителя для задания скорости порта в режиме IrDA и Smartcard;
- разряды 15...8 GT[7:0] задают значение таймера защиты для работы порта USART в режиме Smartcard;
- разряды 31...16 зарезервированы.

Более подробное описание назначения всех регистров USART и их разрядов можно найти в источнике [2].

Таблица 2. Формат кадра данных USART

Бит M	Бит PCE	Формат USART
0	0	S012345678F
0	1	S01234567PF
1	0	S0123456789F
1	1	S012345678PF

Примечания:

S – стартовый бит, F – стоповый бит, P – бит паритета, 0...8 – биты данных.

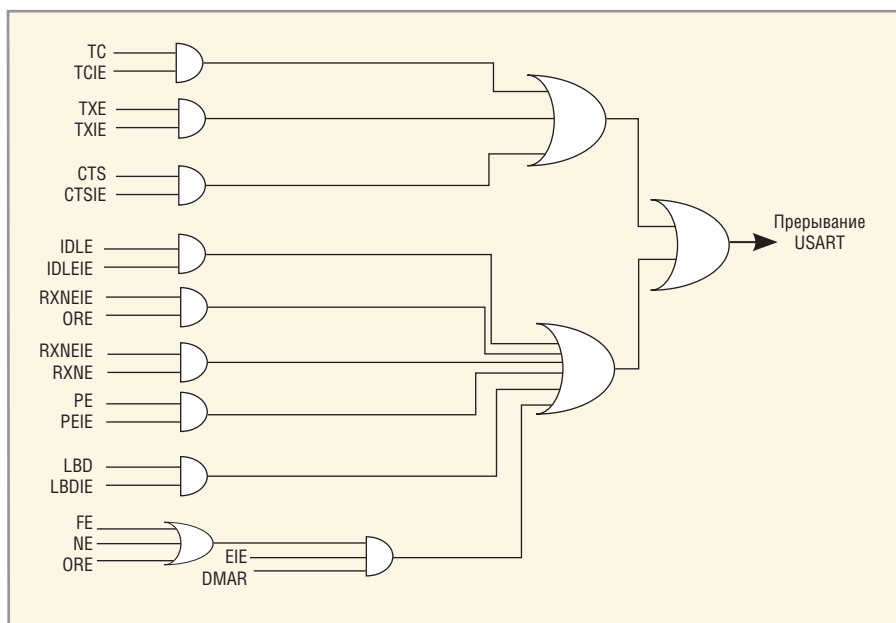


Рис. 4. Структурная схема формирования прерываний от порта USART

ПРОГРАММНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТОВ USART

После знакомства с назначением регистров порта USART рассмотрим пример его инициализации. Допустим необходимо настроить порт USART1 для связи с компьютером со скоростью обмена 9600 бод. Определим формат кадра порта с длиной посылки данных 8 бит, одним стоп-битом, без контроля паритета. Частоту тактового сигнала примем равной 24 МГц.

Вначале необходимо включить тактирование порта USART и портов GPIO с помощью следующего набора команд:

```
RCC->APB2ENR|=RCC_APB2ENR_USART1EN; // Включить тактирование порта USART1
```

```
RCC->APB2ENR|=RCC_APB2ENR_IOPAEN; // Включить тактирование GPIO
```

```
RCC->APB2ENR|=RCC_APB2ENR_AFIOEN; // Включить тактирование альтернативных функций GPIO
```

Далее следует рассчитать скорость обмена для порта и записать полученное значение в регистр USART1_BRR. Итак: $USARTDIV = fck / (16 \times baud) = 24\,000\,000 / (16 \times 9600) = 156,25$. Переменная DIV_Mantissa составляет $156 = 0x9C$, а переменная DIV_Fraction $= 0,25 \times 16 = 4$.

Запись значения скорости в регистр USART1_BRR выполняется с помощью команды:

```
USART1->BRR = 0x09c4; // Задать скорость обмена порта USART1 равную 9600 бод
```

Количество стоп-битов задаётся командой:

```
USART1->CR2 &= ~USART_CR2_STOP; // Значение STOP = 00 соответствует 1 стоп-биту
```

Разрешение работы приёмника, передатчика и порта можно задать одной командой:

```
USART1->CR1 = USART_CR1_RE|USART_CR1_TE|USART_CR1_UE
```

Теперь инициализация порта выполнена.

Для передачи данных через порт USART необходимо записать передаваемый байт в регистр USART_DR конкретного порта:

```
USART1->DR = data; // Передать байт данных
```

Прежде чем передавать следующий байт необходимо дождаться окончания передачи предыдущего байта, анализируя состояние разряда TC регистра USART_SR:

```
while((USART1->SR & USART_SR_TC)==0) {} // Ждать окончания передачи
USART1->SR &= ~USART_SR_TC; // Очистить флаг окончания передачи
```

Приём информации от порта можно осуществлять следующим образом:

```
while((USART1->SR & USART_SR_RXNE)==0) {} // Ждать приёма информации
temp = USART1->DR; // Считать принятый байт
```

В данном случае сброс флага окончания приёма производится автоматически после чтения регистра данных.

Обмен информацией через порт USART с помощью ожидания установки флагов является неэффективным и приводит к значительным потерям

производительности микроконтроллера, а порой и к зависанию программы. Во избежание этих проблем рекомендуется использовать работу с портом USART по прерываниям.

Для работы по прерываниям необходимо написать функцию обработчика прерывания, в которой будет проводиться анализ причины прерывания, а также будут выполняться необходимые операции для его обработки.

Такая функция может иметь следующий вид:

```
void USART1_IRQHandler(void)
{
    unsigned char temp; // Временная байтовая переменная
    if((USART1->SR & USART_SR_RXNE)!=0) // Если приём завершен
    {
        temp = USART1->DR; // Считать принятый байт
        ... // Выполнить необходимые действия
    }
    if((USART1->SR & USART_SR_TC)!=0) // Если передача завершена
    {
        USART1->SR &= ~USART_SR_TC; // Сбросить флаг
        ... // Выполнить необходимые действия
    }
}
```

Для активации прерываний от порта USART необходимо сначала их разрешить и затем задать события, которые будут генерировать прерывания с помощью следующих команд:

```
NVIC_EnableIRQ(USART1_IRQn); // Разрешить прерывания от USART1
USART1->CR1 |= USART_CR1_TCIE; // Разрешить прерывание по окончанию передачи
USART1->CR1 |= USART_CR1_RXNEIE; // Разрешить прерывание по приёму данных
```

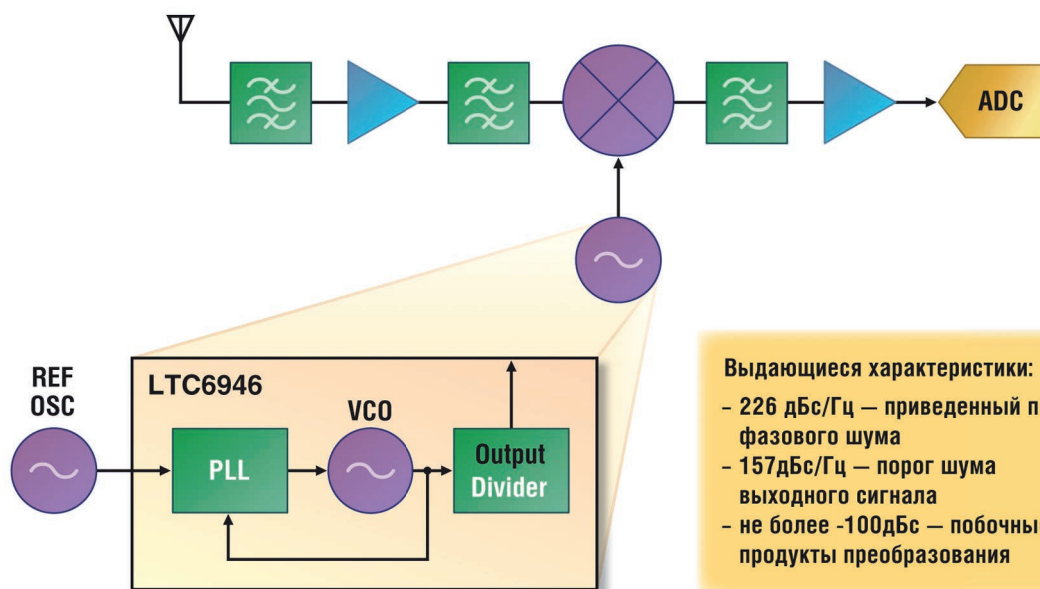
Использование прерываний освобождает процессор микроконтроллера от необходимости постоянной проверки флагов и позволяет высвободить его ресурсы для других действий.

Помимо прерываний уменьшить нагрузку на процессор микроконтроллера позволяет использование DMA. Но это уже тема отдельной статьи...

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.st.com>
2. http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/reference_manual/CD00246267.pdf

Новые границы синтезаторов частот



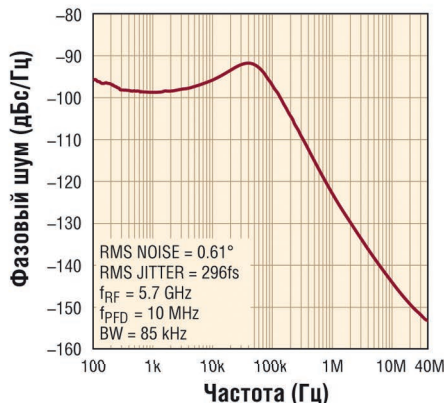
Малозумящие синтезаторы частот диапазона 375 МГц ... 6 ГГц

Новые сверхмалозумящие синтезаторы частоты имеют лучшие в свое области величины фазовых шумов и побочных продуктов преобразования. Микросхема LTC[®]6945 - это малозумящее ядро генератора с ФАПЧ, предназначенное для совместного применения с внешним ГУН, а LTC6946 — полностью интегральный синтезатор частоты, имеющий «на борту» ГУН с малым фазовым шумом. С помощью бесплатного, но точного и простого в применении ПО PLL Wizard Вы можете быстро и точно промоделировать синтезатор и получить наиболее оптимальные его параметры. Теперь создание бескомпромиссно малозумящих синтезаторов стало возможным без бессонных ночей.

Особенности

- Низкий приведенный внутридиапазонный шумовой порог -226 дБс/Гц
- Самая низкая шумовая составляющая 1/f
- Уровень побочных составляющих менее -100 дБс
- Уменьшенный тепловой шум компенсации обратной связи
- Программируемый выходной делитель, обеспечивающий широкий диапазон рабочих частот

Фазовый шум при замкнутой петле обратной связи



Получить информацию и купить

www.linear.com/micromodule

www.icgamma.ru

1-800-4-LINEAR



www.linear.com/PLL

LT, LTC, LTM, Linear Technology and the Linear logo are registered trademarks and PLL Wizard is a trademark of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners.

Реклама

Linear's European Sales Offices: **Finland** +358-9-2517-8200
France +33-1-41079555 **Germany** +49-89-9624550
Italy +39-02-38093656 **Sweden** +46-8-623-1600
UK +44-1628-477066

LINEAR
TECHNOLOGY

ГАММА

Санкт-Петербург +7 812 3216160, Москва +7 495 7881202, Ульяновск +7 8422 256911
info@icgamma.ru, www.icgamma.ru

Соединители SMA с предельной частотой до 27 ГГц

Кива Джуринский (г. Москва)

Автор выражает благодарность М.В. Чебунину за полезные критические замечания.

В статье приведён краткий обзор миниатюрных соединителей с предельной рабочей частотой до 27 ГГц, производимых зарубежными компаниями.

ВВЕДЕНИЕ

Соединители SMA были созданы более полувека тому назад, однако работы по их совершенствованию не прекращаются до настоящего времени. Основной целью этих работ являются расширение диапазона рабочих частот, снижение величины экранного затухания, повышение жёсткости конструкции и улучшение воспроизводимости параметров. Были созданы соединители SMA, предельную рабочую частоту которых удалось повысить с 18 до 27 ГГц. При этом интерфейсы соединителей с расширенным частотным диапазоном и стандартных соединителей SMA аналогичны и соответствуют стандарту MIL-STD-348A.

Соединители SMA были созданы в США в конце 1950-х – начале 1960-х годов. В 1958 году Джеймс Чейл (James Cheal) из Bendix Research Laboratories (США) создал соединитель BRM (Bendix Real Miniature Connector). Усовершенствование этого соединителя было продолжено американской компанией Omni Spectra (ныне входит в корпорацию Tyco). Созданный ею в 1962 году соединитель получил название OSM (Omni Spectra Miniature) и был предназначен для работы с полужёстким кабелем 0,141", центральный проводник которого служил центральным выводом соединителя. С 1968 года этот соединитель под названием SMA (Subminiature A) выпускается по стан-

дарту MIL-C-39012 для использования в военной аппаратуре. Герметичные соединители SMA появились в 1963 году. Первым применением соединителей SMA и полужёстких кабелей была радарная система, созданная лабораторией прикладной физики университета J. Hopkins и фирмой Westinghouse.

В соединителях SMA с волновым сопротивлением 50 Ом, в соответствии с международными стандартами IEC 60169-15, EN122110 и CECC 2210/11, применены коаксиальная линия с размерами 4,1 / 1,27 мм, заполненная фторопластом, и резьбовое соединение вилки и розетки (резьба 0,250–36UNS) (см. рис. 1).

Теоретическая предельная частота, при которой в такой коаксиальной линии ещё не возникают нежелательные волны высшего типа, составляет 26,5 ГГц. Однако на практике ограничения возникают уже при 22 ГГц, а гарантированной предельной частотой соединителей SMA принято считать 18 ГГц [1].

Кабельные соединители SMA с корпусом из нержавеющей стали, согласно стандартам MIL-PRF-39012 (Stainless Steel SMA Specification), имеют следующие основные параметры:

- волновое сопротивление 50 Ом;
- рабочий диапазон частот 0–18 ГГц (для полужёсткого кабеля 0,141") и 0–12,4 ГГц (для гибкого кабеля);
- КСВН прямых и угловых соединителей в зависимости от марки кабеля:
 - (прямой, кабель 0,141") – $(1,05 + 0,005f)$, (f – частота, ГГц, здесь и далее по тексту);
 - (угловой, кабель 0,141") – $(1,10 + 0,01f)$;
 - (прямой, кабель RG-55, RG-122, RG-178) – $((1,15...1,20) + (0,011...0,025)f)$;
 - (угловой, RG-55, RG-122, RG-178) – $((1,15...1,20) + (0,02...0,03)f)$;
- экранное затухание –60 дБ, минимум;
- высокочастотные потери $0,03\sqrt{f}$ дБ;
- сопротивление изоляции более 5000 МОм;

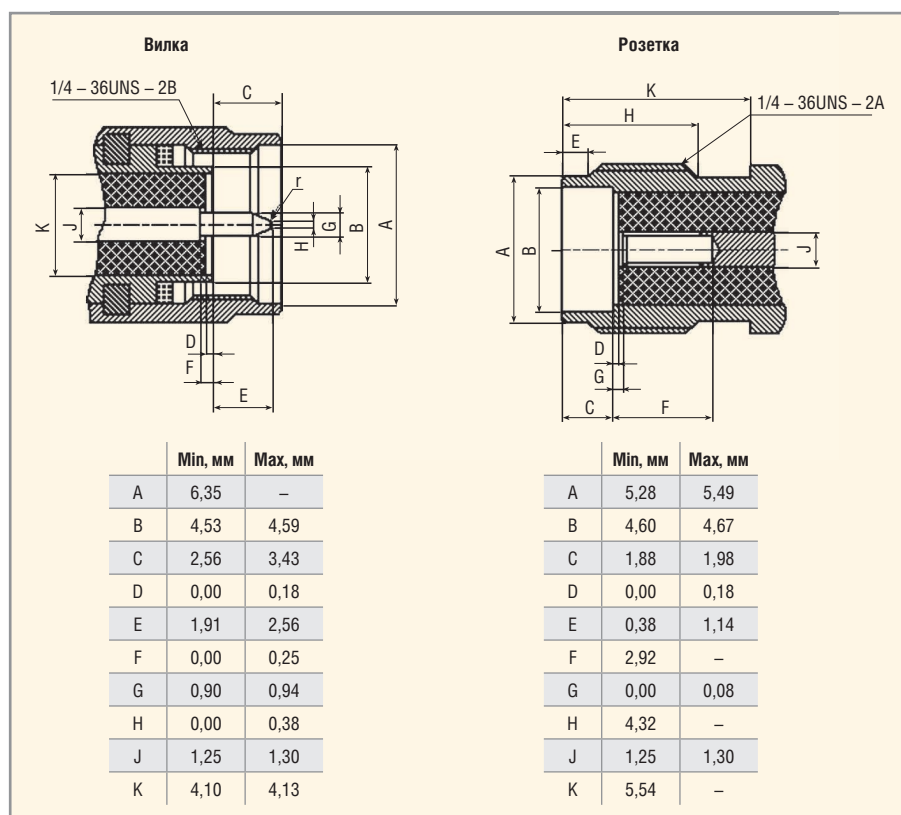


Рис. 1. Интерфейс вилки и розетки соединителя SMA

АКСЕССУАРЫ ДЛЯ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ



КОАКСИАЛЬНЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СБОРКИ

ASR серия

Линейка высококачественных кабельных сборок для тестовых портов векторных анализаторов цепей. Частотный диапазон до 50 ГГц. Доступны варианты с усиленными NMD разъемами.



Lab-Flex®

Серия высококачественных измерительных кабельных сборок.

- Частотный диапазон до 50 ГГц
- При монтаже разъемов используется специальная гильза, припаиваемая к оплетке коаксиального кабеля, что обеспечивает лучшую надежность и производительность по сравнению с обжимом
- Низкие потери
- Стабильность фазы от температуры
- Различные варианты внешних покрытий: стальная броня, покрытия для применения на открытом воздухе, усиленные концы кабеля
- Любая длина кабельной сборки



Lab-Flex® S

Версия линейки Lab-Flex® с многожильным центральным проводником. Серия обладает большей гибкостью и износостойкостью по сравнению с версией Lab-Flex®.

- Частотный диапазон до 65 ГГц
- Выдерживают до 500 000 сгибов



Lab-Flex® AF

Высоконадежная серия Lab-Flex® AF – это улучшенная версия серии Lab-Flex®, предназначенная для работы в сложных условиях, таких, например, как бортовое применение в авиации и флоте.

- До 40 ГГц
- Герметичные разъемы и кабель
- Устойчивость к ударам и скручиванию
- Высокая сопротивляемость истиранию
- Квалифицирован MIL-T-81490 и MIL-C-87104



Lab-Flex® Q

Lab-Flex® Q – это версия серии Lab-Flex®, предназначенная для использования в составе бортового спутникового оборудования. В конструкции использованы надежный экструдированный PTFE и 3-х слойная изоляция.

- До 65 ГГц
- Радиационно-стойкие материалы
- Не выделяющие газов в вакууме материалы
- Внешний диаметр от 1,27 до 7,62 мм



Titan-Flex™

Серия 18 ГГц измерительных кабельных сборок для решения повседневных задач. Обладают конкурентоспособной ценой, поставляются с основными типами коаксиальных соединителей.



ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ АДАПТЕРЫ

Широчайшая линейка коаксиальных и коаксиально-волноводных переходов

Метрологического качества

Прецизионные коаксиальные и коаксиально-волноводные переходы метрологического уровня. Предназначены для работы в полосе частот от постоянного тока до 110 ГГц.



Лабораторного качества, прецизионные

Прецизионные коаксиальные переходы, снабженные цветовой меткой. Цветовая метка на разъеме позволяет быстро определить тип разъема. Линейка включает внутрисерийные и межсерийные переходы с разъемами: SMA; тип N; 3,5 мм; 2,92 мм; 2,4 мм; 1,85 мм.



Лабораторного качества

Коаксиальные переходы, разработанная для повседневного использования в лабораториях и на производственных линиях. Линейка включает внутрисерийные и межсерийные переходы с разъемами: SMA; тип N; 3,5 мм; 2,92 мм; 2,4 мм; 1,85 мм.



Реклама



Рис. 2. «Составные» соединители SMA с расширенным частотным диапазоном

- рабочее напряжение 335 В и 500 В для кабелей разных марок;
- сопротивление контактов (центрального и наружного) 2 мОм;
- рекомендуемый момент затяжки накидной гайки вилки 0,8–1,1 Нм;
- гарантированное количество циклов соединения и разъединения 500;
- диапазон рабочих температур –65...+165°С.

Работы по созданию соединителей SMA с предельной частотой до 27 ГГц проводились по нескольким направлениям:

- изменение внутренней геометрии соединителя за счёт применения изолятора с меньшей, чем у фторопласта, диэлектрической проницаемостью, для уменьшения размеров коаксиальной линии соединителя.

Это позволяет не только расширить частотный диапазон соединителя, но и увеличить ширину области контакта розетки (половина разности диаметра А и наружного диаметра изолятора (см. рис. 1)) с ответным соединителем (вилкой) и повысить жёсткость конструкции;

- оптимизация конструкции соединителя с использованием различных компьютерных программ. Переход от «гладкой» (без ступенек) к ступенчатой коаксиальной линии соединителя;
- повышение точности размеров и чистоты обработки волноводящего канала соединителя (прецизионные соединители);
- применение неразрезных цанговых контактов.

Зарубежные компании-производители соединителей с расширенным до 27 ГГц частотным диапазоном, а также фирменные обозначения этих соединителей перечислены в таблице 1. В таблицу 1 не вошли несколько компаний (United Microwave Products, США, Xmultiple Technologies, США, KJ Comtech, Корея и некоторые другие), информация которых о выпускаемых ими соединителях была недостаточной.

Зарубежные компании разработали соединители SMA с расширенным частотным диапазоном всех типов: разнообразные кабельные, СВЧ-вводы проходные и панельные, для установки на печатные платы. Большую часть этих соединителей составляют коаксиально-микрополосковые переходы, т.н. «составные» соединители (собственно соединитель и СВЧ-ввод), заменяемые в полевых условиях (field replaceable connectors) [2] (см. рис. 2). Главное достоинство составных соединителей – возможность замены без разгерметизации изделия. Разработанные соединители полностью совместимы со всеми другими соединителями SMA, а также с соединителями 3,5 мм и 2,9 мм.

Большинство компаний, перечисленных в таблице 1, не раскрывают, каким образом им удалось повысить предельную частоту соединителей SMA. Исключением, пожалуй, является компания Southwest Microwave.

Компания Southwest Microwave

В 1987 году в американской компании Southwest Microwave, Inc. было соз-

Таблица 1. Компании-производители соединителей SMA с предельной частотой до 27 ГГц

№ пп	Компании	Краткое название компании	Фирменное обозначение соединителей
1	Southwest Microwave, Inc. (Microwave Products Division), США www.southwestmicrowave.com	Southwest Microwave	Syper SMA
2	Precision Connector, Inc., США www.precisionconnector.com	PCI	SMA HF Interface
3	Carlisle Interconnect Technologies, США www.carlisleit.com	Carlisle	EPSMA
4	Giga Lane Co., Ltd., США www.gigalane.com	Giga Lane	High performance SMA
5	San-Tron Inc., США www.santron.com	San-Tron	SMA
6	Molex Incorporated (Molex RF/Microwave), США www.molex.com	Molex	Optimized MA
7	Applied Engineering Products, США www.aepconnectors.com	AEP	SMA hermetic seal launchers
8	Delta Electronics Manufacturing, США www.deltarf.com	Delta	Extended-Frequency SMA SMA 26,5 GHz, SMA 27 GHz
9	Microwave Town Company LLC, США. www.microwavetown.com	MT	SMA 27 GHz
10	SigaTek Microwave Communication Components, США www.sigatek.com	SigaTek	SMA DC – 27 GHz
11	Cristek Interconnects Inc. www.cristek.com	Cristek	SMA
12	Dynawave Inc., США www.dynawave.com	Dynawave	SMA Field Replaceable
13	Emerson Network Power /Johnson Connectivity Solution www.EmersonNetworkPower.com	Emerson/Johnson	SMA HF
14	SRI Connector Gage Co., США www.sriconnectorgage.com	SRI Connectors	SMA 27 GHz
15	Fairview Microwave Inc., США www.fairviewmicrowave.com	Fairview	SMA 27 GHz
16	Huber+Suhner AG, Швейцария www.hubersuhner.com	Huber+Suhner	Extended SMA
17	Spectrum Elektrotechnik GmbH, Германия www.spectrum-et.org	Spectrum	SMA 26.5 GHz
18	Radiall Corp., Франция www.radiall.com	Radiall	Extended SMA
19	Chin Nan Precision Electronics Co., Ltd., Тайвань www.chinnan.com.tw	Chin Nan	SMA Field Replaceable Connectors
20	Jyebao Co.Ltd., Тайвань www.jyebao.com.tw	Jyebao	SMA 27G
21	Cmppter Electronics Co.Ltd., Китай www.cmppter.com	Cmppter Electronics	SMA 27

дано отделение (Microwave Products Division) разработки и производства радиочастотных соединителей с улучшенными электрическими параметрами: минимальным КСВН, высоким экранным затуханием и малыми потерями СВЧ. Эти соединители были предназначены, прежде всего, для линий передачи сигналов миллиметрового диапазона длин волн, а также для работы при повышенных температурах. По объёму и номенклатуре выпускаемой продукции Southwest Microwave уступает таким мировым лидерам, как Amphenol, Tyco, Radiall, Rosenberger и Molex. Однако Southwest Microwave производит наиболее применяемые типы соединителей (более 200 моделей) для диапазона частот 18–50 ГГц с уникально высоким уровнем параметров.

В результате многолетней работы по совершенствованию стандартной коаксиальной линии соединителя SMA компании Southwest Microwave удалось создать соединители, названные Super SMA, с уникальными параметрами, – диапазоном рабочих частот 0–27 ГГц и экранным затуханием –100 дБ. При создании Super SMA в стандартный соединитель SMA были внесены следующие конструктивные изменения.

1. Разъём SMA имеет ровные (без ступенек) внутреннюю поверхность наружного проводника и наружную поверхность изолятора. В соединителе Super SMA указанные поверхности выполнены с компенсационными ступеньками.

2. Для изготовления изолятора фторопласт с диэлектрической проницаемостью 2,05 был заменён материалом с диэлектрической проницаемостью 1,82. Благодаря этому внутренний диаметр наружного проводника розетки был уменьшен с 4,1 до 3,91 мм, при этом наружный диаметр внутреннего проводника сохранился прежним – 1,27 мм.

3. Внутренний диаметр наружного проводника вилки уменьшен с 4,1 до 3,5 мм, но поскольку материал изолятора оставлен прежним (фторопласт), для сохранения волнового сопротивления 50 Ом наружный диаметр внутреннего проводника пришлось уменьшить с 1,27 до 1,08 мм.

4. В результате этих изменений толщина стенки соединителя в плоскости контактирования вилки и розетки (reference plane) увеличилась на 38% –

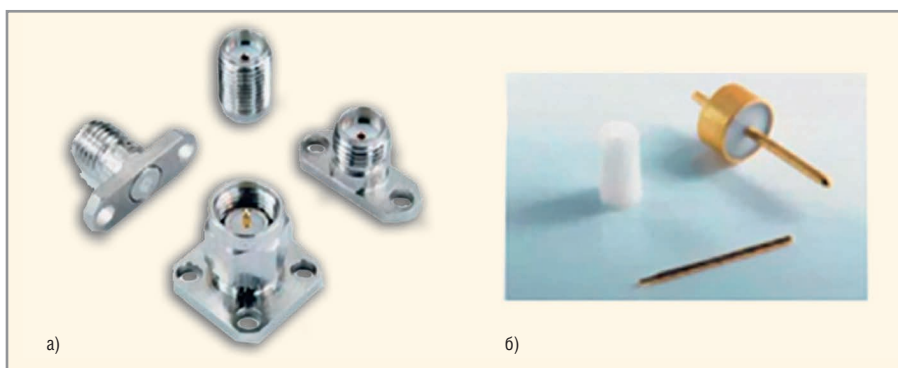


Рис. 3. СВЧ-разъёмы Super SMA (а); СВЧ-ввод, штырь и изолятор (б)

с 0,23 (SMA) до 0,318 мм (Super SMA). При этом повысилась жёсткость конструкции, увеличилась площадь контактирования, за счёт чего улучшились электрические параметры соединителя Super SMA. Дополнительным преимуществом этой конструкции является лучшая совместимость с 2,9 мм соединителем в результате сближения их размеров в плоскости контактирования.

5. При совершенствовании коаксиальной линии были учтены и скомпенсированы неоднородности, вызванные прорезями гнездового контакта с ламелями и его сужением на конце.

6. Внутренний проводник Super SMA с большой точностью установлен концентрично с наружным проводником и жёстко закреплён в нём термостойким компаундом. Известные способы закрепления (зубчиком на проводнике, эпоксидным столбиком и др.) [2] были отвергнуты, т.к. они вносят неоднородность в коаксиальную линию, а наиболее широко применяемый способ закрепления эпоксидным столбиком (патент США 3.292.117) предполагает сверление отверстия в корпусе соединителя для введения компаунда, в результате этого ухудшается экранное затухание.

Компания Southwest Microwave разработала две версии соединителей Super SMA:

1. С предельной рабочей температурой +125°C, названные «Old Standard»;
2. С предельной рабочей температурой +165°C, – Extended Power Super SMA «New Standard».

Электрические параметры соединителей обеих версий одинаковы, но соединители «New Standard» обеспечивают прохождение повышенной мощности СВЧ. Средняя величина пропускаемой мощности (диапазон частот 12,4–18 ГГц, температура 125°C) у этих соединителей на 100 Вт больше, чем у других соединителей SMA.

Компания Southwest Microwave выпускает большое число (125 моделей) составных соединителей Super SMA: сочетание собственно соединителя (СВЧ-разъёма) и 50 Ом металло-стеклянного ввода с диаметром центрального проводника ввода 0,30; 038; 0,46 или 0,51 мм. Ввод вплавляют в корпус изделия. Соединение внутренних проводников ввода и разъёма происходит при введении центрального проводника ввода в цангу внутреннего проводника разъёма. Разъём с фланцами квадратной, прямоугольной или усечённой прямоугольной формы с 4 или 2 отверстиями крепится винтами к корпусу изделия (см. рис. 3а). Если герметичность изделия не регламентируется, вместо металло-стеклянного ввода применяют заменяемые штыри, вставленные во фторопластовый изолятор или без него (см. рис. 3б).

Все фланцевые соединители контактируют с корпусом изделия прижатием к корпусу кольцевого выступа высотой 0,13 мм на фланце (контакт металл–металл). Выступ изготовлен с высокой точностью и чистотой поверхности. Такое контактирование обеспечивает экранное затухание лучше –100 дБ.

Компания отказалась от применения для контактирования колец (прокладок) из токопроводящей резины (резины с серебряным наполнителем), поскольку электропроводность такой резины хуже, чем у металла. Кроме того, резина теряет упругость после термоциклирования, и кольца приходится заменять. Разработан и резьбовой вариант составного соединителя. Параметры соединителей Super SMA приведены в таблице 2.

КОМПАНИЯ PRECISION CONNECTOR (PCI)

Компания PCI выпускает соединители SMA с предельными частото-

тами 24 ГГц (Excellent Performance) и 26,5 ГГц (High Frequency Interface, HF Interface). Интерфейсы стандартных соединителей SMA (см. рис.1) и соединителей SMA с предельной частотой 26,5 ГГц имеют некоторые отличия. В соединителе с предельной частотой 26,5 ГГц диаметр фторопластового изолятора уменьшили с 4,1 до 3,0 мм и, чтобы сохранить волновое сопротивление равным 50 Ом, диаметр штыревого центрального проводника (pin) уменьшили с 1,27 до 0,9 мм. Уменьшение размеров коаксиальной линии позволило расширить частотный диапазон и увеличить область контактирования с ответной розеткой. Компания выпускает серии кабельных соединителей вилка и розетка, прямые и угловые, для работы с кабелями 0,141", 0,085" и 0,047", включая и фланцевые приборно-кабельные розетки.

Компания CARLISLE

Соединители EPSMA (Enhanced Performance SMA) этой компании имеют низкий уровень КСВН в диапазоне частот до 27 ГГц. Конструктивно, они представляют собой составные резьбовые и фланцевые соединители со стандартными размерами фланцев в сочетании с СВЧ- вводами.

Соединители EPSMA имеют следующие основные параметры: максимальный КСВН в диапазоне частот 0–18 ГГц составляет 1,10; 0–27 ГГц – 1,15; величина потерь $0,035\sqrt{f}$ дБ; экранное затухание $-(100 - f)$ дБ; рабочий диапазон температур $-65...+165^{\circ}\text{C}$.

Соединители EPSMA нашли применение в военных системах, в измерительном оборудовании и устройствах, где необходим высокий уровень параметров согласования. Кроме того, на базе соединителей EPSMA компания выпу-

скает кабельные сборки разнообразных конфигураций.

Компания GIGA LANE

Соединитель SMA имеет достаточный высокий уровень параметров, однако при переходе на микрополосковую линию (МПЛ) КСВН значительно ухудшается. Компания Giga Lane начала разрабатывать соединители с предельной частотой 26,5 ГГц для применения в устройствах с МПЛ. В таблице 3 приведены сравнительные данные о результатах применения в микрополосковых устройствах стандартных соединителей SMA и разработанных Giga Lane соединителей (High performance SMA) с расширенным частотным диапазоном.

Компания Giga Lane выпускает High performance SMA следующих типов: фланцевые розетки с 4 и 2 отверстиями во фланце (19 модификаций), концевые розетки для установки в отверстия печатных плат (13), фланцевые концевые розетки для печатных плат, в том числе и многослойных плат, и для поверхностного монтажа (3).

Компания SAN-TRON

Компания San-Tron представила новую серию составных соединителей с диапазоном частот 0–26,5 ГГц для применения на частотах до 31 ГГц. Эти соединители обеспечивают сочетание с СВЧ- вводами с центральным проводником диаметром 0,3; 0,38; 0,46 и 0,51 мм. Корпуса соединителей изготовлены из нержавеющей стали с пассивированной поверхностью, изолятор – из фторопласта, центральный проводник – из бериллиевой бронзы, покрытой золотом. КСВН соединителей в диапазоне частот до 18 ГГц составляет 1,07, на частотах 18–26,5 ГГц – 1,25. Рабочее напряже-

ние 335 В, напряжение пробоя 1000 В. Кроме того, разработана серия кабельных соединителей вилка и розетка для работы на частотах до 20 ГГц. Заделку в них кабелей производят обжатием или пайкой по оригинальной технологии. Одна из прямых кабельных вилок (QL-1201-46-1) для паяного соединения с полужестким кабелем 0,047", по данным компании, имеет предельную частоту 40 ГГц.

Компания MOLEX

Компания Molex разработала серию из 82 оптимизированных соединителей SMA (optimized SMA) с предельной частотой 27 ГГц, в том числе и серию 73521 составных фланцевых соединителей с 2 и 4 отверстиями во фланце. КСВН стандартных соединителей SMA составляет $(1,06 + 0,001f)$, оптимизированных – $(1,04 + 0,001f)$, потери (дБ), соответственно, $0,04\sqrt{f}$ и $0,03\sqrt{f}$.

Компания AEP

Компания AEP известна, прежде всего, герметичными металлокерамическими СВЧ- вводами, применяемыми в составных соединителях. Корпус и центральный проводник вводов изготовлены из сплава Kovar (отечественный аналог – сплав 29НЖ), изолятор – из стекла марок Corning 7052 или Corning 7070. Металлические детали СВЧ- вводов покрыты золотом по подслою никеля. Максимально допустимые несоосность центрального проводника 0,076 мм, высота менисков стекла 0,127 мм. Вводы герметичны с натеканием по спаям стекла с металлом $1,10^{-8}$ см³/с при давлении 1 атм. СВЧ- вводы рассчитаны на волновое сопротивление 50 Ом и работают в диапазоне частот 0–26 ГГц. Максимальная величина потерь составляет 0,1 дБ на частотах до 12,4 ГГц, 0,2 дБ до 18 ГГц и 0,25 дБ до 26 ГГц.

Компания AEP выпускает большое число СВЧ- вводов с центральным проводником диаметром 0,3; 0,38; 0,46; 0,51 и 0,91 мм. Используя эти вводы, компания разработала серию фланцевых составных коаксиально-микрополосковых переходов: 24 типа для СВЧ- вводов с центральным проводником диаметром 0,3 мм, 28 типов с диаметром 0,38 мм, по 12 типов для каждого из диаметров 0,51 и 0,91 мм. Среди соединителей с диаметром центрального проводника 0,51 и 0,91 мм имеются резьбовые и запрессовываемые (для этого на корпусе соединителя выпол-

Таблица 2. Параметры соединителей Super SMA

Тип соединителя Super SMA	Параметры				
	Предельная частота, ГГц	Макс. КСВН в диапазоне частот, ГГц		Экранное затухание, не более, дБ	Диапазон рабочих температур, °С
		DC-18	18-27		
«Old Standard»	27	1,10	1,15	-100	-55...+125
«New Standard»					-55...+165

Таблица 3. Параметры соединителей: стандартных SMA и High performance SMA

Соединитель		Частота, ГГц	КСВН
High performance SMA	Собственно соединитель	26,5	< 1,2
	Переход на МПЛ	26,5	< 1,35
SMA	Собственно соединитель	18	< 1,2
	Переход на МПЛ	6	< 1,35

нена накатка). Фланцы соединителей с диаметром центрального проводника 0,3; 0,38 и 0,46 мм выполнены с токопроводящей эластомерной прокладкой для обеспечения необходимого экранного затухания.

КОМПАНИЯ DELTA ELECTRONICS

Компания Delta разработала две новые версии соединителей SMA – прецизионные с предельной частотой 26,5 ГГц (26,5 GHz precision SMA) и с предельной частотой 27 ГГц (27 GHz high performance SMA). Основные параметры этих соединителей представлены в таблице 4.

Компания выпускает огромную номенклатуру (более 200 наименований) вилок и розеток: кабельных соединителей под полужёсткие кабели 0,141" и 0,085", выводов СВЧ-энергии разнообразных конфигураций, резьбовые и фланцевые составные соединители (с квадратными и прямоугольными фланцами) с защитными (от утечки СВЧ-энергии) прокладками и без них, для сочетания с СВЧ-вводами с диаметром центрального проводника 0,3; 0,38; 0,46; 0,51 или 0,91 мм. Материалом изолятора в соединителях с частотой 26,5 ГГц является фторопласт, в соединителях с частотой 27 ГГц – фторопласт и Ultem 1000.

КОМПАНИЯ MICROWAVE TOWN

Компания Microwave Town разработала большую серию соединителей SMA с предельной частотой 27 ГГц. КСВН соединителей в диапазоне частот 0–18 ГГц не более 1,10, на частотах 18–27 ГГц – не более 1,15. Компания выпускает 75 типов фланцевых розеток и вилок, 38 – с круглым и 12 – с ленточным центральным проводником, 24 типа – с изолятором из облучённого фторопласта, а также 7 типов СВЧ-выводов для монтажа в отверстия печатных плат.

КОМПАНИЯ SIGATEK

Компания SigaTek специализируется на выпуске фланцевых составных соединителей SMA для сочетания с СВЧ-вводами, диаметр центрального проводника которых равен 0,3 и 0,51 мм. Компания выпускает соединители с различной конфигурацией фланцев: 12 типов розеток и 5 типов вилок. Корпуса соединителей выполнены из нержавеющей стали с полированной пассивированной поверхностью.

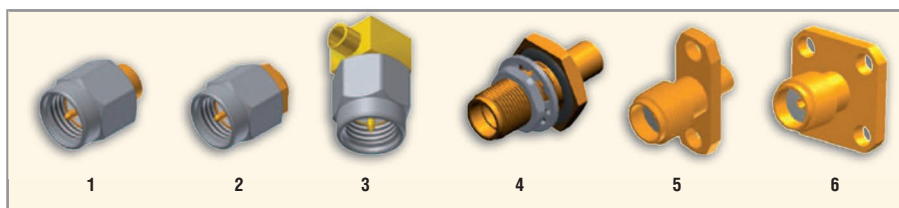


Рис. 4. Соединители SMA Cristek

1 – кабельная вилка, 2 – кабельная вилка с дополнительной гайкой, 3 – угловая вилка, 4 – проходная розетка, 5–6 – приборно-кабельные фланцевые розетки

Соединители работают в диапазоне частот до 27 ГГц, КСВН на частотах до 18 ГГц менее 1,1, в диапазоне частот 18–27 ГГц – менее 1,15.

КОМПАНИЯ CRISTEK

Компания Cristek выпускает серию кабельных соединителей с предельной частотой 27 ГГц под полужёсткий кабель; 5 типов вилок, в том числе 2 вилки с дополнительной контргайкой, 8 угловых вилок, 4 проходных розеток и 4 фланцевых панельных розеток с квадратным и прямоугольным фланцами (см. рис. 4). КСВН прямых кабельных вилок составляет $(1,05 + 0,005f)$, потери $0,03\sqrt{f}$ дБ, экранное затухание не хуже –100 дБ; КСВН угловых кабельных вилок $(1,1 + 0,01f)$, потери $0,03\sqrt{f}$ дБ, экранное затухание –100 дБ.

КОМПАНИЯ DYNAWAVE

Компания Dynawave разработала более 200 модификаций соединителей SMA с предельной частотой 26,5 ГГц. Разработаны следующие серии соединителей:

- прямые панельные фланцевые кабельные розетки под кабели 0,141", 0,085" и 0,047" с отдельным или встроенным центральным контактом, с прямоугольным фланцем – 12 модификаций, с квадратным фланцем двух конфигураций – 24 модификации;
- прямые кабельные розетки под кабели 0,047" и 0,085";
- угловые кабельные вилки под кабели 0,141" и 0,085" с отдельным или встроенным центральным контактом – 15 модификаций, в том числе 6 с контргайкой;

- составные прямые фланцевые соединители – розетки с прямоугольным фланцем четырех конфигураций, с эластомерной проводящей прокладкой на фланце и без неё, совместимые с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника вводов 0,38; 0,51 и 0,91 мм) – 24 модификации;
- составные прямые фланцевые соединители – розетки с квадратным фланцем пяти различных конфигураций, с эластомерной проводящей прокладкой на фланце и без неё, совместимые с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника вводов 0,38; 0,51 и 0,91 мм) – 33 модификации;
- составные угловые фланцевые соединители – розетки с прямоугольным фланцем пяти конфигураций, с проводящей прокладкой на фланце и без неё, совместимые с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника вводов 0,38 и 0,51 мм) – 30 модификаций;
- составные угловые фланцевые соединители – розетки с квадратным фланцем трёх конфигураций, с проводящей прокладкой на фланце и без неё, совместимые с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника вводов 0,38 и 0,51 мм) – 5 модификаций;
- составные прямые резьбовые соединители – розетки, совместимые с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника вводов 0,38; 0,51 мм) – 9 модификаций;
- составные прямые запрессовываемые соединители – розетки, совместимые с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника вводов 0,38 мм) – 2 модификации.

Таблица 4. Параметры соединителей компании Delta Electronics

Тип соединителя	Параметры					
	Предельная частота, ГГц	Макс. КСВН на частотах, ГГц		Потери, дБ	Экранное затухание не более, дБ	Диапазон рабочих температур, °С
		DC-18	18-40			
26,5 GHz Precision SMA	26,5	1,15	1,25	$0,03\sqrt{f}$	-100	-55...+125
27 GHz high-performance SMA	27,0	1,10	1,15			-55...+165

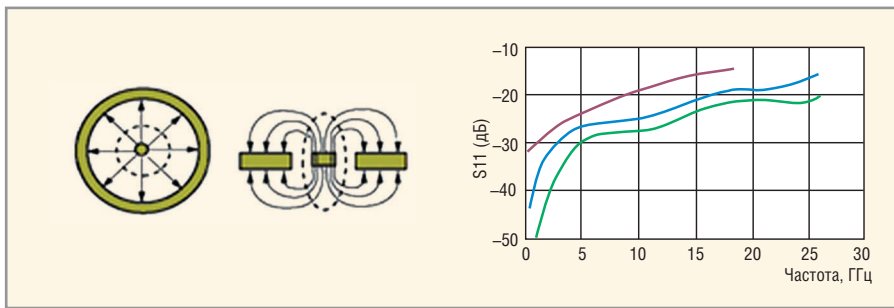


Рис. 5. Зависимость величины возвратных потерь (S11) перехода соединителей Emerson/Johnson на копланарную линию на подложке из материала Rogers:

— соединитель 142-0761-811, толщина подложки 0,2 мм; — соединитель 142-0761-871, толщина подложки 0,4 мм; — КСВН = (1,05 + 0,02f) (f – частота, ГГц)

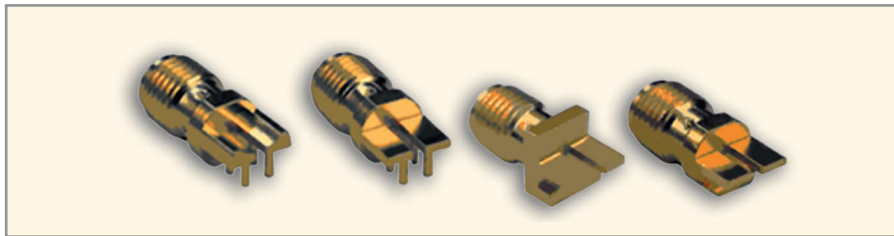


Рис. 6. Концевые соединители компании Emerson/Johnson

Кроме того, компания Dupawave выпускает 9 модификаций концевых розеток для диапазона частот 18 и 20 ГГц, 18 розеток для поверхностного монтажа на печатные платы, в том числе 6 розеток с предельной частотой 25 ГГц, 6 розеток для монтажа в отверстия печатных плат (18 и 12,5 ГГц), 12 внутрисерийных адаптеров с разными сочетаниями вилок и розетки, прямых и угловых (предельные частоты 18 и 26,5 ГГц), в том числе один проходной герметичный адаптер.

Предельная частота угловых соединителей составляет 22 ГГц; КСВН прямых кабельных соединителей разных модификаций $(1,05 + (0,006... 0,010)f)$, потери $(0,03...0,045)\sqrt{f}$ дБ, экранное затухание $-(100 - f)$ дБ.

КОМПАНИЯ EMERSON/JOHNSON

Среди соединителей SMA HF этой компании следует выделить оригинальные концевые соединители. Они решают сложную задачу горизонтального или перпендикулярного перехода сигнала без отражений и потерь на частотах до 26,5 ГГц с копланарной или микрополосковой линии, расположенной на тонкой подложке из материала Rogers RO-403, на коаксиальную линию (см. рис. 5).

Компания выпускает серию 142-076 из 13 таких соединителей розетка (SMA High Freq. End Launch Jack Assembly, PCB Edge/Mount) (см. рис. 6), а также

кабельные соединители под полужесткие кабели 0,141" и 0,086" с предельной частотой 28 ГГц для вилок и 25 ГГц для розеток. Вилки под кабели 0,086" и 0,141" имеют КСВН $(1,07 + 0,01f)$ на частотах до 18 ГГц и менее 1,3 в диапазоне частот 18–27 ГГц (1,25 для кабеля 0,141"); КСВН вилок под кабели 0,086" и 0,141" составляет $(1,07 + 0,01f)$ на частотах до 18 ГГц и менее 1,3 в диапазоне частот 18–27 ГГц (1,25 для кабеля 0,141").

Розетки под кабель 0,086" имеют КСВН $(1,07 + 0,01f)$ на частотах до 18 ГГц и менее 1,3 в диапазоне частот 18–25 ГГц. Для розеток под кабель 0,141" КСВН равен, соответственно, $(1,05 + 0,01f)$ на частотах до 18 ГГц и менее 1,25 в диапазоне частот 18–25 ГГц. Величина потерь составляет $0,03\sqrt{f}$ дБ, минимальное экранное затухание –90 дБ. Рабочее напряжение для соединителей под кабель 0,086" равно 335 В, под кабель 0,141" – 500 В.

КОМПАНИЯ SRI CONNECTORS

Компания SRI Connectors выпускает 9 прямых и угловых кабельных вилок (кабели 0,141", 0,085", 0,047" и Harnbourn LL120) с КСВН менее 1,2 и величиной потерь $0,05\sqrt{f}$ дБ в диапазоне частот 0–27 ГГц, в том числе приборно-кабельную вилку с контргайкой (anti-torque). Кроме того, компания производит более 10 внутрисерийных адаптеров для различных сочета-

ний вилок и розетки, а также соединители для печатных плат.

КОМПАНИЯ FAIRVIEW

Компания Fairview выпускает и фланцевые приборные соединители SMA 27 GHz (серия SC, 8 типов), и 23 типа прямых и угловых адаптеров с различным сочетанием вилок и розетки (серия SM) (см. рис. 7). Максимальный КСВН всех соединителей в диапазоне частот до 27 ГГц составляет 1,2. Также производятся кабельные вилок 1 и 2 (под кабель 0,086"), 3-проходная розетка под кабель 0,086", 4 и 5 – фланцевые панельные розетки, 6 и 7 – прямые адаптеры розетка-розетка, 8 – прямой адаптер вилка-вилка, 9 – угловой адаптер вилка-розетка (см. рис. 7).

КОМПАНИЯ HUBER+SUNNER

Компания Huber+Suhner разработала кабельные прямые и угловые, приборно-кабельные и проходные соединители с предельной частотой 26,5 ГГц под кабели EZ-86, Multiflex-86, Sucoform-86, EZ-141, Multiflex-141 и Sucoform-141 (см. рис. 8).

Из 9 прямых кабельных вилок 7 типов предназначены для работы с кабелем 0,141", две – с кабелем 0,086". Угловые кабельные вилок (8 типов) предназначены для паяного соединения с кабелями 0,141", 0,085" и 0,034". Кроме того, разработаны приборно-кабельные фланцевые розетки (5 типов) и одна панельная фланцевая розетка с квадратным фланцем и ленточным выводом на микрополосковую линию. Рабочее напряжение соединителей, в зависимости от марки кабеля, составляет 335 В и 500 В, экранное затухание (на частоте 3 ГГц) $-(100 - f)$ дБ. КСВН соединителей определяется маркой кабеля.

КОМПАНИЯ SPECTRUM

Компания Spectrum выпускает 16 групп соединителей SMA: вилок и розетки, прямые и угловые, кабельные (гибкие и полужесткие кабели, разные способы заделки в соединитель), фланцевые панельные, проходные, для печатных плат. Разработаны стандартные соединители SMA с предельной частотой 18 ГГц, прецизионные с предельной частотой 26 ГГц и даже специальные с предельной частотой 30 ГГц. В состав прецизионных соединителей входят две серии защелкива-

емых кабельных соединителей и адаптеров (SMA Push-On и SMA Reverse Sex Push-On).

Соединители имеют предельную частоту 26,5 ГГц, КСВН менее 1,15 на частотах до 18 ГГц и менее 1,2 на частотах до 26,5 ГГц; потери составляют 0,3 дБ на частоте 18 ГГц; экранное затухание –80 дБ на частоте 3 ГГц и –65 дБ на частоте 26,5 ГГц. Компания Spectrum выпускает фланцевые составные соединители розетка с прямоугольным и квадратным фланцами для сочетания с вводами с диаметром 0,9; 0,51 и 0,3 мм – 6 модификаций, и адаптеры вилка-вилка, вилка-розетка, розетка-розетка. Составные соединители предназначены для работы в диапазоне частот 0–26,5 ГГц, адаптеры – 0–25 ГГц, КСВН составных соединителей $(1,02 + 0,005f)$, экранное затухание $-(100 - f)$ дБ; КСВН адаптеров равен $(1,06 + 0,005f)$ во всём диапазоне частот.

КОМПАНИЯ RADIALL

Среди 72 серий различных соединителей, выпускаемых этой компанией, есть серия соединителей Extended frequency SMA с предельной частотой 27 ГГц. Компания Radiall выпускает следующие соединители этой серии:

- прямые кабельные вилки и розетки под паяное соединение с кабелями 0,085" и 0,141" (8 типов);
- проходные розетки под кабели 0,085" и 0,141" (2 типа);
- составные фланцевые соединители для сочетания с СВЧ-вводом с диаметром центрального проводника 0,3 мм (2 типа);
- внутрисерийные адаптеры для разных сочетаний вилки и розетки (6 типов).

Вилки под кабель 0,086" имеют КСВН менее 1,06 на частотах до 18 ГГц и менее 1,12 в диапазоне частот 18–27 ГГц, максимальная величина потерь 0,15 дБ. Для кабеля 0,141" КСВН и потери, соответственно, равны 1,05, 1,10 и 0,10 дБ. Экранное затухание соединителей под полужёсткие кабели равно $(-90 + f)$ дБ; КСВН внутрисерийных адаптеров составляет $(1,07 + 0,008f)$, величина потерь $0,03\sqrt{f}$ дБ, экранное затухание $(-90 + f)$ дБ.

КОМПАНИЯ CHIN NAN

Компания Chin Nan предлагает серию из 52 прямых фланцевых соединителей SMA – розетки и вилки с квадратным и прямоугольным фланцами, с круглым и ленточным центральным проводни-



Рис. 7. Соединители SMA 27 ГГц компании Fairview

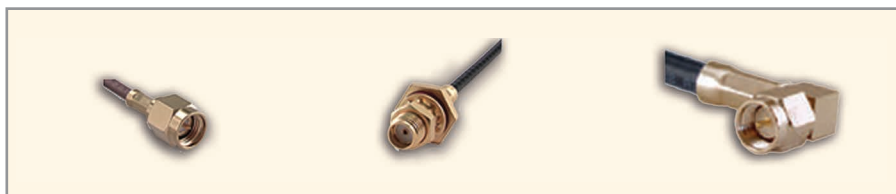


Рис. 8. Кабельные соединители компании Huber+Suhner

ками (6 типов), составных соединителей, совместимых с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника 0,38 и 0,51 мм), – 7 типов и 6 типов прямых кабельных соединителей вилка и розетка под полужёсткие кабели 0,141" и 0,085". Предельная частота соединителей всех типов 26,5 ГГц.

КОМПАНИЯ JUEBAO

Компания выпускает большую серию прямых составных соединителей SMA с предельной частотой 27 ГГц и КСВН менее 1,2:

- 3 типа резьбовых соединителей вилка и розетка с центральным проводником диаметром 1,4 и 0,318... 0,38 мм;
- 52 соединителя вилка со стандартным прямоугольным фланцем, совместимых с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника 0,3; 0,38; 0,46 и 0,51 мм), в том числе, 10 типов со специальной резьбой M6 × 0,75P;
- 12 соединителей розетка со стандартным квадратным фланцем, совместимых с СВЧ-вводами (диаметр центрального проводника 0,3; 0,38; 0,46 и 0,51 мм).

КОМПАНИЯ SMPTE ELECTRONICS

Компания производит достаточно широкую номенклатуру составных фланцевых соединителей розетка и вилка с квадратным и прямоугольным фланцами пяти конфигураций (по 20 модификаций розеток и вилок),

а также 5 резьбовых составных соединителей для сочетания с СВЧ-вводами с диаметром центрального проводника 0,23; 0,3; 0,38; 0,46 и 0,51 мм. Разработаны прямые и угловые кабельные и приборно-кабельные соединители под кабели 0,086" и 0,141" (9 типов), фланцевые выходы СВЧ-энергии с круглым и ленточным центральным проводником. Соединители имеют предельную частоту 27 ГГц, КСВН менее 1,1 на частотах до 18 ГГц и менее 1,15 в диапазоне частот 18–27 ГГц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение соединителей SMA с предельной частотой до 27 ГГц открывает новые возможности для совершенствования изделий микроэлектроники СВЧ: расширение частотного диапазона, снижение уровня КСВН, снижение утечки электромагнитной энергии, повышение надёжности и воспроизводимости параметров соединителей. В настоящее время эти соединители применяют в военной и аэрокосмической технике, в системах телекоммуникаций, в медицинской и измерительной аппаратуре. К сожалению, отечественная промышленность такие соединители не выпускает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маури М.А. Improving SMA test with APC-3,5 hardware. Microwaves, 1981, № 9, p.71.
2. Джурунский К. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. Техносфера, 2006.

Switchcraft: искусство создавать разъёмы

Ольга Романовская (г. Москва)

В статье рассматриваются соединители, сборки и переключатели производства Switchcraft для промышленного использования. Представлены механические и электрические характеристики коммутационных изделий. Предложены рекомендации по их применению.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Компания Switchcraft Inc. была основана в 1946 году. В то время она специализировалась на производстве аудио- и видеоразъёмов и переключателей для средств связи. Первый завод компании появился в г. Чикаго (США), до сих пор там же располагается штаб-квартира Switchcraft и основные производственные мощности. В 1977 году компания вошла в состав военно-промышленной корпорации Raytheon, поэтому номенклатура выпускаемой продукции была переориентирована на компоненты для жёстких условий эксплуатации и потребности оборонной промышленности. В 1999 году произошло слияние компаний Switchcraft и Conxall, производителя цилиндрических разъёмов и кабельных сборок. В результате выделилось отдельное направление, представляющее собой производство силовых промышленных соединителей под торговой маркой Conxall.

Второй завод Switchcraft находится в штате Иллинойс (США). Следует отме-

тить, что литьё, покрытие, механическая обработка и сборка компонентов производятся на заводах Switchcraft, преимущественно в Чикаго. Таким образом, осуществляется полный контроль качества выпускаемой продукции. Третий, вспомогательный завод, расположенный в Инчхон (Южная Корея), был построен в связи с выходом компании на азиатский рынок.

Качество продукции Switchcraft подтверждено международными стандартами UL, CSA, VDE, Semko, Demko, Nemko, SETI, SEV, Mil-Spec и ISO 9001.

В настоящее время компания Switchcraft продолжает выпускать аудио- и видеосоединения и по-прежнему является лидером рынка в данном сегменте. Кроме того, компания разрабатывает и производит силовые цилиндрические разъёмы под торговой маркой Conxall для жёстких условий эксплуатации (см. рис. 1), а также интерфейсные соединители, кабельные сборки и переключатели для ответственных применений. Именно об этих компонентах и пойдёт разговор.



Рис. 1. Промышленные соединители Conxall

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ

На сегодняшний день на рынке представлен огромный выбор соединителей, в частности, силовых цилиндрических. Многие компании производят аналогичные разъёмы. Например, Bulgin, Switchcraft, Phoenix, LTV предлагают многообразие видов, типоразмеров, электрических и механических характеристик разъёмов и условий поставки. Однако Switchcraft является одной из немногих компаний, которая до сих пор делает акцент на профессионализме и многолетнем опыте, создавая репутацию исключительно на качестве своей продукции.

Таблица 1. Промышленные соединители Conxall

Серия	Количество контактов	Рабочий ток, А	Рабочее напряжение, В	Диаметр разъёма, мм	Температурный диапазон, °С	Особенности
Micro-Con-X	2-7	до 7,5	600 AC/DC	13	-40...+85	IP67, 300 циклов сочленения
Mini-Con-X	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	до 13		18		
EN31	2-18	3-13	250 AC/DC	18	-40...+65	IP68, 600 циклов сочленения, Mil-Std 202G (защита от влаги, вибраций, ударов, коррозии, солёных брызг)
EN2	2-7	до 4	2502 AC/DC; 1253 AC/DC	13	-40...+85	
Multi-Con-X	2-9	до 17	600 AC/DC	22	-40...+85	IP67, 300 циклов сочленения
Maxi-Con-X	7, 10, 18, 20	до 23		29		
Mega-Con-X	31	до 2,3	600 AC	32	-40...+75	IP67, 300 циклов сочленения, аналог Mil-C-5015
Mil-E-Qual	2-37	23		НД		
Shielded Mini-Con-X	2-8	до 13	600 AC/DC	19	-40...+85	IP68, 400 циклов сочленения, экранирование
Shielded Multi-Con-X	2-12	до 13		25		

Примечания:

1. Механизм сцепления – байонет.
2. Для 2-контактного исполнения.
3. Для 3-7-контактного исполнения.

КАЧЕСТВО —
наша сила

Разъёмы Кабельные сборки Переключатели



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ SWITCHCRAFT





Рис. 2. Соединители серии EN2 Conxall

Силовые промышленные соединители Conxall выпускаются в 10 сериях (см. табл.). Все разъёмы изготавливаются из высококачественного термопластика класса UL94В-0 чёрного цвета, обеспечивающего надёжную работу соединителей при низких температурах (до -40°C). В экранированных сериях (Shielded) корпуса выполнены либо с частичным металлическим покрытием, либо полностью из сплава меди. Способы сочленения ответных частей разъёмов – байонет или винтовое соединение. Степень защиты от пыли и влаги не ниже IP67, а для серий EN2 и EN3 – IP68 (в сочленённом состоянии). В разомкнутом состоянии герметичность обеспечивают защитные крышки.

Серии EN2 и EN3 (см. рис. 2 и 3) выделяются из номенклатуры изделий соответствием стандарту Mil-Std 202 и рекомендованы для применения в оборонной промышленности и на железнодорожном транспорте. Соответствие военному стандарту предполагает защиту разъёмов от влажности, пыли, вибраций, ударов, термоударов и солёных брызг.

В серии EN3, кроме стандартных версий соединителей (кабельной и приборной), доступны блочные разъёмы на печатную плату в прямом и угловом исполнении (см. рис. 4). Такие соединения необходимы для миниатюрных и портативных устройств. Кроме того, монтаж разъёмов на плату обеспечивает экономию средств, так как кабельная коммутация является более дорогостоящей.

ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ CONXALL

Помимо силовых разъёмов в номенклатуре изделий Switchcraft присутствуют соединители для стандартных типов интерфейсов. Они также ориентированы на особый уровень защиты и сертифицированы по стандарту MIL-STD 202.



Рис. 3. Соединители серии EN3 Conxall

Продуктовую линейку составляют стандартные разъёмы RJ45, USB типа А и В, Mini-USB и D-SUB. Корпуса этих компонентов выполнены из термопластика. Диапазон рабочих температур практически для всех серий составляет $-20...+75^{\circ}\text{C}$. Метод сочленения – байонет. Версии соединителей на приборную панель представляют собой в основном проходные адаптеры, но также доступны версии для IDC-монтажа или пайка на провод или печатную плату (см. рис. 5).

Герметичные разъёмы D-Sub Conxall обеспечивают степень защиты IP67 в сочленённом состоянии и способны работать при температуре окружающей среды от -55 до $+85^{\circ}\text{C}$. (см. рис. 6) Доступны варианты соединителей на 9 и 15 контактов. Кабельные версии разъёмов D-Sub поставляются в сборе: контактная вставка с золочёными контактами и кожух из термопластика. В разомкнутом состоянии защита контактов от влаги обеспечивают крышки.

КАБЕЛЬНЫЕ СБОРКИ

Достаточно широко в продуктовой линейке представлены монолитные кабельные сборки. Стандартный минимум, который предлагает Switchcraft, – это сборки с силовыми соединителями Conxall описанных выше серий, с экранированными разъёмами, а также с цилиндрическими разъёмами типа M8, M12, M18 и M20 серии Sensor-Link (см. рис. 7).

Миниатюрные разъёмы M8 и M12, а также сборки на их основе идеально подходят для передачи сигналов в промышленных условиях: все сборки имеют степени защиты IP67 или IP68. Стандартно максимальное число контактов в разъёмах M8 и M12 может достигать 6 или 8 штук, для M20 – 19 штук. Длину, а также тип кабеля, как и вид самой сборки (односторонняя или двухсторонняя), заказчику предлагается выбрать самостоятельно. Имеется форма для запол-

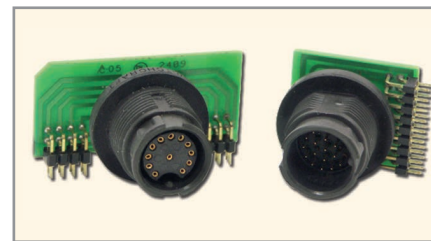


Рис. 4. Соединители серии EN3 (монтаж на печатную плату)

нения, где можно указать название производителя кабеля (если есть такие предпочтения) или перечислить все характеристики, например, материал или цвет кабельного кожуха, калибр проводников (AWG), длину и диаметр кабеля, а также дополнительные параметры, такие как экранирование, расширенный температурный диапазон и др.

Кроме того, компания Switchcraft предлагает изготовление на заказ монолитных сборок с аудиовидеоразъёмами.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Неотъемлемой частью устройств оперативной коммутации являются переключатели. Эти компоненты для жёстких условий эксплуатации должны удовлетворять таким требованиям, как надёжность, долговременная прочность материалов, большая наработка на отказ и, в ряде случаев, герметичность.

Компания Switchcraft уже более 60 лет специализируется на разработке и производстве промышленных переключателей различных типов и форм-факторов. Некоторые из них имеют уникальную конструкцию и не повторяются другими производителями, например, круглые кнопочные переключатели в пластмассовом или металлическом корпусе, квадратные кнопочные переключатели с подсветкой или без, движковые переключатели, мультиплексные системы из квадратных переключателей и подвесные переключатели для вызова медсестры (см. рис. 8). Конфигурации этих переключателей: SPST, SPDT, DPDT, а также 3- и 4-полосные. Можно выбрать способ монтажа на провод, под пайку или на печатную плату.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С активным развитием промышленности и автоматизации производства растёт спрос на компоненты для ответственных применений и жёстких



Рис. 5. Разъёмы Mini-USB Conxall



Рис. 6. Разъёмы D-Sub Conxall (кабельная и приборная версии)

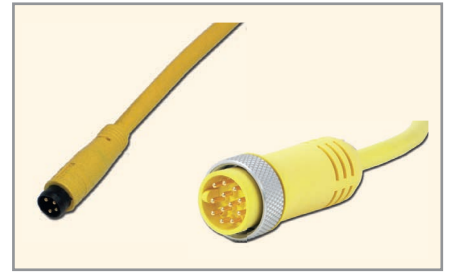


Рис. 7. Кабельные сборки Switchcraft с разъёмами M8, M12 и M20

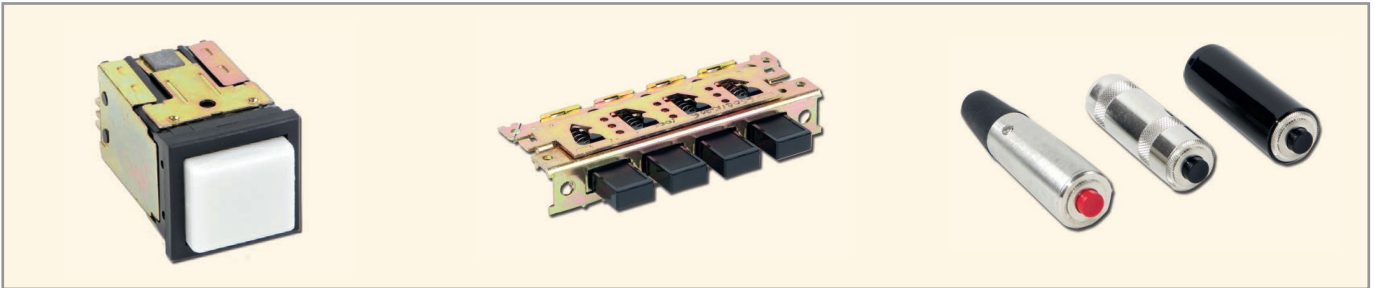


Рис. 8. Промышленные переключатели Switchcraft

условий эксплуатации. Спрос рождает предложение, и поэтому на рынке появляется всё больше компаний, готовых предложить такую продукцию. Одни из них строят свою политику на опыте и накопленных знаниях, другие – на гибких условиях постав-

ки и способности быстро реагировать на спрос. Компания Switchcraft производит разъёмы более 60 лет, и сумела объединить все необходимые качества, чтобы предложить заказчику самый надёжный и современный продукт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Harsh Environment Connectivity Solutions Guide. USA. 2013. http://switchcraft.com/Documents/hec_2013_catalog_hires_b.pdf.
2. Сайт компании Switchcraft. Industrial products. USA. <http://switchcraft.com/Category.aspx?Parent=2>.



Новости мира News of the World Новости мира

7-сегментный дисплей с широким диапазоном размеров от MENTOR

7-сегментный дисплей, являясь классическим элементом для отображения информации, разработан с целью решения проблемы компенсации различий по высоте элементов при установке на печатную плату.

Данная задача стала выполнима благодаря применению новой технологии производства, позволяющей получать любое значение высоты дисплея в достаточно широком заданном диапазоне.

Проблема компенсации, возникающая при установке дисплеев на печатную плату вместе с другими элементами, до сих пор стандартно решается либо при помощи DIL-гнезд, либо с использованием сложной сэндвич-конструкции печатных плат.

Новая модель от MENTOR позволяет избежать этих трудностей, так как предлагает на выбор любую высоту дисплея в диапазоне от 4,5 до 23,5 мм. Такой элемент может быть произведён в соот-



ветствии с индивидуальными предпочтениями заказчика с помощью лёгкой замены насадок инструментов при производстве.

Обычные 7-сегментные дисплеи имеют конструкцию с уже интегрированными светодиодами, в результате разнообра-

зие выбора дизайна таких дисплеев значительно сокращается. Модульная конструкция дисплея MENTOR позволяет использовать SMD-светодиоды различных оттенков в одном решении, в том числе двукристалльные и RGB-чипы. Это расширяет возможности выбора дизайна, а также обеспечивает индивидуальный подход к замене каждого светодиода дисплея.

7-сегментный дисплей производится методом двухкомпонентного литья под давлением и состоит из непрозрачного многокамерного корпуса и светопроводников. Дисплеи крепятся к печатной плате посредством двух штифтов, расположенных на нижней стороне корпуса.

Фирма MENTOR предлагает три варианта размеров цифр дисплея: 7,62; 10,16 и 14,2 мм. Доступны стандартные версии 7-сегментных дисплеев с установленной высотой 9,7 и 12,5 мм.

Образцы 7-сегментного дисплея можно заказать у официального дистрибьютора MENTOR в России и странах СНГ – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Как конденсаторы затрудняют тестирование при изменении постоянного напряжения питания

Боб Золло, Agilent Technologies Inc.

При проведении тестовых испытаний разработчики нередко сталкиваются с техническими противоречиями, например, при изменении постоянного напряжения питания. Автор статьи поможет разобраться с данной задачей и укажет пути её решения.

Зачастую инженерам приходится сталкиваться с противоречивыми конструктивными требованиями. Например, устройству необходим входной конденсатор, сглаживающий пульсации и обеспечивающий чистое питание для схемы. Но в ходе испытаний устройство нужно подвергнуть воздействию переходных процессов, чтобы узнать, сможет ли оно противостоять флуктуациям входного напряжения. Для этого приходится быстро изменять напряжение питания, имитируя шум и флуктуации источника. Однако присутствие на входе тестируемого устройства конденсатора большой ёмкости затрудняет быстрые изменения напряжения, ведь этот конденсатор как раз и предназначен для подавления быстрых изменений напряжения. Налицо конфликт – как изменить напряжение в ходе испытаний, если конденсатор не даёт этого сделать?

Для тестирования устройства в условиях переходных процессов нужно воспользоваться источником питания, способным быстро изменять выходное напряжение. Ключевые характеристики, на которые нужно обратить внимание, перечислены в первом столбце таблицы. Однако если разработчика интересует не только повышение напряжения вверх, то необходимо

учесть и скорость снижения напряжения, которую может обеспечить источник питания. Для быстрого снижения напряжения нужен источник питания, способный потреблять ток разряда конденсатора большой ёмкости, включённого во входную цепь тестируемого устройства. Другим словами, необходим источник питания со схемой принудительного снижения напряжения на выходе или источник питания, способный работать в 2 квадрантах (подавать и потреблять ток) или даже в 4 квадрантах. Обратите внимание, что быстрое изменение напряжения вовсе не связано со способностью 4-квadrантного источника питания менять напряжение с плюса на минус. Именно способность потреблять ток (т.е. работать в квадранте с положительным напряжением и отрицательным током) позволяет 4-квadrантному источнику питания быстро снижать напряжение на входном конденсаторе тестируемого устройства. Чтобы определить, достаточной ли скоростью снижения напряжения обладает исследуемый источник питания, оцените параметры, перечисленные во втором столбце таблицы.

После того как разработчик выбрал быстродействующий источник питания, способный быстро заряжать и разряжать входной конденсатор

тестируемого устройства, нужно учесть и другие факторы. Переходной процесс на конденсаторе описывается формулой: $I = C \times dV/dt$. Для быстрого изменения напряжения с необходимой скоростью нужен большой ток. Если требуется изменять напряжение быстрее, значение dV/dt становится больше и, следовательно, растёт ток. Растёт ток и с увеличением ёмкости конденсатора. Поскольку ток определяется произведением ёмкости C на скорость изменения напряжения dV/dt , он может достигать большой величины, если необходимо быстро изменять напряжение на большом конденсаторе. Далее приведены некоторые примеры.

Пример 1. Зарядка полностью разряженного конденсатора

В начальный момент времени, когда напряжение подаётся на полностью разряженный конденсатор, он представляет собой переключку. Источник питания не сможет мгновенно поднять напряжение до нужного значения («мгновенно» означает, что значение dV/dt стремится к бесконечности, а следовательно, бесконечным становится и требуемый ток), поэтому источник питания переходит в режим ограничения тока. Если источник питания может работать в режиме источника напряжения (CV) и источника тока (CC), то он перейдёт из режима CV в режим CC и будет заряжать конденсатор постоянным током. Напряжение на конденсаторе будет линейно возрастать, пока не достигнет значения CV, установленного на источнике питания. Затем источник питания вернётся в режим CV и продолжит работу в заданном режиме (см. рис.). Это может произойти так быстро, что исследователь даже не заметит перехода из режима CV в режим CC, заряда конденсатора и возврата в режим CV. Если есть потребность в том, чтобы наблюдать этот процесс, придётся настроить

Таблица. Динамические характеристики источника питания

Столбец 1: Обратите внимание на эти параметры, чтобы узнать, насколько быстро источник питания может повышать напряжение от НИЖНЕГО до ВЕРХНЕГО значения	Столбец 2: Обратите внимание на эти параметры, чтобы узнать, насколько быстро источник питания может снижать напряжение от ВЕРХНЕГО до НИЖНЕГО значения
Скорость установления	Скорость снижения напряжения
Время установления	Время установления при снижении напряжения
Скорость нарастания напряжения	Время спада/снижения напряжения
Время установления при нарастании напряжения	
Время нарастания напряжения	

источник питания на малый предельный ток и взять конденсатор большой ёмкости. Теперь можно увидеть смену режимов CV – CC – CV и линейный заряд конденсатора.

Пример 2.
Изменение постоянного напряжения питания

Конденсатор заряжен до заданного постоянного напряжения. Теперь требуется изменить напряжение питания тестируемого устройства. Допустим, разработчик захочет наложить синусоиду на постоянное напряжение питания. В автомобильной промышленности такое явление называют «свистом генератора», когда небольшая синусоида накладывается на постоянное напряжение 12 В. Амплитуда такой синусоиды может достигать 0,5 В_{диск-пик}, а частота доходить до 20 кГц.

Необходимый ток описывается формулой: $I = C \times dV/dt$. Если частота равна 20 кГц, а размах напряжения 0,5 В, то dV/dt равно примерно 0,5 В / (1 / (2 × 20 000 Гц)) = 20 000 В/с. Если ёмкость C равна 1000 мкФ, то результирующий ток будет составлять 20 А ($= C \times dV/dt =$

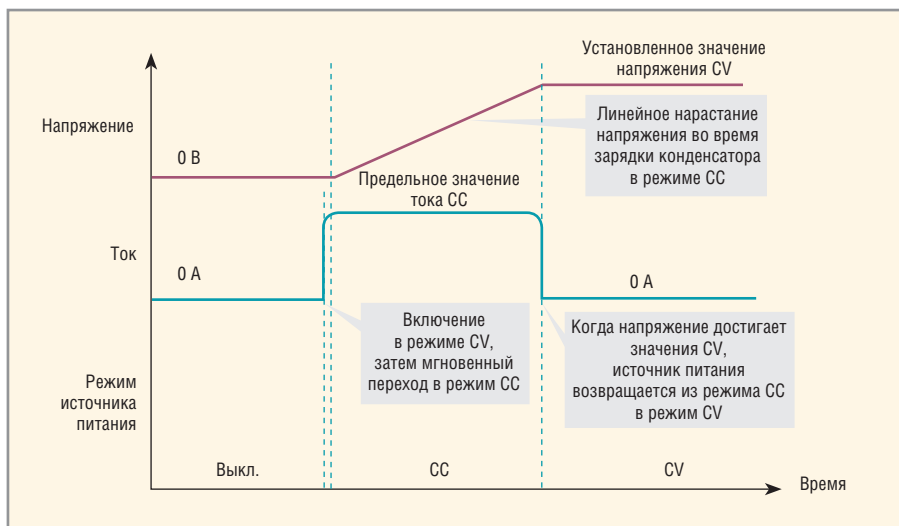


Рис. Зарядка конденсатора источником питания в режиме CV/CC

$= 1000 \text{ мкФ} \times 20\,000 \text{ В/с}$). И хотя 20 А не такой уж и большой ток, он совершенно не связан с номинальным потребляемым током устройства. Даже если тестируемому устройству нужен для работы номинальный ток 1 А, источник должен уметь подавать **и потреблять** ток 20 А для зарядки и разрядки конденсатора с размахом 0,5 В и частотой 20 кГц. Если вместо этого потребуются подать

шум частотой 1 МГц, то понадобится ток до 1000 А!

Таким образом, сталкиваясь с необходимостью зарядки конденсатора, требуется учесть необходимый ток заряда, а этот ток может стать достаточно большим, если конденсатор обладает большой ёмкостью, или напряжение должно изменяться очень быстро. ©

Одновременно с выставкой:
ЭлектроТранс 2014
<http://www.electrotrans-expo.ru>

2014

27-29 мая 2014 г.

Москва, ВВЦ

8-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ТЕМАТИКА:

- Системы диспетчеризации и управления транспортным парком (грузовые автоперевозки, пассажирский транспорт, такси, спецтранспорт)
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности и видеонаблюдения
- Системы контроля пассажиропотока и оплаты проезда
- Технологии снижения расхода топлива
- Рекламно-информационные комплексы
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Силовая электроника для транспорта
- Электронные, электротехнические компоненты

КОНФЕРЕНЦИИ:

- “Практические особенности внедрения информационно-навигационных технологий на современном транспортном предприятии”
- “Электронные модули для транспортного приборостроения и машиностроения”
- “Технологии оплаты проезда и учета пассажиропотока”
- “Развитие систем АЛС-АРС и АСДУ на метрополитене и ГЭТ “

Информационные технологии для транспорта и транспортной инфраструктуры

ПОДДЕРЖКА:

КОНТАКТЫ:

тел.: +7(495) 287-4412
E-mail: info@e-transport.ru

http://www.e-transport.ru

Программируемые источники питания переменного тока Chroma 61511/61512-ТЕСТ

Егор Силин (г. Москва)

В статье описаны программируемые источники питания переменного тока Chroma 61511/61512-ТЕСТ, предназначенные для регламентных испытаний силовой и бортовой электроники в лабораториях и на заводах.

Линейка источников питания Chroma 61500-ТЕСТ прошла испытания с целью утверждения типа. Результаты испытаний характеризуются как положительные. Результаты метрологической экспертизы материалов испытаний, проведённой ФГУП «ВНИИМС», также положительные. В настоящее время документы находятся на утверждении в Росстандарте, ориентировочный срок получения сертификатов утверждения типа – ноябрь текущего года.

Источники электропитания Chroma 61500-ТЕСТ образуют линейку моделей с выходной мощностью от 500 ВА до 90 кВА с одно- или трёхфазным выходом. Это предоставляет большие возможности при испытаниях различных приборов на этапе разработки и в процессе производства.

Благодаря технологии цифровой обработки сигналов источники 61500-ТЕСТ обеспечивают точные и быстрые измерения, в том числе сред-

неквадратического значения напряжения и тока, активной мощности, коэффициента мощности, коэффициента амплитуды тока, а также гармонических составляющих тока вплоть до 40-го порядка. Гибкое программирование выходного импеданса и поставляемое в комплекте программное обеспечение дают возможность проводить предварительные испытания на соответствие стандарту IEC 61000-4-11, на помехоустойчивость по нормам IEC 61000-4-11/-4-13/-4-14/-4-28 и на эмиссию помех по нормам IEC 61000-3-2/-3-3 в комплексе с анализатором качества электропитания Chroma 6630.

Источник позволяет компоновать различные гармонические составляющие для создания колебаний с нормируемыми нелинейными искажениями. Режимы DC и AC+DC расширяют область использования на моделирование натуральных форм колебаний. Кроме того, источники Chroma 61500-ТЕСТ имеют внешний аналоговый вход для усиления аналогового сигнала от генератора сигналов произвольной формы. При помощи ШИМ источник способен выдавать 6-кратный (относительно номинального) пиковый ток (модели 61501–61505), обеспечивая проведение испытаний с бросками тока.

Модели Chroma 61511/61512-ТЕСТ (см. рис. 1) являются программируемыми источниками электропитания переменного тока с высоким КПД, генерирующими синусоидальное выходное напряжение с низкими искажениями. Цифровой сигнальный процессор (ЦСП) обеспечивает точное и стабильное выходное напряжение и частоту, а силовые каскады ШИМ допускают в нагрузку кажущуюся мощность.

Источники Chroma 61511/61512-ТЕСТ обладают эргономичным интерфейсом. Передняя панель генератора оснащена круговым импульсным датчиком (RPG) и клавиатурой для зада-

ния выходного напряжения и частоты, а ЖК-дисплей отображает полную информацию о рабочем состоянии. Источником можно управлять дистанционно через интерфейсы USB2.0/1.1, GPIB, RS-232 или Ethernet.

ОСОБЕННОСТИ CHROMA 61511/61512-ТЕСТ

В таблице 1 представлены основные характеристики источников электропитания 61511/61512-ТЕСТ.

Основные функциональные возможности:

- местное управление с клавиатуры на передней панели;
- дистанционное управление через стандартные интерфейсы;
- дистанционное управление через терминал на передней панели посредством цифрового контроллера Chroma A615101 (по заказу);
- защита от перегрузки по мощности, перегрузки по току, перегрева и отказа вентилятора;
- скорость вентилятора, регулируемая по температуре;
- встроенное отдельное выходное реле;
- задание выходного напряжения в 3 диапазонах 150 В / 300 В / Auto;
- аналоговое (моделирующее) задающее напряжение для дистанционного управления;
- измерения параметров $V, I, Po, CF, PF, Idc, Vdc, Vac, Iac, Ipk, Vpk$ и VA;
- дистанционное управление отключением выхода;
- выходной сигнал AC ON/OFF (источник включён/отключён).

ВНУТРЕННЕЕ УСТРОЙСТВО

Источник состоит из нескольких печатных плат и дополнительных компонентов. На рисунке 2 показана его функциональная схема. Каждая из печатных плат имеет своё назначение, которое описано ниже.

Плата I. Входной каскад. Преобразует напряжение переменного тока (AC) в напряжение постоянного тока (DC) с функцией пассивного корректора коэффициента мощности.

Плата G/GD. Разделительный преобразователь DC/DC. Осуществляет разде-



Рис. 1. Программируемый источник питания переменного тока Chroma 61512-ТЕСТ

ление выхода платы I с функцией регулирования. Может служить источником стабильного напряжения для инвертора.

Плата HV/HT/O/A. Выходной каскад. Состоит из инвертора, который передаёт мощность с платы G/GD, подавая на выход 61511/61512-ТЕСТ напряжение постоянного или переменного тока.

Плата J/Z. Вспомогательное питание. Плата J преобразует сетевое напряжение в напряжение 16...17 В постоянного тока для питания схем и вентиляторов внутри устройства. Плата Z представляет собой разделительный преобразователь DC/DC, который преобразует выход платы J в напряжение ±12 В и +5 В для питания ИС и других компонентов на разных печатных платах.

Плата R. Схема управления вентиляторами. Определяет температуру каждого силового каскада и автоматически регулирует скорость вращения вентиляторов для поддержания рабочей температуры внутри устройства. Плата оснащена защитой от перегрева (ОТР) и от блокировки вентилятора (FAN-LOCK).

Плата В. Содержит элементы управления, ЦСП, ПЛМ типа FPGA и СПЛИС, которые обеспечивают измерения и формирование сигналов.

Плата Е. Интерфейс связи. Осуществляет подключение через все интерфейсы связи (GPIB, RS-232, USB, Ethernet) и посылает сигналы обратно на плату В для выполнения функции дистанционного управления.

Плата С. Отвечает за передачу сигналов с платы В на другие платы.

Плата KA/KC/KR/KS. Кнопочный ввод. Передаёт введённые пользователем данные на плату В.

Плата L. Соединительное устройство 1-фазного выхода. Когда плата L обеспечивает 1-фазный выход, перемкните 3 выхода L1–L3 для подключения проводки.

Селекторный переключатель входной схемы соединения (селекторный переключатель схемы Δ-Y). Пользователи могут придерживать действующей системы электропитания путём изменения внутренней схемы входных соединений 61511/61512-ТЕСТ на Δ или Y.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Источники электропитания серии Chroma 61500-Тест имеют богатые функциональные возможности, такие как моделирование помех в линиях электропитания, программируемый выходной импеданс, функцию всесторонних измерений, синтез формы коле-

Таблица 1. Основные характеристики источников электропитания Chroma 61511/61512-ТЕСТ

Модель	61511-ТЕСТ	61512-ТЕСТ
Номинальная выходная мощность переменного тока		
Однофазная мощность, кВА	12	18
3-фазная мощность, кВА	12	18
Мощность в одной фазе, кВА	4	6
Напряжение		
Диапазон	150 В / 300 В / Auto	
Выходное напряжение, В	0...150 / 0...300	
Погрешность	0,2% + 0,2% F.S.	
Дискретность, В	0,1	
Искажения ¹	0,3% при 50/60 Гц, 1% при 15 Гц – 1 кГц, 10,5% более 1 кГц	
Нестабильность по сети, %	0,1	
Нестабильность по нагрузке ² , %	0,2	
Темп. коэффициент	0,02% на градус, начиная от 25°C	
Максимальный ток (однофазный)		
С.к.з., А	96 / 48	144 / 72
Пиковый (CF = 4), А	384 / 192	576 / 288
Максимальный ток (в каждой из трёх фаз)		
С.к.з., А	32 / 16	48 / 24
Пиковый (CF = 4), А	128 / 64	192 / 96
Частота		
Диапазон	Постоянный ток, 15 Гц – 10,5 кГц	
Погрешность, %	0,15	
Фазовый угол, град.		
Диапазон	0...360	
Дискретность установки	0,3	
Погрешность	<0,8 при 50/60 Гц	
Параметры выхода постоянного тока (одна фаза)		
Мощность, кВА	6	9
Напряжение, В	212 / 424	212 / 424
Ток, А	48 / 24	72 / 36
Параметры выхода постоянного тока (в каждой из трёх фаз)		
Мощность, кВА	2	3
Напряжение, В	212 / 424	212 / 424
Ток, А	16 / 8	24 / 12
Номинальные параметры 3-фазного питания (в одной фазе)		
Тип электропитания	3-фазное, соединение Δ или Y	
Диапазон напряжений, В	190...250 (Δ: L-L, Y: L-N)	
Частотный диапазон, Гц	47-63	
Максимальный ток, А	Δ: 80 / Y: 70	Δ: 120 / Y: 90
Измерения		
Напряжение		
Диапазон, В	150 / 300	
Погрешность	0,2% + 0,2% ПШ	
Разрешение, В	0,1	
Ток (в одной фазе), А		
Предел измерения	8 / 32	12 / 48
Импульсный, в 1 фазе	128	192
Погрешность (с.к.з.)	0,4% + 0,3% ПШ	
Погрешность (имп.)	0,4% + 0,6% ПШ	
Разрешение, А	0,006 / 0,025 / 0,1	
Мощность, Вт		
Погрешность	0,4% + 0,4% ПШ	
Разрешение	0,1	
Другие параметры		
КПД ³	0,75 (тип.)	
Габаритные размеры (В × Ш × Г), мм	1163 × 546 × 700	
Вес, кг	220	240
Защита	OVP (по напряжению), OCP (по току), OPP (по мощности), ОТР (от перегрева), FAN-FAIL (отказ вентилятора)	
Интерфейс	GPIB, RS-232, USB, Ethernet	
Температурный диапазон, °C		
Рабочий	0...+40	
Хранения	-40...+85	
Относительная влажность, %	30...90	
Безопасность и ЭМС	CE	

Примечания:

¹ Максимальный коэффициент искажений измерен при выходном напряжении 125 В (диапазон 150 В), 250 В (диапазон 300 В) и максимальном токе в линейной нагрузке.

² Нестабильность по нагрузке измерена дистанционно на синусоидальном сигнале.

³ КПД измерен при выходном напряжении 230 В.

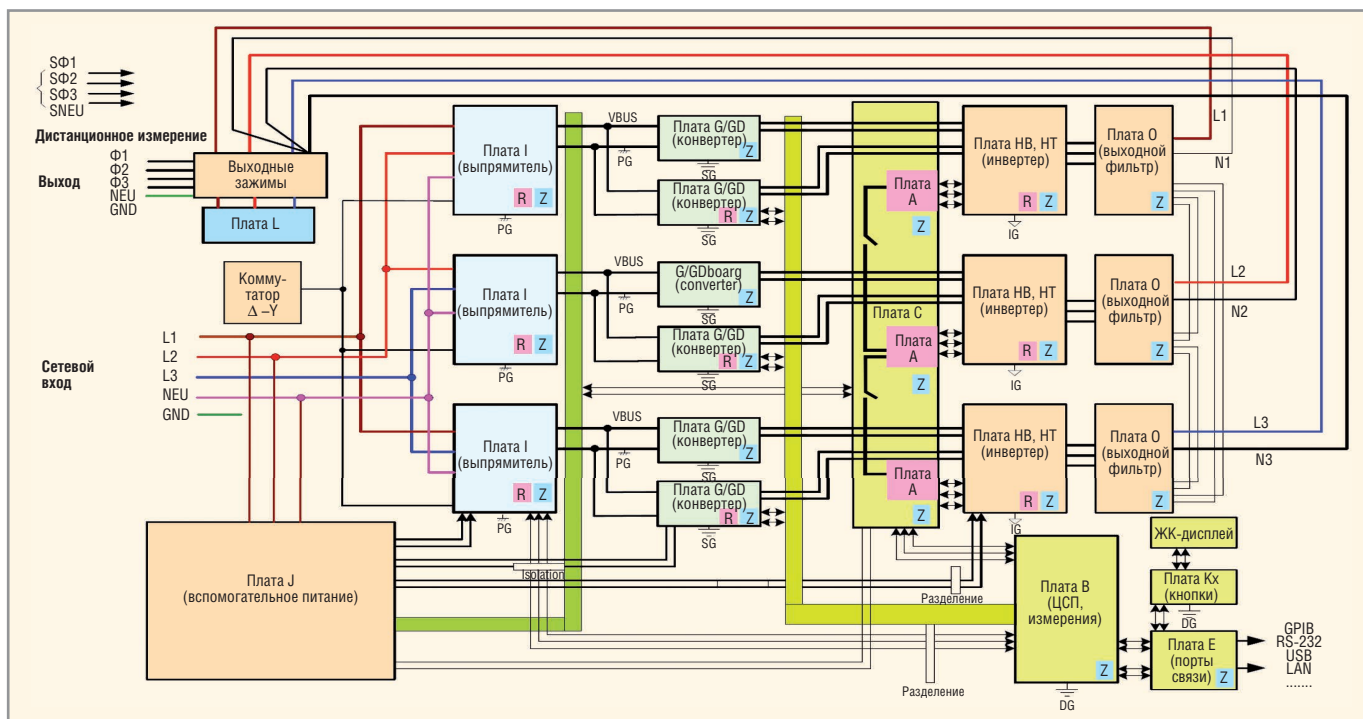


Рис. 2. Функциональная схема источника Chroma 61511/61512-ТЕСТ

баний, и поставляются с программным обеспечением для проведения стандартных испытаний. По заказу компания Chroma предоставляет программное обеспечение для испытаний по аэро-

космическим стандартам, включая MIL-STD-704F, RTCA DO-160D, ABD100. Таким образом, источники электропитания серии 61500-Тест идеально подходят для проведения испытаний ком-

мерческого оборудования, силовой электроники, бортовой электроники военной техники и для регламентных испытаний, как в лабораториях, так и при массовом производстве.



ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

**В ГОСРЕЕСТР СИ
включены:**

- источники питания AC/DC
серии 61500-ТЕСТ
- электронные нагрузки AC/DC
серии 63800-ТЕСТ
- электронные нагрузки DC
серии 6330А-ТЕСТ

СЕРИЯ 62000P-ТЕСТ:
программируемые источники питания DC



ЗАО «ТЕСТПРИБОР»
официальный дистрибьютор компании CHROMA ATE

125362, г. Москва, ул. Свободы, д. 31, стр. 1, тел./факс: (495) 657-87-37, tp@test-expert.ru, http://тестприбор.рф

Реклама

**Многоканальные оптико-
электронные системы**

МОЭС-350



МОЭС-250



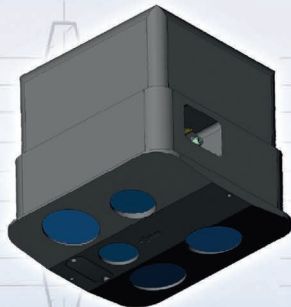
МОЭС обеспечивают круглосуточное обнаружение, распознавание, захват и автосопровождение целей, измерение наклонной дальности до объекта в простых и ограниченно сложных метеоусловиях.

Лазерный дальномер (ЛД-130)

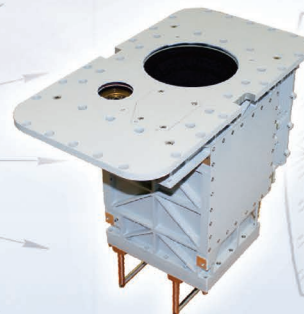


Лазерный дальномер ЛД-130 предназначен для измерения дальности до наземных, надводных и воздушных целей при полете самолета днем и ночью, во всем диапазоне боевого применения.

Цифровая аэрофотокамера (ЦАФК) Астровизирующее устройство (АВУ)



Цифровая аэрофотокамера (ЦАФК) предназначена для ведения аэрофотосъемки подстилающей поверхности и расположенных на ней объектов. ЦАФК может быть установлена на любой летательный аппарат, обеспечивающий достаточную грузоподъемность.



АВУ входит в состав межвидовой астроинерциальной навигационной системы (АИНС), предназначенной для использования на самолете. Функцией АВУ является обеспечение астрокоррекции БИНС, с которой АВУ связано конструктивно, электрически и информационно.

**Комплекс прицельный системы
управления боевого модуля (КП БМ)**



КП БМ предназначен для работы в составе системы управления боевого модуля с дистанционным управлением для колесных бронированных машин типа «Тигр».

**Система видеорегистрации
цифровая (СВР-Ц)**



СВР-Ц предназначена для многоканальной регистрации видеоинформации от многофункциональных индикаторов и телевизионной камеры, установленной на объектах типа Ка-52.

Помехоподавляющий фильтр SF461 для применения в бортовой космической аппаратуре

Подразделение компании International Rectifier (США), специализирующееся в производстве компонентов для авиационно-космических и других ответственных применений, представило новый помехоподавляющий фильтр серии SF461, предназначенный для обеспечения соответствия требованиям стандарта MIL-STD-461C (уровень CE03) к значению вносимых пульсаций тока на входной линии.



Фильтр электромагнитных помех разработан для совместного применения с радиационно-стойкими DC/DC-преобразователями серии S во всём диапазоне расширенных рабочих температур. SF461 предлагается в качестве компонента ряда одноканальных и двухканальных высоконадёжных преобразователей напряжения, предназначенных для работы от сети постоянного тока с номинальным напряжением 28 В. Другие преобразователи с аналогичной частотой преобразования (475...575 кГц) также могут использоваться с этим устройством (например, новые 5-ваттные радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии ARA28). Один фильтр SF461 может подключаться к более чем двум преобразователям серии S в зависимости от требований к мощности.

Фильтры выполнены по толстоплёночной гибридной технологии, в корпусах, герме-

CE03: раздел стандарта MIL-STD-461 относится к широкополосным и узкополосным помехам в диапазоне частот от 15 кГц до 50 МГц и применяется для входных и выходных выводов. Обычно проблемными являются входные выводы, через которые подводится мощность, так как выходные выводы, как правило, не выходят за пределы корпуса системы. Спектральный состав помех входного тока обычно менее чем 1 мА (среднеквадратическое значение) с более существенной составляющей в области от 1 до 10 мА (среднеквадратическое значение).

тизированных шовно-роликовой сваркой, выводы с осевым расположением – из меди, что минимизирует резистивные потери мощности. Корпус изготовлен с применением прочной керамической изоляции между выводами и корпусом, обеспечивающей герметичность изоляции длительное время в жёстких внешних условиях.

Фильтры производятся сертифицированным предприятием в соответствии с требованиями MIL-PRF-38534 и доступны с двумя уровнями технологических отбраковочных испытаний. Исполнение, предназначенное для применения в бортовой аппаратуре («полётный» уровень качества), соответствует требованиям к качеству категории K (категория качества Space) MIL-PRF-38534. Модель с уровнем отбраковки EM производится и отбраковывается с пониженной нормой.

Фильтры серии SF461 предназначены для применений в аэрокосмической, военной и другой высоконадёжной аппаратуре специального назначения.

Технические характеристики SF461:

- максимальный ток до 2 А;
- входное напряжение от -40 до +40 В;
- коэффициент подавления помех >60 дБ в диапазоне частот от 500 кГц до 10 МГц;
- работа в диапазоне температур от -55 до +125°C без понижения мощности;
- качество элементной базы, применяемой для комплектации, контролируется по MIL-PRF-38534;
- обеспечение преобразователям серии S соответствия требованиям стандарта MIL-STD-461 (раздел CE03) к уровню кондуктивных помех;
- габариты 28,45×36,8×13,08 мм (Ш×Г×В) (без крепёжных петель);
- масса – 30 г.

www.irf.com

Новые возможности широкополосного цифрового приёмника/дискретизатора от компании Agilent Technologies

Компания Agilent Technologies анонсирует три новые опции и расширенную функциональность своих восьмиканальных широкополосных цифровых приёмников/дискретизаторов M9703A AXle. Новые опции решают задачу проведения ещё более точных и быстрых измерений в телекоммуникационной, аэрокосмической и военной отраслях.

Новая опция M9703A-FRF обеспечивает лучшие в отрасли динамический диапазон и чувствительность во всём диапазоне частот входного сигнала с оптимизированным преобразованием аналогового сигнала

ла в цифровой. Данная опция гарантирует улучшения в 0,3 полезных бита, отношение сигнал/шум 2 дБ и динамический диапазон без паразитных составляющих 4 дБ.

Опция M9703A-LDC делает возможным быстрое и гибкое выполнение измерений с цифровым понижающим преобразованием (Digital Down Conversion, DDC) входного сигнала в режиме реального времени с полосой анализа до 80 МГц (160 МГц в режиме I+Q) и с центральной частотой от 0 до 2 ГГц.

Опция M9703A-M16 обеспечивает устройство памятью 16 Гб, что соответствует 1 Гвыб/с на канал и требуется для решения задач длительного периода захвата.

Модуль M9703A в формате AXle представляет собой революционный восьмиканальный дигитайзер с разрешением 12 бит, обеспечивающий захват сигналов в диапазоне частот от 0 до 2 ГГц с частотой дискретизации 1,6 Гвыб/с. Режим чередования каналов позволяет собирать данные с частотой дискретизации до 3,2 Гвыб/с с исключительно высокой точностью измерений. Дигитайзер M9703A обеспечивает длительное время захвата данных за счёт большого объёма встроенной памяти (до 4 Гб), а также обработку данных в режиме реального времени с помощью четырёх ПЛИС Virtex 6.

Встроенные ПЛИС дигитайзера M9703A имеют опцию цифрового преобразователя с понижением частоты (опция DDC), позволяющего настраиваться на анализируемый сигнал и масштабировать его в режиме реального времени. Опция DDC обеспечивает расширение динамического диапазона, снижение уровня собственных шумов, а также увеличение продолжительности захвата данных и ускорение измерений. Использование этой опции совместно с программным обеспечением векторного анализа сигналов Agilent 89600 VSA позволяет выполнять более углублённый анализ результатов измерений.



При использовании пяти дигитайзеров M9703A, пятислотового шасси в формате AXle Agilent M9505A и программного обеспечения AcqirisMAQS U1092A можно получить измерительную систему с 40 каналами высотой всего 4U, способную осуществлять захват сигналов с частотой дискретизации 1,6 Гвыб/с.

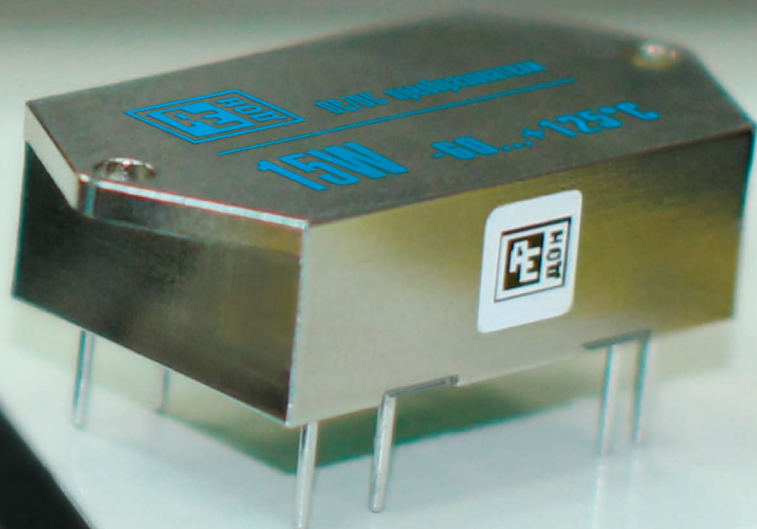
www.agilent.ru

«АЛЕКСАНДЕР ЭЛЕКТРИК ДОН» (ВОРОНЕЖ)
ПРЕДСТАВЛЯЕТ:



НОВУЮ ЛИНЕЙКУ DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ МДМ-Р

ТЕПЕРЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МИРОВОГО
УРОВНЯ ДОСТУПНЫ РОССИЙСКИМ
ПРОИЗВОДИТЕЛЯМ ТЕХНИКИ СПЕЦИАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ!



- **МОЩНОСТЬ ОТ 15 ДО 2000 Вт**
- **КОМПАКТНЫЕ ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ**
- **ГАРАНТИЯ 20 ЛЕТ**
- **ШИРОКИЙ ДИАПАЗОН ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ 9...36 В, 18...75 В**
- **ДИАПАЗОН РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР -60...+125°C**

Россия, г.Воронеж, ул. Дружинников, 1, Тел./факс: +7 800 450-11-39, +7 473 251-95-18
www.aedon.ru, alexdon@vmail.ru

AE DON
aedon.ru

Магнитный автопилот для судомоделизма

Татьяна Колесникова (Украина, г. Хмельницкий)

В статье описан простой и недорогой автопилот для моделей судов, использующий магнитное поле Земли для поддержания заданного курса.

Автоматическое управление в технике – это совокупность действий, направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта в соответствии с заданной целью управления без непосредственного участия человека. Автоматическое управление широко применяется во многих технических системах для выполнения операций, требующих точности регулирования, и для освобождения человека от управления системами, функционирующими в условиях относительной недоступности. Кроме того, многие системы автоматического управления (регулирования) обеспечивают работоспособность объектов.

Автопилот представляет собой устройство, ведущее транспортное средство по определённой траектории. Наиболее часто автопилоты применяются для управления летательными аппаратами и морскими судами, в связи с тем что перемещение таких транспортных средств обычно происходит в пространстве, не содержащем большого количества препятствий. Автопилоты применяют и для управления транспортными средствами, движущимися по рельсовым путям.

Задачей автопилота является поддержание траектории движения согласно заданному курсу. Автопилот представляет собой совокупность нескольких устройств, совместная работа которых даёт возможность автоматически, без участия человека, управлять транспортным средством, в которое он вмонтирован. При включении автопилота режим движения управляемого устройства должен сохраняться таким же, каким он был в момент включения автопилота.

Автопилот является электромеханическим роботом, автоматически управляющим узлами транспортного средства при прямолинейном перемещении. Такой робот, в отличие от пилота, машиниста или рулевого, не ограничен временем реакции, – он действует немедленно. Ему не присущи такие человеческие факторы, как усталость и невнимательность – он обнаруживает отклонения от курса в тот момент, когда они происходят, и незамедлительно корректирует ошибки.

Автопилот состоит из различных блоков, электрически соединённых и работающих как единая система. Предлагаемое вашему вниманию устройство является магнитным автопилотом. Принцип работы этого устройства основан на магнитоуправляемых элементах и микросхемах (датчиках Холла).

Основная часть магнитного автопилота – мультивибратор (М, см. рис. 1). Генерируемые им импульсы управляют двумя генераторами тока (ГТ), которые питают реле РР1 и РР2, расположенные перпендикулярно друг к другу. Контакты реле управляют электродвигателями ЭД1 и ЭД2 через электронные ключи ЭК1 и ЭК2. В отсутствие магнитного поля реле находится на границе срабатывания (это достигается настройкой генератора тока). Устройство необходимо сориентировать таким образом, чтобы реле находились под равными углами 45 градусов в направлении север–юг (см. рис. 1). В таком случае

магнитное поле Земли воздействует в равной степени на оба реле. Реле приводятся в действие периодически и через электронные ключи ЭК1 и ЭК2 запускают электродвигатели ЭД1 и ЭД2. Модель движется по заданному курсу (с севера на юг, см. рис. 1).

Необходимо предвидеть, что модель может сбиваться с курса. Причиной может быть разница в частоте вращения электродвигателей, разница в диаметре ведущих колёс (гребных винтов), наличие бокового ветра. Если модель отклоняется вправо, магнитное поле Земли воздействует меньше на реле РР1. Левый электродвигатель ЭД1 отключается, и модель возвращается влево. Таким образом, восстанавливается заданный курс. Аналогичные действия производятся и при отклонении модели влево.

В качестве РР1, РР2 используются герконовые реле типа РМК11105 (5 В). Для обнаружения магнитного поля можно использовать и магнитоуправляемые логические микросхемы (датчики Холла) – униполярные микросхемы К1116КП1, К1116КП3, К1116КП9, К1116КП10 [1], представляющие собой электронные ключи, управляемые магнитным полем. Эти микросхемы имеют прямой выход, сигнал на котором в отсутствие магнитного поля соответствует уровню лог. 1. При повышении индукции внешнего магнитного поля до значения $V > V_{\text{срабатывания}}$, происходит переключение микросхемы, и уровень сигнала на её выходе скачком изменяется на лог. 0.

Микросхема К1116КП2 имеет инверсный выход, на котором уровень лог. 1 появляется при воздействии магнитного поля. Можно использовать датчик ТЛЕ4942 [1], который является дифференциальным (двухканальным) и самостоятельно определяет направление приращения магнитного поля (т.е. <лево> – <право>). Нулевым считается положение датчика, когда силовые линии магнитного поля направлены перпендикулярно плоскости корпуса датчика.

Принципиальная схема магнитного автопилота представлена на рисунке 2. Мультивибратор (М) реализован на транзисторах Т1 и Т2. Генераторы тока (ГТ) выполнены на транзисторах Т3 и Т4, электронные ключи (ЭК) – на

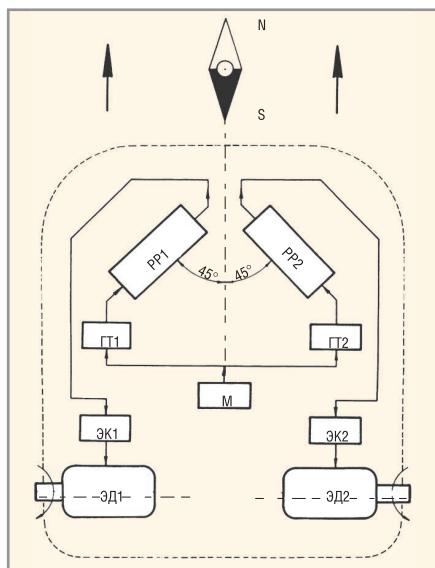


Рис. 1. Функциональная схема магнитного автопилота

транзисторах T5 и T6. Усредняющие фильтры R11C3 и R12C4 сглаживают пульсации тока. Резисторы R4–R10 и потенциометры P1 и P2 должны обладать высокой временной и температурной стабильностью. Напряжение питания необходимо стабилизировать (для безопасной работы магнитного автопилота в реле должны подаваться импульсы тока постоянной амплитуды). Напряжение питания электродвигателей поступает от отдельного источника.

Реле PP1 и PP2 должны быть установлены перпендикулярно друг другу на платформе, которая имеет возможность вращаться вокруг своей оси. Реле являются магнитными датчиками автопилота и, следовательно, должны быть расположены как можно дальше от двигателя и других элементов, обладающих собственным магнитным полем.

Перед началом работы модели желательно выполнить прогрев управляющей части (для этого удобно подать напряжение питания отдельными переключателями). Потенциометрами P1 и P2 настраивается чувствительность автопилота. Вращение платформы с реле задаёт азимут (угол между курсом и направлением север–юг).

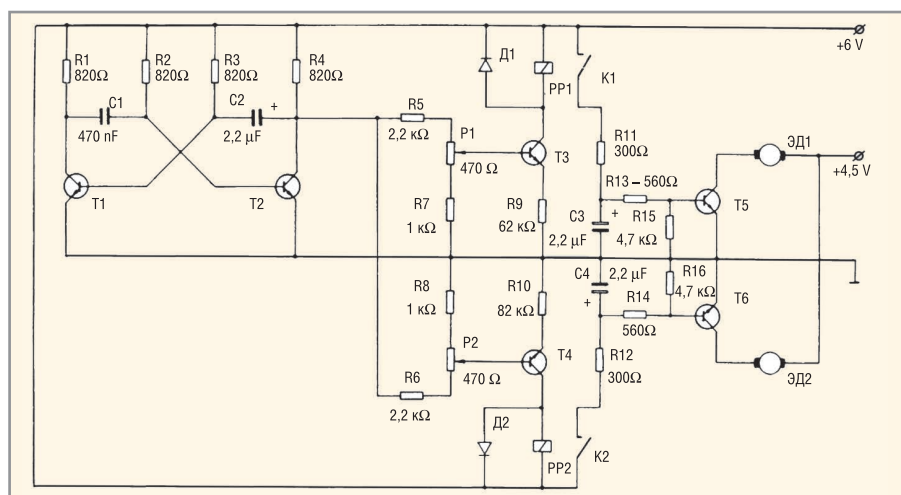


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема магнитного автопилота

сом и направлением север–юг). Модель ориентируется на курс, а при отклонении от него производится отключение питания одного из электродвигателей. При возвращении модели на заданный курс питание на электродвигатель подаётся снова.

Магнитный автопилот можно реализовать и на модели с программным управлением для движения по определённому маршруту, который проклады-

вается при помощи постоянных магнитов, установленных ниже поверхности устройства на определённом расстоянии друг от друга. Магниты сориентированы так, что их силовые линии выровнены относительно друг друга. Естественно, что их магнитное поле должно быть сильнее, чем поле Земли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы сайта www.platan.ru



PROSOFT[®]

COMPONENTS

Активный компонент вашего бизнеса

www.prochip.ru

ПРОСОФТ предлагает

- Различные решения по подбору элементной базы
- Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- Оптимизацию схемотехнических решений
- Оказание технической и информационной поддержки

Реклама

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

Низкочастотный генератор на основе синтезатора частоты AD9833

Часть 2. Программные средства и результаты испытаний

Алексей Кузьминов (г. Москва)

Во второй части статьи описываются программные средства и результаты испытаний низкочастотного генератора. Приведена тестовая программа для микроконтроллера C8051F330, который, в свою очередь, программирует DDS для вывода сигнала нужной частоты.

В первой части статьи (СоЭл № 8, 2013, С. 58–65) приведены аппаратные средства генератора – принципиальные схемы и разводка печатной платы генератора и платы подключённого к нему графического дисплея марки MI6448, сконструированного с применением светодиодов на органической основе (OLED).

Во второй части подробно описываются программные средства, применённые в генераторе, и результаты его испытаний.

Результаты работы генератора иллюстрируются осциллограммами и спектрами, снятыми аналоговым и цифровым осциллографами, а также спектрами, рассчитанными программой спектрального анализа сигнала генератора, подключённого к линейному входу звуковой карты компьютера.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Программные средства для микроконтроллера (МК), входящего в состав генератора, условно можно разделить на два типа. Первый – это программирование дисплея, ввод нужной частоты с помощью кнопок и расчёт необходимой кодовой последовательности, предназначенной для программирования синтезатора частоты. Второй – непосредственное программирование синтезатора.

Первый тип программного обеспечения (ПО), по мнению автора, имеет довольно широкий спектр приложений, необязательно использующий именно DDS. Помимо этого к генератору можно подключить и другие дисплеи, например, ЖКИ или светодиодные «восьмерки». Для ввода частоты также необязательно использовать кнопки. Кроме того, данный тип ПО

не совсем соответствует затронутой в статье теме, которая больше тяготеет к практической электронике.

В настоящее время многие производители программируемых микросхем и микроконтроллеров предоставляют разработчикам ПО, которое максимально автоматизировано и позволяет, особенно не вдаваясь в детали, быстро запрограммировать синтезатор или МК и, тем самым, оперативно оценить его работоспособность.

Компания Analog Devices предлагает бесплатное ПО Device Configuration Assistant, позволяющее оперативно получить коды загрузки в DDS, чтобы моментально заставить его работать. Эта программа предназначена, в том числе, и для программирования микросхемы AD9833.

Компания Silicon Laboratories также стала предоставлять бесплатное ПО, которое позволяет максимально автоматизировать процесс программирования МК (в основном это касается функций его инициализации). Это программа Config2, которая, в том числе, предназначена и для микроконтроллера C8051F330. Последней версией программы Config2 является 4.11 (2013 г.).

С использованием упомянутого выше ПО будет получена работоспособная программа, позволяющая проверить функционирование генератора в тестовом режиме.

Итак, заходим на интернет-страницу <http://www.analog.com> и ищем AD9833. В появившемся дополнительном меню выбираем «Visit the AD9833 DDS Device Configuration Assistant». На экран выводится следующая форма (см. рис. 19).

Прежде всего нажимаем нижнюю из двух радиокнопок, расположенных в правом верхнем углу экранной формы (на рис. 19 отмечена красным овалом), чтобы отключить расчёт фильтров (нам

потребуется только коды, загружаемые в DDS). Далее заполняем поле «MCLK» нашей тактовой частотой «20.971520» (отмечено овалом фиолетового цвета), затем заполняем поле «Desired FREQ0» требуемой частотой выходного сигнала DDS, т.е. 1 кГц, или «0.001» МГц. Это «нулевой» регистр частоты, который нам и нужен. Второй регистр частоты, который нам не требуется (FREQ1), заполняем нулями. На рисунке 19 оба поля отмечены фиолетовым овалом. Поля для обоих фазовых регистров «Desired PHASE0» и «Desired PHASE1» оставляем нулевыми (для нас начальная фаза сигнала DDS не важна). Далее в середине экранной формы в большом прямоугольнике, отмеченном слева как «Control register:», находим поле делителя на 2 «DIV2» и выбираем «Divide by 1», т.е. непосредственное тактирование DDS частотой 20,971520 МГц. После этого в поле «Codewords:» выбираем «FREQ0 LSB & MSB». Это означает, что нам требуются значения младшего и старшего байта нулевого регистра частоты «FREQ0».

Таким образом, всё, что нам требуется, введено, и осталось только нажать голубую кнопку «Update», расположенную в правом нижнем углу. После нажатия этой кнопки в окне «Init. Sequence» (последовательность инициализации) получаем 8 шестнадцатиразрядных (двухбайтовых) слов: 2108 7200 4000 8000 8000 C000 E000 2008.

Первое слово 2108 – это начальная инициализация DDS, следующие 2 слова 7200 4000 – значение нулевого частотного регистра (FREQ0), при котором DDS генерирует синусоиду частотой 1 кГц; следующие слова 8000 8000 C000 E000 определяют значения второго частотного регистра и значения обоих фазовых регистров, и последнее слово 2008 определяет запуск DDS. Таким образом, в данной кодовой последовательности информационными и изменяемыми (если требуется изменить частоту) являются только два слова 7200 4000, загружаемые в нулевой частотный регистр. Так, например, если вместо частоты 1 кГц

выбрать частоту 50 кГц (0,05 МГц), то получим последовательность 2108 4400 4027 8000 8000 C000 E000 2008, которая отличается только кодами 4400 4027 вместо кодов 7200 4000.

Отсюда следует, что при программировании синтезатора на определённую частоту, следует изменить только два слова (второе и третье), а остальные оставить без изменений. Значения этих двух слов при различных частотах (от 10 Гц до 100 кГц) были найдены автором с помощью вышеуказанной программы Analog Devices, вставлены в программу для МК и закомментированы. Поэтому для вывода определённой частоты в программе требуется только убрать комментарии перед определённым словом, соответствующим этой частоте.

Следует отметить, что программа Device Configuration Assistant достаточно проста, очень удобна и позволяет получить требуемые кодовые слова, не вдаваясь в детали описания ИС AD9833.

Компания Silicon Laboratories, как уже говорилось выше, разработала программу для компьютера Config2, которая позволяет получить не только кодо-

A tool for calculating codewords and harmonics images in the AD9833.

Instructions | Troubleshooting | Related information

MCLK: MHz

Desired FREQ0: MHz Actual FREQ0: MHz Disp. in Harmonics applet below

Desired FREQ1: MHz Actual FREQ1: MHz

Desired PHASE0: deg. Actual PHASE0: deg.

Desired PHASE1: deg. Actual PHASE1: deg.

Control register: FSEL: PSEL: SLEEP1/12:

VOUT: DIV2:

Normal MODE (SIN ROM)

Codewords: 2008 Control register Register data

7200 4000

Init. sequence:

History:

V 0.9.17.0

Рис. 19. Снимок экрана компьютера при работе интерактивной программы DDS Configuration Assistant (Analog Devices) для получения кодов, загружаемых в DDS, при тактовой частоте 20,971520 МГц и выходной частоте DDS 1 кГц (0,001 МГц)

вую последовательность, а и готовый текст программы для МК на языке C51. Этот текст на 90% подходит для выполнения задачи.

Для получения программы для МК C8051F330, которая вводит в синтеза-

тор частоты кодовую последовательность из 8 двухбайтных слов, прежде всего детализируем задачу. Чтобы записать кодовую последовательность в ИС синтезатора из МК и запустить DDS, необходимо:



МОЩНЫЕ СВЕТОДИОДЫ



CREE

PHILIPS
LUMILEDS

SHARP

- Высокая световая отдача
- Низкое тепловое сопротивление
- Стабильность цветовой температуры
- Стабильность светового потока
- Разбиновка при рабочей температуре p-n-перехода
- Высокая надёжность
- Бессвинцовая технология монтажа

PROSOFT®
COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Тел.: (495) 232-2522 • Факс: (495) 234-0640 • info@prochip.ru • www.prochip.ru



РЕКЛАМА

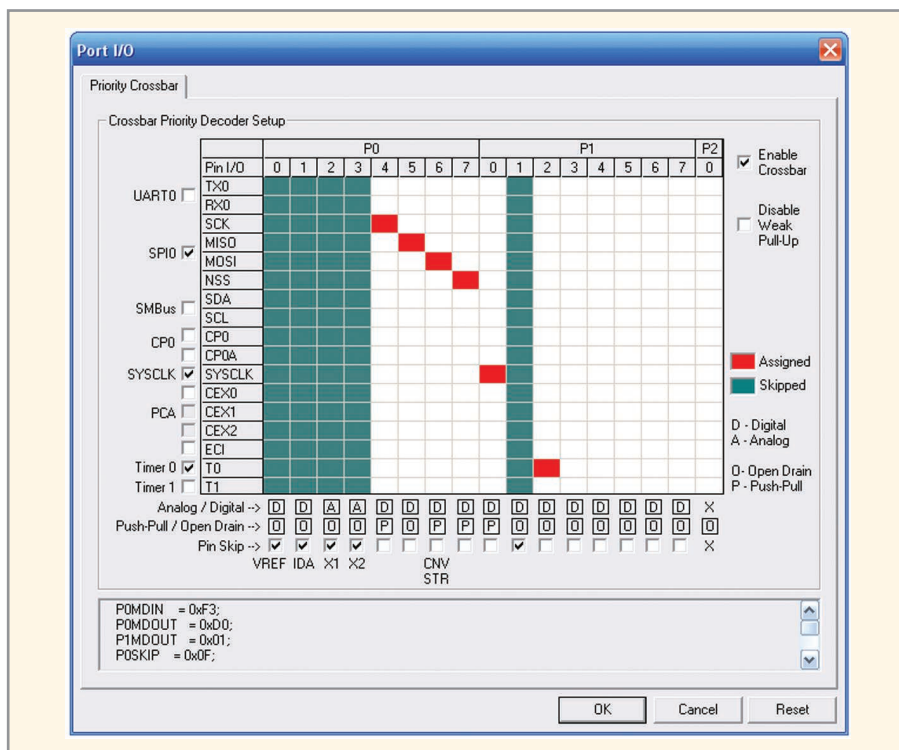


Рис. 20. Снимок экрана компьютера при работе программы Config2 (Silabs) для настройки матрицы соединений МК C8051F330

1. Инициализировать МК для работы с тактовым генератором, используя внешний кварцевый резонатор 20,97152 МГц;
2. Инициализировать интерфейс SPI МК, работающего в режиме, аналогичном SPI в ИС синтезатора;
3. Настроить матрицу соединений МК в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 1 (СоЭл № 8, 2013, С. 60). При использовании программы Config2, это не вызывает затруднений;
4. Вывести в синтезатор частоты кодовую последовательность. Это – единственный шаг, требующий написание подпрограммы вывода двухбайтного кода по интерфейсу SPI, однако, в связи с тем, что этот интерфейс аппаратно интегрирован в МК, такая подпрограмма не является сложной.

Итак, запускаем программу Config2 и выбираем МК C8051F330. Вначале выбираем «Peripherals», в появившемся меню – «Oscillators» (генераторы), далее – «External Oscillator» (внешний генератор), в появившемся окне выбираем «Cristal Oscillator» (кварцевый резонатор), «Use External Oscillator as SYSCLK» (использовать внешний генератор как системный); нажимаем радиокнопку «10 MHz < f <= 30 MHz» и в поле «External Oscillator Frequency» вводим нашу частоту «20971520». После этого нажимаем кнопку ОК и получа-

ем готовый текст программы инициализации генератора:

```
void Oscillator_Init()
{
    int I = 0;
    OSCXCN = 0x67;
    for (I = 0; I < 30000; i++); //
    Wait 1ms for initialization
    while ((OSCXCN & 0x80) == 0);
    CLKSEL = 0x01;
    OSCICN = 0x00;
}
```

Снова заходим в меню «Peripherals» и, чтобы отключить Watchdog Timer (WDT), который по умолчанию включён, выбираем «PCA» (программируемый массив счётчиков, в котором расположен WDT), далее – «Module2/WDT» и снимаем галочку в окне «Enable Watchdog Timer». После этого нажимаем ОК и получаем готовый текст программы отключения WDT:

```
void PCA_Init()
{
    PCA0MD &= ~0x40;
    PCA0MD = 0x00;
}
```

Ещё раз заходим в меню «Peripherals» и, чтобы инициализировать интерфейс SPI, выбираем «SPI». В этом окне выби-

раем «Operate in master mode» (работать в ведущем режиме), «Data centered on First Edge of SCK» (данные центрировать по первому фронту импульса SCK), «SCK Line High in Idle State» (линия SCK находится в высоком состоянии при отсутствии обмена), «4 Wire Single Master Mode» (4-проводный режим единственного ведущего); ставим галочку в поле «Set NSS signal to 1», т.е. устанавливаем сигнал NSS (CS DDS) в «1», далее нажимаем кнопку «Change SCK» и вводим в поле частоты обмена «Target SCK Frequence» 1048576 (1/20 от 20971520 Гц). После этого нажимаем кнопку ОК и получаем готовый текст подпрограммы инициализации SPI:

```
void SPI_Init()
{
    SPI0CFG = 0x50;
    SPI0CN = 0x0D;
    SPI0CKR = 0x09;
}
```

Далее опять входим в меню «Peripherals» и, чтобы инициализировать матрицу соединений, выбираем «Port I/O» (порты ввода/вывода). На экран выводится пустая матрица соединений, которую необходимо заполнить.

Двигаемся по левой части экранной формы сверху вниз и ставим галочки в полях «SPI0», «SYSCLK» и «T0», выбирая, тем самым, эти устройства и определяя для них выходы МК. Далее двигаемся по нижней части матрицы слева направо и ставим галочки в полях P01, P00 (распределяя эти выходы на входы прерываний INT0 и INT1, т.е. пропуская их), P02, P03 (также указывая, что эти выходы должны быть пропущены и освобождены для входов X1 и X2, к которым подключён кварцевый резонатор). Кроме того, устанавливаем эти два порта, как аналоговые (для подключения резонатора), т.е. в полях «Analog/Digital» ставим «A». Последнюю галочку ставим у порта P11, пропуская этот вывод, чтобы его впоследствии можно было заземлить и, тем самым, подать «землю» на вывод 2 DD3.

Далее в полях «Push-Pull/Open Drain» портов P04(SCK), P06(MOSI), P07(NSS) и P10(SYSCLK) устанавливаем «P» (двухтактный выход). И последнее, что необходимо сделать, – установить галочку в поле «Enable Crossbar», т.е. активировать матрицу соединений. После всех манипуляций матрица соединений примет вид, показанный на рисунке 20.

Нажав кнопку ОК, получаем готовый текст подпрограммы для матрицы соединений, т.е. инициализации портов ввода/вывода:

```
void Port_IO_Init()
{
    P0MDIN = 0xF3;
    P0MDOUT = 0xD0;
    P1MDOUT = 0x01;
    P0SKIP = 0x0F;
    P1SKIP = 0x02;
    XBR0 = 0x0A;
    XBR1 = 0x50;
}
```

Кроме этого, сгенерируется текст подпрограммы инициализации всех устройств МК, объединяющей подпрограммы, которые уже были получены ранее:

```
void Init_Device(void)
{
    PCA_Init();
    SPI_Init();
    Port_IO_Init();
    Oscillator_Init();
}
```

Далее выбираем *File*, и в открывшемся меню выбираем *Save Source As...* В открывшемся окне назначаем название файла, например *DDS.c*. Это будет «болванка» нашей программы, содержащая инициализацию всех устройств МК. К ней требуется добавить только вывод кодов в синтезатор частоты.

Приступаем к «ручному» программированию (в файле *DDS.c*). Во-первых, заводим переменную в виде следующей структуры, а точнее – совмещения:

```
union {
    unsigned short US; // U.UB[0]-
    Ст.б.
    unsigned char UB[1]; //
    U.UB[1]- Мл.б.
}U; // U.US - 2-байтное ushort
число.
```

Несмотря на кажущуюся простоту, вышеприведенный текст, на взгляд автора, нуждается в пояснении. Дело в том, что интерфейс SPI является 8-разрядным (или однобайтовым, т.е. выводимые числа типа *unsigned char*), а числа, которые требуется ввести в DDS, – двухбайтовые (типа *unsigned short*). Для

вывода двухбайтового числа по однобайтовому интерфейсу его необходимо разбить на младший и старший байты и по очереди их вывести. Процедура отнимает некоторое время и дополнительную память МК, отводимую подпрограмме разбивки. Если в такой подпрограмме присутствуют операции умножения и деления, то может потребоваться обращение к библиотечным функциям, а это ещё более усложнит процедуру разбивки. Кроме того, в памяти МК должны храниться как само 2-байтовое число, так и два 1-байтовых числа, т.е. использовать, как минимум, 4 байта.

Всего этого можно избежать, если применить совмещение, в котором использован массив из двух однобайтовых элементов *U.UB[0]* и *U.UB[1]*. Этот массив совмещён (т.е. перераспределяет одно и то же место в памяти) с двухбайтовым числом *U.US*. Если, например, задать какие-либо значения указанным элементам массива, то совмещённое с массивом число *U.US* автоматически получит такое значение, что *U.UB[0]* будет старшим байтом этого числа, а *U.UB[1]* – младшим. Справедливо



13-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

18-20
ФЕВРАЛЯ 2014

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

МОСКВА,
СК «ОЛИМПИЙСКИЙ»

НАУКА
ДЛЯ БИЗНЕСА!



МОСКВА

ВОСКРЕСЕНСКИЙ РОСЛАВЛЬ ИВАНОВ
НОСИБИРСКЕКАТЕРИНБУРГ
ЛАДИМИРМИНСК ОБНИНСКИЙ
МОСКВА ХИМКИКОРОЛЕВ РОСТОВ-НА-ДОНУ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



Алтек



КРОПУС
Научно-Производственный Центр



ПромГруппПрибор



SOVTEST
ВАШ ПАРТНЕР ПО КАЧЕСТВУ



Тел.: +7 (812) 380 6002 | Факс: +7 (812) 380 6001 | ndt@primexpo.ru | www.ndt-russia.ru

Реклама

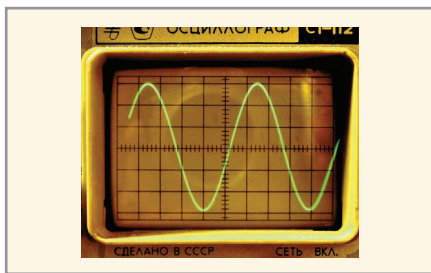


Рис. 21. Фотография осциллограммы сигнала генератора (частота $F = 1$ кГц, амплитуда $A \approx 0,3$ В), снятого с экрана аналогового осциллографа (С1-112)

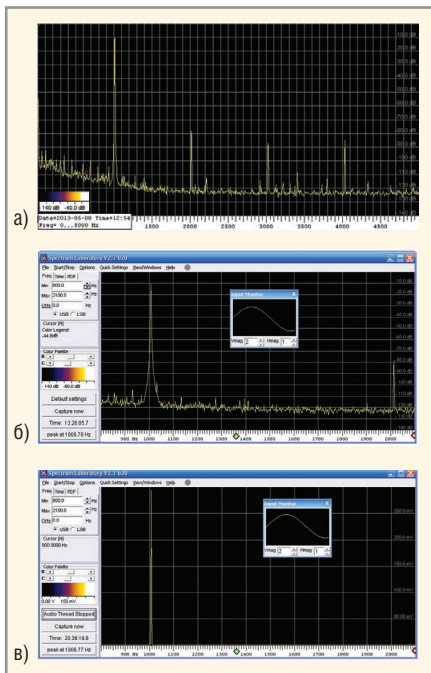


Рис. 22. Снимок экрана компьютера при работе программы SpecLab. Результаты вычисления спектральной плотности сигнала генератора частотой $F = 1$ кГц, амплитудой $A = 0,3$ В в логарифмическом масштабе ($-140 \dots 0$ дБ) в диапазоне частот:

а – $(0 \dots 5)$ кГц, б – $(0,8 \dots 2,1)$ кГц; в – в линейном масштабе $(0 \dots 0,3$ В) в диапазоне частот $(0,8 \dots 2,1)$ кГц

и обратное: если записать в переменную U.US какое-либо 2-байтовое число, то переменная U.UB[0] автоматически получит значение старшего байта этого числа, а U.UB[1] – младшего байта. Такое совмещение, во-первых, требует всего двух байт памяти (а не 4) и, во-вторых, отпадает надобность в процедуре разбивки.

Подпрограмма вывода 2-байтового числа по интерфейсу SPI, благодаря совмещению, значительно упрощается и выглядит следующим образом (см. листинг 1).

Таким образом, с учётом всех предыдущих подпрограмм, основная программа (main) приобретает следующий вид:

```
void main (void)
{
    Init_Device();
    outspi16(0x2108);
    outspi16(0x7200); // - 1 kHz
    outspi16(0x4000);
    // outspi16(0x4400); // - 50 kHz
    // outspi16(0x4027);
    outspi16(0xC000);
    outspi16(0xE000);
    outspi16(0x2008);
    while (1); // loop forever
}
```

Эта программа выводит в синтезатор коды для генерации частоты 1 кГц. Если закомментировать нижеследующие строки:

```
outspi16(0x2108);
outspi16(0x7200); // - 1 kHz
и убрать комментарии (//) перед
строками:
// outspi16(0x4400); // - 50 kHz
// outspi16(0x4027);
```

то программа будет выводить коды для генерации частоты 50 кГц.

Полученную программу необходимо оттранслировать и запрограммировать в МК. Для трансляции и получения файла программы в *.hex-формате понадобится файл *.bat, содержимое которого приведено в листинге 2.

Естественно, потребуется и сам транслятор C51.exe (автор использовал транслятор Keil C-51 v.6.14), сборщик b151.exe и преобразователь кодов из объектного в *.hex-формат oh51.exe (все из одного пакета).

Как уже упоминалось, программирование МК осуществляется с помощью USB-DEBUG-адаптера производства Silicon Labs, подключённого к плате генератора по схеме, приведённой на рисунке 3 (СоЭЛ № 8, 2013, С. 61). Хотя полный текст программы приведён на интернет-странице журнала, по мнению автора, проще (и надёжнее) воспользоваться программой Config2.exe, которую можно бесплатно скачать с интернет-страницы Silicon Labs (<http://www.silabs.com>).

ИСПЫТАНИЯ ГЕНЕРАТОРА

Для проверки работы генератора использовались три различных метода.

1. Визуальное наблюдение сигнала генератора на обычном аналоговом осциллографе в диапазоне частот от 10 Гц до 100 кГц и диапазоне амплитуд от 0,3 до 10 В. Преимущество этого

метода – возможность визуально оценить чистоту сигнала и, в некоторой степени, – его форму во всём рабочем диапазоне частот и амплитуд. Недостаток – низкая информативность, т.к. визуальная оценка осциллограммы достаточно субъективна.

2. Звуковая карта компьютера и программа, рассчитывающая спектральную плотность входного сигнала, подключённого к линейному входу звуковой карты. Преимущества – возможность вычисления спектра по большому количеству реализаций, позволяющая получить достаточно высокую точность и подробность всех спектральных составляющих входного сигнала. Недостаток – узкий частотный и амплитудный диапазон, невысокая точность измерения частоты на пике спектральной плотности. Диапазон частот, в котором такой способ позволяет адекватно оценить спектр, приблизительно от 30–40 Гц до 18–19 кГц. Вне этого диапазона звуковая карта даёт неадекватные показания. Амплитудный диапазон, состоящий из одной амплитуды 0,3 В, определяется звуковой картой.

3. Цифровой осциллограф, позволяющий наблюдать как сам сигнал, так и его спектр. Преимущества – работа во всём рабочем диапазоне частот и амплитуд входного сигнала, возможность оценки спектра и относительно точные измерения частоты пика спектральной плотности. Недостатки – осциллограмма имеет «цифровой» вид и не позволяет визуально оценить чистоту входного сигнала (как с помощью аналогового осциллографа). Спектр не очень подробный, т.к. он получен по одной реализации и адекватно отображается только в линейном масштабе (хотя осциллограф и способен воспроизводить спектр в логарифмическом масштабе, такое отображение мало информативно).

На рисунке 21 приведена типичная осциллограмма выходного сигнала генератора. В диапазоне частот от 10 Гц до 100 кГц и диапазоне амплитуд от 0,3 до 10 В все наблюдаемые осциллограммы практически ничем не отличались. Как можно заметить, синусоида является гладкой и на ней отсутствуют какие-либо «цифровые» искажения.

На рисунке 22 приведены спектры сигнала генератора, подключённого к линейному входу звуковой карты компьютера и рассчитанные программой SpecLab по 65536 реализациям. Можно заметить, что вторая гармоника имеет частоту в 2 раза выше частоты

Листинг 1

```

void outspi16(unsigned short wor) {
    U.US=wor; // Загрузка 2-байтного числа U.US
    NSSMD0=0; // CSAD=0.
    SPIDAT=U.UB[0]; // Вывод ст. байта по SPI.
    while (!SPIF); // Ожидание окончания вывода байта.
    SPIF=0; // Сброс флага окончания передачи.
    SPIDAT=U.UB[1]; // Вывод мл. байта по SPI.
    while (!SPIF); // Ожидание окончания вывода байта
    SPIF=0; // Сброс флага окончания передачи.
    NSSMD0=1; // CSAD=1.
}

```

Листинг 2

```

c51 DDS.c print small symbols code debug object(DDS.obj) objectextend
pause
bl51 DDS.obj to DDS ixref print(bl_DDS.lst)
oh51 DDS
pause

```

основной гармонике, а по амплитуде – меньше амплитуды основной гармоники приблизительно на 70 дБ (пик основной гармоники расположен примерно на уровне –10 дБ, а второй – на уровне –80 дБ, т.е. их разность составляет около 70 дБ). Может показаться, что амплитуда второй гармоники очень велика (судя по графику, она всего в 2,5 раза меньше амплитуды основной гармоники). Однако не следует забывать, что график приведён в логарифмическом масштабе.

В левом нижнем углу на рисунках 22б и 22в показано небольшое окно, в котором приведена частота пика спектральной плотности (1006,78 Гц и 1006,77 Гц соответственно), хотя этот пик должен находиться на частоте ровно 1000 Гц.

Для решения этого вопроса сигнал с генератора был подан на частотный вход поверенного частотомера. Частота, измеренная частотомером, составляла 1,0000 кГц. Кроме того, был измерен период сигнала, который составлял 1,000000 мс и 1000,0001 мкс (это также показания частотомера, снятые при двух разных режимах измерения).

Это означает, что использованная программа (или звуковая карта компьютера) не совсем верно отражает частоту.

Ниже показаны снимки экрана цифрового осциллографа при различных частотах и одной и той же амплитуде (0,3 В) сигнала (см. рис. 23а-г) и снимок экрана при максимальной амплитуде сигнала (10 В). Можно заметить, что сигнал имеет абсолютно идентичную форму спектра, которая не зависит ни от частоты, ни от амплитуды. Кстати, на рисунке 23а осциллограф показал

частоту ровно 1,000 кГц. Что касается осциллограмм самого сигнала (жёлтого цвета), то их дискретность – свойство цифрового осциллографа.

Приведённые на рисунках 21–23 иллюстрации, по мнению автора, достаточно красноречиво свидетельствуют о том, что во всём рабочем диапазоне частот и амплитуд генератор выдаёт синусоидальный сигнал, имеющий высокую чистоту (в том числе и спектральную) и адекватно отражающий частоту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение в конструкции генератора ИС синтезатора частоты AD9833, микроконтроллера C8051F330 и инструментального усилителя AD8295 обеспечило выходной сигнал, точно воспроизводящий установленную частоту и обладающий высокой спектральной чистотой. Тактирование ИС синтезатора системной частотой МК и использование ИУ для компенсации постоянной составляющей в выходном сигнале ИС синтезатора позволили реализовать высокую временную и эксплуатационную стабильность работы устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А. Метод фоторепродуцирования для изготовления фотошаблона печатных плат в домашних условиях. Технологии в электронной промышленности, № 5–7, 2010.
2. Кузьминов А. Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях. Технологии в электронной промышленности, № 8–10, 2010.

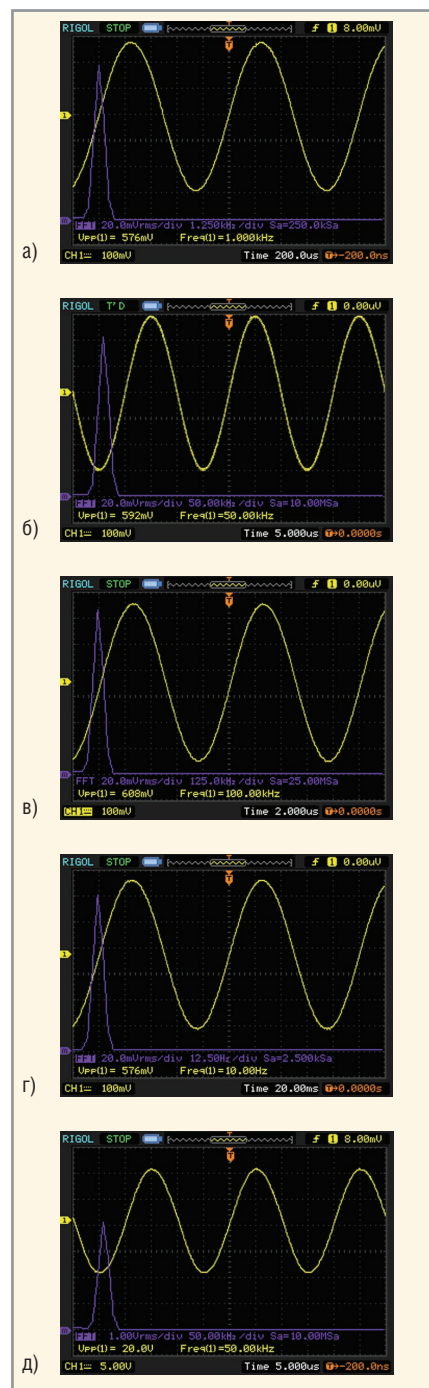


Рис. 23. Снимок с экрана цифрового осциллографа, показывающего сигнал генератора (жёлтый цвет – осциллограмма, фиолетовый цвет – спектр в линейном масштабе):
а – $F = 1$ кГц, $A \approx 0,3$ В; б – $F = 50$ кГц, $A \approx 0,3$ В;
в – $F = 100$ кГц, $A \approx 0,3$ В; г – $F = 10$ кГц, $A \approx 0,3$ В;
д – $F = 50$ кГц, $A \approx 10$ В

3. Кузьминов А. Регулируемый двухполярный блок питания. Радио, № 5, 2012.
4. Кузьминов А. Преобразователь интерфейсов USB_SPI с гальванической развязкой. Современная электроника, № 1, 2012.
5. Бирюков С.А. Цифровые устройства на МОП-интегральных микросхемах. Радио и связь, 1996.
6. Рутковски Дж. Интегральные операционные усилители. Мир, 1978.

Новости мира News of the World Новости мира

Радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии LSO от International Rectifier предоставляют обширный набор сервисных функций

Компания International Rectifier, являющаяся мировым лидером в области технологий управления электропитанием, представила радиационно-стойкие одно- и двухканальные DC/DC-преобразователи серии LSO, которые характеризуются обширной функциональностью и предназначены для применения в системах электропитания космических аппаратов со сроком службы до 15 лет.

Модули серии LSO обеспечивают выходные напряжения с номинальными значениями от 1,5 до 15 В при типичном КПД до 81%, встроенный на входе помехоподавляющий фильтр обеспечивает соответствие требованиям стандарта MIL-STD-461C (часть CE03) к уровню кондуктивных помех. Новые 30-ваттные модули обладают уникальным набором сервисных функций, который включает фиксирование выходного напряжения

при превышении номинального напряжения (защита от превышения напряжения на выходе), что предотвращает повреждение при верхних значениях цифровых и аналоговых нагрузок в результате возникновения электрического перенапряжения. Также включены такие функции, как регулировка порогового значения перенапряжения, телеметрия входного тока и блокировка при пониженном входном напряжении с возможностью фиксации.

Основанные на проверенной технологии компании IR, низковольтные радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи серии LSO применяются в широком ряду



исполнений цифровых и аналоговых систем электропитания космических аппаратов. Со встроенной функцией защиты от перенапряжения и схемой телеметрии входного

Технические характеристики

Заказной номер	Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Номинальная мощность, Вт	КПД (тип.), %
LSO2801R5S	1,5	8	12	62
LSO2801R8S	1,8	8	14,4	65
LSO2802R5S	2,5	8	20	69
LSO2803R3S	3,3	7,57	25	73
LSO2805S	5	6	30	80
LSO2812S	12	2,5	30	80
LSO2815S	15	2	30	80
LSO2805D	±5	4,8	30	79
LSO2812D	±12	2,3	30	81
LSO2815D	±15	1,6	30	81

DC/DC-преобразователи серии MFP™ для применений в авионике



Серия MFP™ – прекрасное решение для обеспечения питанием FPGA, логических устройств с низкими уровнями напряжений питания и динамически изменяющимся током потребления

DC/DC-преобразователи серии MFP™ обеспечивают КПД до 90% в диапазоне температур от -55 до +125°C. Встроенные функции исключают необходимость применения внешних компонентов



MFP0507SM/ST
со штыревыми выводами без фланцев



MFP0507SMF/ST
со штыревыми выводами с крепёжными фланцами

- Выходные напряжения от 0,8 до 3,6 В
- Входные напряжения от 3 до 6 В
- Размеры: 30,48×30,48 мм (без фланцев); 30,48×37,05 мм (с фланцем)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ CRANE AEROSPACE & ELECTRONICS

PROSOFT®

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



Реклама

Новости мира News of the World Новости мира

тока эти модули преобразователей напряжения помогают упростить конструкцию системы резервирования, повысить надёжность системы и сократить общие затраты на проектирование.

Габаритные размеры модулей составляют 88,9×63,5×12,07 мм, масса менее 125 г. Значение суммарной накопленной дозы составляет более 100 крад (Si), гарантируется отсутствие одиночных эффектов от воздействия протонов и тяжёлых ионов при пороговых линейных потерях энергии (ЛПЭ) ионов в веществе более чем 82 МэВ·см²/мг.

Преобразователи предназначены для работы от сети постоянного напряжения в диапазоне от 18 до 40 В, трансформаторная развязка в цепи обратной связи обеспечивает оптимальное взаимное влияние на стабилизацию каналов при несимметричных нагрузках, возможность подключения внешней обратной связи для одноканальных моделей и регулировку выходного напряжения.

По запросу доступны отчёты по результатам анализов электрического и температурного воздействия, аварийных режимов

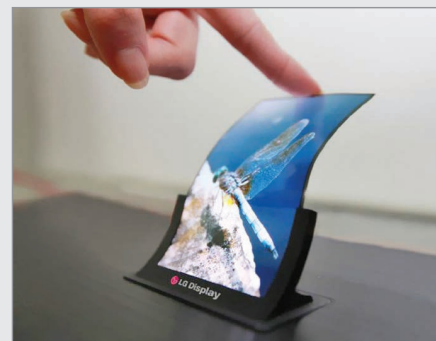
и воздействий наихудшего случая – эксплуатационных характеристик изделия при наихудшем сочетании внешних факторов, включая показатели срока службы.

www.irf.com

LG запустила массовое производство гибких дисплеев для мобильных устройств

Настал момент, которого рынок высоких технологий ждал долгие годы, компания LG официально объявила о запуске массового производства лёгкого 6-дюймового дисплея – первой в мире гибкой OLED-панели для смартфонов. Это может сильно изменить образ современного мобильного устройства: пространство для технологического творчества теперь станет обширнее.

Дисплей изготовлен на пластиковой подложке, благодаря которой он имеет гибкие свойства. Подобные экраны можно устанавливать на смартфоны нестандартной искривлённой формы. Первой моделью станет смартфон G Flex от LG, его анонс ожидается примерно через месяц. Это будет самый первый продукт, настоящую атаку



корейский производитель собирается принять в будущем году.

Компания Samsung будет держать ответный удар в ближайшее время как прямой конкурент. Нельзя забывать, что первое время гибкий дисплей на смартфоне будет означать нестандартную, но статичную форму. То есть непривычно изогнутые, но неподвижные конструкции. Раскладные и сворачивающиеся гибкие дисплеи появятся намного позже, и здесь тоже будет кто-то первый. Важно, что в перспективе и гибкие дисплеи шагнут в бюджетный сегмент.

www.mobiledevice.ru

TDK-Lambda ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ МОЩЬ И ИНТЕЛЛЕКТ



Серия ZUP



Серия Genesys™

Применения ZUP и Genesys™

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

Серия ZUP (Zero-Up), Z+ (Z plus)

- Выходная мощность 200/400/800 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485
- Универсальный вход 85–265 В переменного тока
- Выходные напряжения до 120 В, ток нагрузки до 132 А
- Программная калибровка
- Опциональные интерфейсы, LAN, GPIB и аналоговые сигналы с гальванической развязкой (для Z+)
- 16-разрядное разрешение и быстрый отклик на программируемые установки (для Z+)

Серия Genesys™

- Выходная мощность 750/1500/2400/3300/5000/10 000/15 000 Вт
- Встроенный интерфейс RS-232/485 (GPIB IEEE488/488.2 SCPI, LAN по заказу)
- Выходные напряжения до 600 В, ток нагрузки до 1000 А
- Конфигурирование посредством внешнего напряжения/тока и ПО
- Драйверы LabView и LabWindows
- Высота 1U, 2U и 3U

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ TDK-LAMBDA

PROSOFT®

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



Реклама

Моделирование МК с использованием объектно-ориентированных языков высокого уровня

Константин Оськин (г. Пермь)

Статья посвящена составлению имитационной модели микроконтроллера на языке Java. Объектом исследования является взаимодействие ядра микроконтроллера с АЦП и последовательным портом (UART, SPI, I²C и др.) Приведены результаты работы модели.

ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Анализ литературы [1–3] показывает, насколько многогранной может быть задача описания характеристик работы микропроцессорной системы в целом и микроконтроллера в частности. Как правило, разработанные методики сводятся к представлению процессорной системы в качестве системы массового обслуживания (СМО) или более сложной структуры – сети массового обслуживания (СеМО). Затем каждый процесс микроконтроллера представляется в виде потока заявок, который в классической теории СМО рассматривается как Марковский поток либо как композиция Марковских потоков.

Более прогрессивными методами анализа являются асимптотические методы расчёта циклических систем [2]. В этом случае микроконтроллер рассматривается как циклически функционирующая система, внутри которой действуют несколько потоков, обладающих разными приоритетами. Достоинством этого метода является простота расчёта среднего времени прерывания неприоритетной заявки, общего времени выполнения заявки, а также дисперсии и коэффициентов вариации этих величин.

На практике существенной проблемой становится ограничение на вид потока заявок: Марковский поток близок к реальному, но не воспроизводит поток системы, а рассмотрение более сложных видов потоков требует специальных знаний в области теории вероятностей, высшей математики, прикладной теории СМО и занимает много времени, поскольку все методы содержат множество вычислений параметров.

Казалось бы, проще сделать систему без каких-либо вычислений, однако

современные архитектуры процессоров ARM и Cortex обладают такой развитой периферией, что расчёт делать придётся. И тут вспоминается ещё один инструмент – имитационное моделирование, которое позволяет наглядно представить функционирование системы в целом и выделить места, оказывающие наибольшее влияние на производительность.

Имитационное моделирование позволяет разработчику заранее провести оптимизацию системы с целью повышения её быстродействия. Однако сложности возникают и здесь. Среди наиболее распространённых средств имитационного моделирования можно выделить специализированный язык GPSS, а также среду Matlab+Simulink. Основным преимуществом специализированных средств является набор готовых конструкций и функций, например, генераторов случайных чисел, подходящих для всех моделей.

Как отмечено в [4], среди десятков языков моделирования невозможно выделить лучший, который превосходил бы остальные по всем показателям, – каждый имеет свои достоинства и недостатки, а также узкую область применения. Кроме того, большинство языков моделирования являются коммерческими продуктами, что накладывает ограничение на их использование.

Вторым фактором является сложность практического использования специализированных языков. В лучшем случае, познания среднестатистического инженера в области языка GPSS ограничены вводным курсом, прослушанным в вузе.

Третий, и, пожалуй, самый главный недостаток заключается в том, что создаваемая при помощи специализированного языка модель оказывается

жёстко ограниченной рамками данного средства, что снижает гибкость её описания.

В отличие от моделирования с использованием специализированных средств, моделирование с использованием универсальных языков программирования высокого уровня позволяет организовать гибкий подход к исследуемой модели. Вторым достоинством, актуальным при решении практических задач, является распространённость таких языков и богатый опыт программирования, описанный в литературе. Побочным продуктом процесса моделирования системы могут стать алгоритмы и коды, которые можно перенести в рабочий проект системы.

Автором в качестве средства был выбран язык Java по причине его сходства с языком Си. Кроме того, Java – объектно-ориентированный язык, что предоставляет определённые удобства в работе с проектом. Однако автор не настаивает на использовании именно этого языка в качестве основного средства моделирования.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Прежде чем приступить к рассмотрению процесса моделирования, требуется определить основные понятия, которые будут использованы в данной статье.

Под *заявкой* мы будем понимать процесс или последовательность действий, которые микроконтроллер выполняет при наступлении соответствующего события. *Трудоёмкость заявки* будет равна длительности выполнения этих операций. Например, заявкой будет сообщение, пришедшее по протоколу обмена, а трудоёмкостью – длительность его обработки.

Очередь является интуитивно понятным термином. Заявки могут накапливаться в очереди. Уходом заявки из очереди является момент начала её обслуживания. Примером реальной очереди в микроконтроллерах может быть накопление присылаемых байтов в буфере до получения сообщения целиком.

Загрузкой системы ρ называется отношение трудоёмкости заявок к общему времени наблюдения за системой. Загрузка может быть рассчитана как для каждого отдельного элемента, так и для системы в целом. В последнем случае загрузка определяется как сумма загрузок всех элементов системы. При этом суммарная загрузка не может быть больше 1.

Под *фоновыми операциями* будем понимать регулярно возникающие операции, не критичные к длительности обслуживания.

Событием будем считать изменение состояния какого-либо элемента системы в соответствующий момент времени. В модели событие характеризуется временем его возникновения и источником события – элементом, изменившим своё состояние.

Подробные определения этих терминов, а также математические основы теории СМО изложены в [3].

ОПИСАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ

Рассмотрим микроконтроллер, в состав которого входит многоканальный

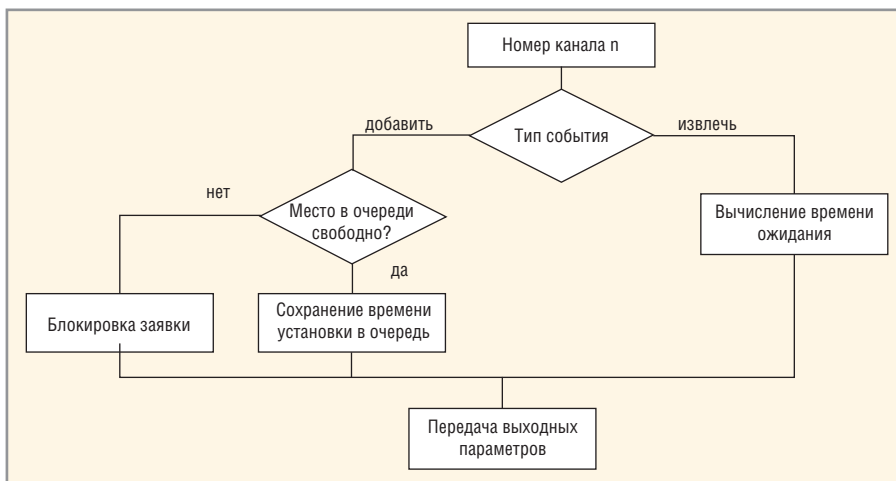


Рис. 1. Блок-схема алгоритма функционирования буфера заявок

АЦП, опрашивающий измерительные каналы с частотой F_0 . Существует некоторое расписание опроса каналов, состоящее из k тактов длительностью $1/F_0$ (с). Следует отметить, что процесс составления расписания опроса является одним из предметов исследования многоканальных измерительных систем, его подробное описание можно найти в [1].

Система подключена к шине передачи данных, по которой поступают информационно-управляющие сообщения,

являющиеся командами системы управления, передаваемыми по шине передачи данных. Интервал поступления и длительность обслуживания этих сообщений являются случайными величинами. Предположим, что приблизительно оценена средняя трудоёмкость информационно-управляющей заявки, равная ϕ (мкс), а также известна средняя интенсивность поступления заявок λ .

Выделим в рассматриваемой системе следующие блоки: n -канальный АЦП,

ana digm[®]

Программируемые аналоговые микросхемы:
весь спектр электроники на одном кристалле!

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ ANADIGM

PROSOFT[®]
 COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
 Тел.: (495) 232-2522 • Факс: (495) 234-0640 • info@prochip.ru • www.prochip.ru

Реклама

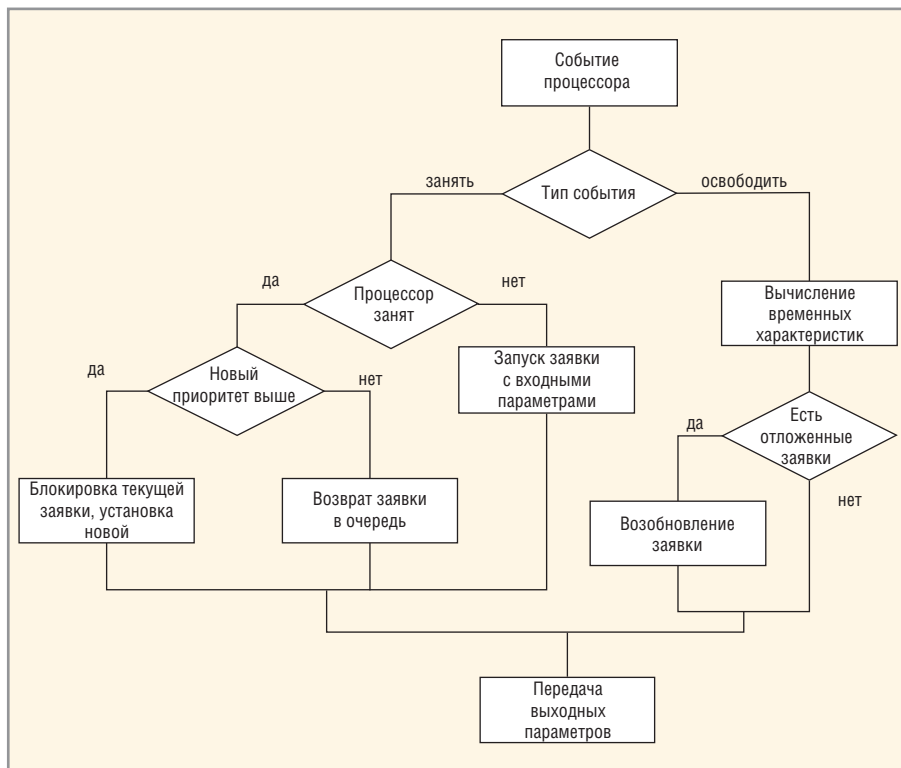


Рис. 2. Блок-схема алгоритма функционирования процессора

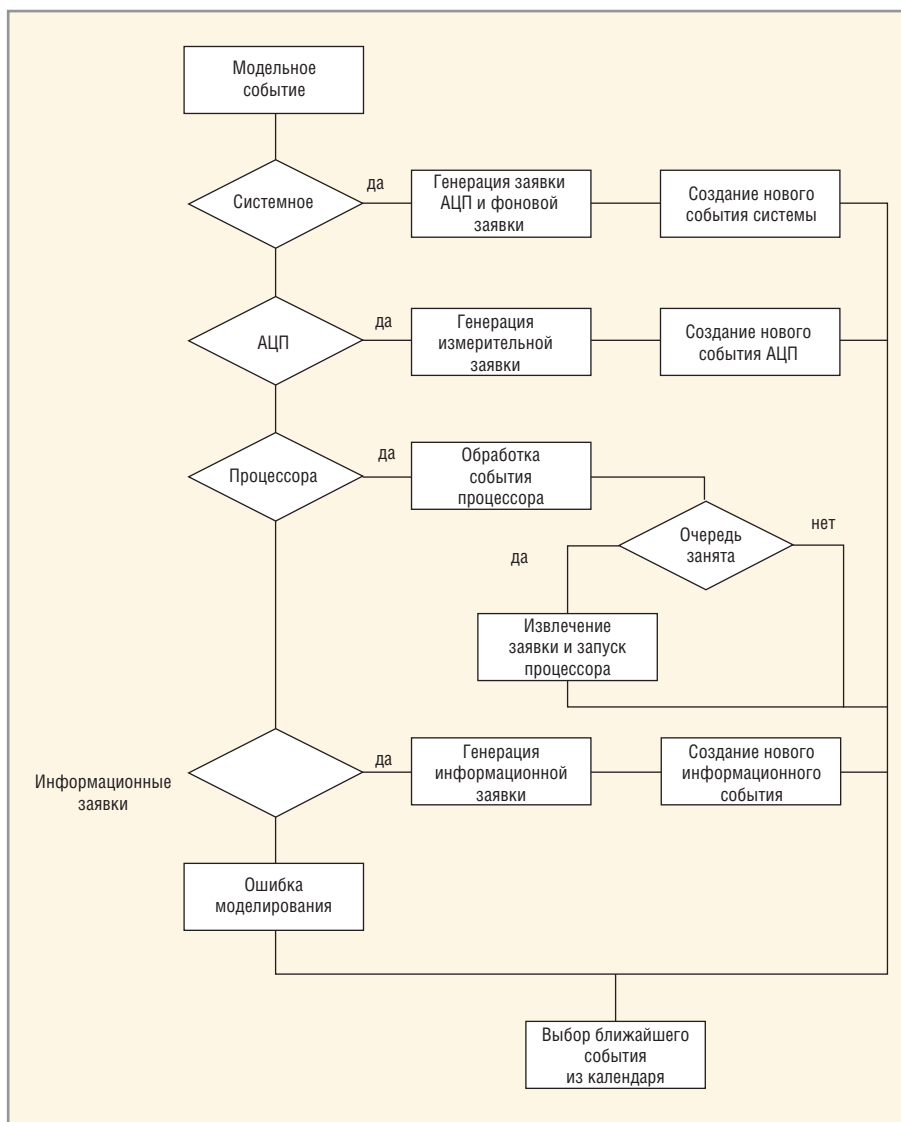


Рис.3. Блок-схема алгоритма управления модельными событиями

многоканальный буфер заявок, процессор, источник информационно-управляющих заявок и буфер информационно-управляющих заявок. В процессе моделирования нас будет интересовать время обработки неприоритетных заявок. Кроме того, потребуется определить влияние общей загрузки на характеристики системы.

Составим алгоритм работы каждого элемента системы. С точки зрения объектно-ориентированного подхода каждый элемент системы представляет собой объект, обладающий своими свойствами и методами. Так, АЦП является объектом, генерирующим измерительные заявки с частотой коммутации F_0 . Время генерации заявки (время преобразования АЦП) составляет μ (мкс). Поскольку АЦП является управляемым устройством, номер канала АЦП, сгенерировавшего заявку, преобразователь получает в качестве входного аргумента.

После генерации заявка передаётся на обработку процессору либо, если он занят, попадает в буфер, где под каждую заявку в канале отведено заранее определённое количество мест. Следовательно, каждая входящая заявка характеризуется номером канала АЦП, временем генерации и временем постановки в буфер. Если место в буфере занято, более ранняя заявка удаляется и её место занимает другая. Алгоритм функционирования буфера заявок может быть представлен в виде блок-схемы, приведённой на рисунке 1.

Аналогичным образом функционирует буфер информационно-управляющих заявок. Отличия заключаются в наличии одного канала буфера информационных заявок и вариации времени обслуживания процессором. Таким образом, дополнительным параметром, характеризующим поступившую заявку, является время обработки процессором, распределённое по заранее определённому закону.

Теперь рассмотрим работу микроконтроллера. При моделировании будем считать, что после приостановки обслуживания заявки её обработка возобновляется с места останова. Прерывание обработки неприоритетной заявки увеличивает время её обслуживания на суммарное время прерывания. Также допустим, что загрузка процессора фоновыми операциями распределена равномерно на всей длительности цикла опроса каналов и равна ψ (мкс) за такт. Время обработки измеритель-

ной заявки будем считать постоянной величиной, равной t (мкс).

В процессе работы процессор выбирает заявки из буферов измерительных и информационных заявок. Если в буфере приоритетных заявок появляется элемент, то обслуживание текущей неприоритетной заявки приостанавливается до тех пор, пока не освободится буфер приоритетных заявок. С точки зрения моделирования, объект «процессор» характеризуется набором состояний: «занят приоритетной заявкой», «занят неприоритетной заявкой», «свободен» и т.д. Входными параметрами процессора являются тип поступившей заявки, трудоёмкость и время поступления. Исходя из описания функционирования процессора, составлен алгоритм его работы, показанный в виде блок-схемы на рисунке 2.

Одним из важных вопросов имитационного моделирования является выбор модельного времени [4]. Ряд событий системы наступает случайным образом, следовательно, целесообразно применять событийно-ориентированный подход, но тогда возможно нарушение причинно-следственных связей (causality error) [4]. Суть проблемы заключается в том, что при параллельном моделировании событий может возникнуть ситуация, когда в календарь ставится событие с более ранним моментом начала, а моделирующая система на данном шаге сделала выбор в пользу более позднего события. Таким образом, происходит нарушение причинно-следственных связей.

Для управления потоком событий моделируемая система должна быть снабжена механизмом управления модельными событиями. При этом в качестве единицы модельного времени целесообразно выбрать величину, наиболее близкую к длительности изменения состояния элементов системы. Для моделирования высокопроизводительных информационно-измерительных систем целесообразно выбирать микросекунду.

На каждом шаге моделирования требуется выбрать из календаря событие, которое наступит раньше остальных, что снижает производительность системы моделирования. Решением может стать конвейер операций, на который будут поступать несколько ближайших событий в порядке их следования. Новые события, вычисленные на текущем шаге, будут устанавливаться

Листинг 1

```
// Входной параметр: n - номер источника события (система,
// процессор, АЦП, фон)
// evt[n] - календарь событий (массив событий)
// cnvh, cnvl - номера двух источников с ближайшими событиями

public static void cnv_check (int n){

    if (cnvh == n) {
        // Если подвинули время следующего по порядку события,
        // сбрасываем конвейер, чтобы не нарушить
        // причинно-следственные связи
        cnvh = -1;
        cnvl = -1;
    }
    else {
        if (cnvh >=0) {
            if (evt[n] < evt[cnvh]){
                cnvl = cnvh;           // Сдвигаем очередь
                cnvh = n;
            }
            else {
                if (cnvl >= 0){
                    if (evt[n] < evt[cnvl]) cnvl = n;
                }
            }
        }
    }
}

public static void main(String[] args){
// инициализация модели
// -----
// Моделирование системы
while (t < tmax){

    // imit_sys(int i) - процедура обработки события от источника n
    if (cnvh >= 0) imit_sys(cnvh);
    // Пересчитываем следующий шаг
    if (cnvh >=0) t =evt[cnvh];
    else {
        // Если конвейер не установлен
        cnvh = 0;
        cnvl = 1;
        // Ищем два наиболее ранних события
        for (int i = 1; i <4; i++){
            if (evt[i] < evt[cnvh]){
                cnvl = cnvh;
                cnvh =i;
            }
            else if (evt[i] < evt[cnvl]) cnvl = i;
        }
        t = evt[cnvh];
    }
}
}
```

в конвейер в том случае, если они наступят раньше, чем установленное событие. Описание конвейера представлено в листинге 1.

Алгоритм управления модельными событиями показан на рисунке 3. Он объединяет все описанные элементы моделируемой системы и фактиче-

Листинг 2

```
public static double
rndExp(double lambda){
    double u;
    // нельзя, чтобы u
    // получилось равное 0,
    // т.к. логарифм от нуля
    // не существует
    while ((u = random.
nextDouble()) <= 0.00001);
    return -1.0/
lambda*Math.log(u);
}

// функция возвращает случайную
// величину, с параметром lam,
// не менее 10
// случайная величина - сумма
// ЭСВ
public static double rnd_sum_exp
(double lam){
    double tim;
    tim = rndExp(lam);
    while (tim < 10) {
        tim = tim +
rndExp(lam);
    }
    return tim;
}
}
```

Листинг 3

```
// функция возвращает случайно
// выбранную величину
// из набора ttp
static final double ttp[] =
{2.3, 5.7, 1.1, 7.8, 3.2, 4.1};

public static double
rndNorm(double alpha, double
sigma)
{
    // получаем случайное
// число, имеющее стандартное
// нормальное распределение
double u = random.
nextGaussian();
// приводим его к нормальному
// распределение с параметрами
// alpha и sigma
return alpha + sigma*u;
}

public static double rnd_set
int i){
    i = (int)rndNorm(4, 4);
    while ((i > 5)|| (i < 0)){
        i = (int)rndNorm(4, 4);
    }
    return ttp[i];
}
}
```

Таблица 1. Экспериментальные данные

Частота F ₀ , кГц	Параметры	Среднее время выполнения заявок, мкс		Средняя загрузка процессора заявками, %		
		Информационных	Фоновых	Измерительными	Информационными	Фоновыми
250	τ = 2,5 мкс	12,96	3,99	62,49	64,17	≈ 100
	τ = 2,0 мкс	9,85	3,94	49,99	49	98,62
	τ = 1,5 мкс	7,77	2,89	37,49	39,04	72,33
	τ = 1,0 мкс	6,53	2,03	25	32,57	50,83
	φ = 5,0 мкс	10,01	3,99	49,99	50,29	99,82
	φ = 4,5 мкс	9,05	3,74	49,99	45,28	93,66
	φ = 4,0 мкс	8,04	3,48	49,99	40,24	87,04
	φ = 3,5 мкс	7,04	3,2	49,99	34,97	80,01
	λ = 0,04	9,84	3,45	49,99	39,45	86,24
	λ = 0,03	9,87	2,97	49,99	29,79	74,19
	λ = 0,02	9,85	2,48	49,99	19,86	62,17
	λ = 0,01	9,89	2,02	49,99	10,02	50,45
	ψ = 1,1 мкс	9,77	3,99	49,99	48,88	≈ 100
	ψ = 0,9 мкс	9,8	3,7	49,99	49,22	92,72
232	ψ = 0,8 мкс	9,85	3,49	49,99	49,35	87,32
	ψ = 0,7 мкс	9,87	3,27	49,99	49,08	81,84
	τ = 2,5 мкс	11,72	4,29	58,14	58,54	≈ 100
	τ = 2,0 мкс	9,1	3,67	46,51	45,87	85,39
	τ = 1,5 мкс	7,54	2,32	34,88	37,63	53,95
	τ = 1,0 мкс	6,43	2,11	23,55	32,17	48,98
	φ = 5,0 мкс	9,35	3,72	46,51	46,71	86,61
	φ = 4,5 мкс	8,38	3,44	46,51	42,02	80,2
	φ = 4,0 мкс	7,52	3,19	46,51	37,58	74,2
	φ = 3,5 мкс	6,64	2,95	46,51	33,4	68,56
	λ = 0,04	9,17	3,16	46,51	36,74	73,48
	λ = 0,03	9,18	2,66	46,51	27,5	61,87
	λ = 0,02	9,24	2,19	46,51	18,47	50,86
	λ = 0,01	9,19	1,71	46,51	9,1	39,82
217	ψ = 1,1 мкс	9,19	3,91	46,51	45,94	90,99
	ψ = 0,9 мкс	9,11	3,44	46,51	45,59	80,02
	ψ = 0,8 мкс	9,17	3,26	46,51	45,96	75,77
	ψ = 0,7 мкс	9,12	3,07	46,51	46,08	71,48
	τ = 2,5 мкс	10,81	4,59	54,35	54,29	≈ 100
	τ = 2,0 мкс	8,64	2,63	43,48	42,61	57,35
	τ = 1,5 мкс	7,32	2,37	32,61	36,4	51,56
	τ = 1,0 мкс	6,25	2,15	21,73	31,31	46,82
	φ = 5,0 мкс	8,87	2,72	43,48	44,77	59,11
	φ = 4,5 мкс	7,92	2,54	43,48	39,86	55,23
	φ = 4,0 мкс	7,17	2,39	43,48	35,87	52,03
	φ = 3,5 мкс	6,17	2,21	43,48	30,93	48,03
	λ = 0,04	8,73	2,35	43,48	34,86	51,08
	λ = 0,03	8,71	2,02	43,48	26,21	43,94
λ = 0,02	8,72	1,69	43,48	17,63	36,73	
λ = 0,01	8,74	1,34	43,48	8,68	29,16	
217	ψ = 1,1 мкс	8,62	2,73	43,48	43,18	59,36
	ψ = 0,9 мкс	8,66	2,6	43,48	43,04	56,44
	ψ = 0,8 мкс	8,64	2,51	43,48	43,06	54,51
	ψ = 0,7 мкс	8,62	2,43	43,48	42,99	52,84

ски является алгоритмом её функционирования. Поскольку при описании каждого элемента был использован объектно-ориентированный подход, то блоки в представленном алгоритме являются объектами, реализующими свои процедуры с входными аргументами и возвращающие выходные параметры. В данном случае проявляется достоинство объектно-ориентированного подхода – наглядное представление системы в виде совокупности составляющих элементов, а также оперирование объектом, а не набором его свойств, при

составлении алгоритма функционирования.

Ещё один момент, на котором следует остановиться, – генерация случайных чисел. На практике генераторы экспоненциально распределённых случайных величин (ГЭСВ) нередко вступают в противоречие со здравым смыслом. Так, например, в системе существует наименьшая и наибольшая трудоёмкость заявки. Тем не менее, ГЭСВ способен сгенерировать как крайне малую, так и неразумно большую величину трудоёмкости, при этом среднее значение выдаваемых величин будет рав-

но требуемому. Решением проблемы может стать описание собственного закона распределения, отвечающего условиям решаемой задачи.

В листинге 2 представлен генератор случайных чисел, генерирующий заявки по сложному закону распределения. Листинг 3 иллюстрирует ГСВ, выбирающий случайным образом число из детерминированного набора. Приведённые примеры иллюстрируют ещё одно достоинство моделирования систем на языке Java: гибкость реализации процедур и прозрачность получаемых результатов.

Место для творчества

Разумеется, процесс моделирования не ограничивается указанными методами. Модель может быть усложнена для решения любой практической задачи. Например, можно ввести в неё второй АЦП. Также среди всех процессов микроконтроллера можно выделить ряд задач, обладающих своим приоритетом и требующих решения в определённое время. Таким образом, в системе возникает дополнительный поток заявок, требующих обработки по отдельному алгоритму.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

При помощи составленной автором моделирующей программы были проведены эксперименты с моделью информационно-измерительной системы. В качестве закона распределения времени обработки информационной заявки и частоты возникновения информационных заявок использовался экспоненциальный закон распределения. Были определены времена обработки заявок в зависимости от загрузки процессора информационными, измерительными и фоновыми заявками. Полученные данные представлены в таблице. Видно, что на время выполнения заявки влияет загрузка системы приоритетными заявками, а также собственное время выполнения заявки. Изменение загрузки системы информационными, измерительными и фоновыми заявками не влияет на время обработки этих заявок системой.

Выводы

Моделирование микропроцессорных систем на языках высокого уровня

обладает рядом достоинств, ярко выраженных при использовании результатов моделирования на практике. Применение этих языков при моделировании микропроцессорных систем предоставляет разработчику новые возможности по исследованию системы на ранней стадии проектирования. Полученные с помощью имитационного моделирования результаты могут быть использованы для качественного анализа характеристик разрабатываемой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровые адаптивные информационно-измерительные системы / Под ред. Б.Я. Авдеева и Е.А. Черняховского / СПб.: Энергоатомиздат, 1997.
2. *Задорожный В.Н.* Распределение календарного времени обслуживания неприоритетных заявок в системах с абсолютными приоритетами / Омский научный вестник, 2006. № 8(1). С.124–132.
3. *Алиев Т.И.* Основы моделирования дискретных систем. СПбГУ ИТМО, 2009.
4. *Труб И.И.* Объектно-ориентированное моделирование на C++. Учебный курс. Питер, 2006.





ЖК-дисплей



industrial solutions
flatpanel technology

Предназначены для работы в жёстких условиях

Основные области применения

- Транспорт (автомобильный и железнодорожный)
- Военно-промышленный комплекс
- Морской флот
- Промышленное машинное оборудование
- Информационные терминалы



Основные параметры предлагаемых решений

- Размеры экранов: от 10,4" до 15"
- Разрешение: VGA, SVGA, XGA
- Яркость от 500 до 1500 кд/м²
- Контрастность 500:1, 650:1
- Угол обзора до 160°
- Интерфейсы LVDS, TTL
- Диапазон рабочих температур от -31 до +85°C
- Диапазон температур хранения от -46 до +85°C

С 2013 года компания i-sft предлагает дисплейные решения только по спецификациям заказчиков.

ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ I-SFT В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ



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



Altium Designer 14: обзор новых возможностей

Алексей Сабунин (г. Москва)

О выходе новой версии программы Altium Designer 14 было объявлено на форуме «Altium: навстречу российскому пользователю», который состоялся в Москве 8 октября 2013 года. В статье рассмотрены наиболее важные добавления, которые появились в этой версии.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБКОЖЁСТКИХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Гибкая печатная плата (ГПП) – это плата, выполненная на тонком и гибком основании. Основная область использования ГПП – соединители деталей электронных устройств на базе жёстких печатных плат. В этом случае они служат заменой кабельных соединений. Структура гибкой платы многослойная. Она состоит из основания, адгезивов, материала проводящего слоя и защитного слоя.

Гибкожесткие печатные платы (ГЖПП) – это изделия, для производства которых применяют технологии производства традиционных (жёстких) и гибких плат. На данный момент ГЖПП (см. рис. 1) – наиболее сложные из производимых плат; их простейшим вариантом являются гибкие платы с локальным механическим усилением. Локальное усиление используют, как правило, в зоне электрического контакта ГПП с противоположной контактным площадкам стороны. Оно обеспечивает надёжность электрического соединения между гибкой платой и разъёмом на жёсткой печатной плате. В более сложных конфигурациях гибкую часть ГЖПП обычно используют в качестве соединительного шлей-

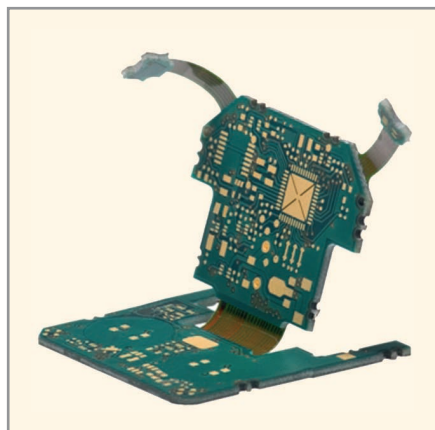


Рис. 1. Гибко-жесткая печатная плата

фа между двумя (или более) жёсткими многослойными платами.

В современных электронных изделиях можно встретить гибкожесткие печатные платы довольно часто, и преимущества от их использования очевидны. В российской действительности такие платы применяются редко, что связано, в первую очередь, со спецификой нашей электронной промышленности. Однако производители плат (в том числе и в России) заявляют о возможности изготовления таких конструкций.

Многие производства, которые занимаются изготовлением ГПП и ГЖПП, уже освоили данные технологии. Однако системы автоматизированного проектирования (САПР), на данный момент, не имеют специализированных инструментов для создания таких плат, поскольку к ним предъявляются специфические требования: особая конфигурация проводников в гибкой части, усиленные контактные площадки и др. Этим и другим технологическим аспектам проектирования ГЖПП уделено много внимания в литературе [2–5]. Инженеры-конструкторы нашли выход из ситуации и пытались разрабатывать такие платы в САПР (P-CAD, Altium Designer и др.), создавая различные контуры для гибких и жёстких частей и контролируя набор правил для гибкой части платы. При этом никак не учитывалось положение компонентов на разных жёстких частях ГЖПП в итоговой конструкции, т.к. планировка размещения осуществлялась только в одной плоскости.

На международном рынке ГЖПП используются всё активнее. Эта тенденция способствовала развитию САПР, во многие из которых были добавлены специальные средства проектирования ГЖПП. В новой версии Altium Designer 14 для этого появился целый ряд инструментов:

- управление стеком слоёв индивидуально для разных регионов платы;
- возможность указать линии и радиусы сгиба части ГЖПП и просмотреть такую плату в трёхмерном режиме;
- возможность задавать индивидуальные правила для разных регионов платы (гибкой и жёсткой частей).

Остановимся подробнее на технической стороне данного вопроса и посмотрим, как это реализовано в Altium Designer 14.

Шаг 1 – контур платы.

ГЖПП создаётся как обычная плата, и на первом шаге необходимо определить её контур. В данном случае задаётся контур всей ГЖПП, даже если в разных (жёстких и гибких) частях данной платы будет разный набор слоёв, который не будет совпадать в различных регионах платы. Для создания контура платы используются команды в меню *Design>Board Shape>Define From Selected Objects* (создать из выделенных объектов) или *Design>Board Shape>Define From 3D Body* (создать из 3D-модели). Первая команда обеспечивает импорт контура из механической САПР (Компас, SolidWorks и др.), вторая – импорт реалистичной трёхмерной модели платы в формате STEP (SolidWorks, Creo и др.). Контур может быть получен и более традиционным способом – созданием контура в механическом слое.

Шаг 2 – определение структуры платы.

Сама процедура описания стека слоёв в плате не изменилась и может быть выполнена в любом режиме работы (2D, 3D) через меню *Design>Layer Stack Manager* (см. рис. 2). Здесь появилась возможность задать несколько стеков (в случае, показанном на рисунке 2, это стеки *Rigid* и *Flex*) и присвоить каждому из них своё обозначение. Для стека можно указать набор слоёв и каждому слою задать необходимый набор характеристик (в верхней части окна *Layer Stack Manager*). Позже каждый из таких стеков можно будет назначить одному из регионов платы.

Шаг 3 – разделение регионов.

Необходимо показать, где будут находиться разные регионы платы, определяющие гибкие и жёсткие части

ГЖПП. Для этого используется отдельный режим работы с платой – *Board Planning Mode*, который дополняет имеющиеся режимы работы *2D Layout Mode* и *3D Layout Mode*, доступные в меню *View*, или горячими клавишами 1, 2 и 3 соответственно. После включения режима *Board Planning Mode* вид платы изменится (см. рис. 3), и в меню *View* появятся команды *Define (Delete) Split Line* – добавление (удаление) линий, разделяющих гибкую и жёсткую части. Такие линии рисуются поверх контура платы и могут быть только прямыми, соединяющими две точки на контуре платы. Если создать такую линию, то две образовавшихся части платы могут иметь индивидуальные настройки. Для этого следует зайти двойным кликом в свойства региона (окно *Board Region* на рис. 3) либо в панели *PCB* выбрать режим *Layer Stack Region* (Управление регионами). Каждому региону можно задать пользовательское название и выбрать соответствующий стек (из заданных на шаге 2). Гибкая и жёсткая части платы в режиме *Board Planning Mode* отображаются по-разному и имеют некоторые ограничения, например,

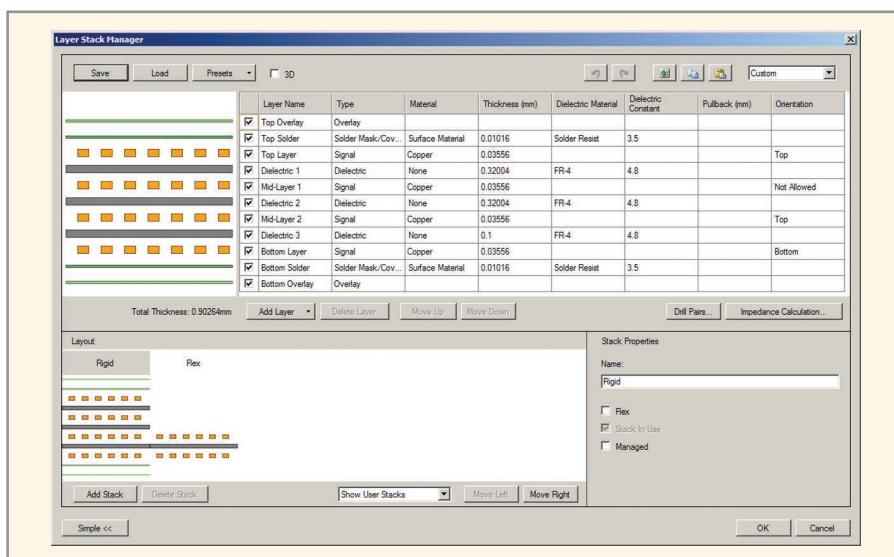


Рис. 2. Управление структурой платы

в гибкой части могут быть добавлены линии сгиба.

Шаг 4 – линии сгиба гибкой части ГЖПП.

Создание линий сгиба выполняется в режиме *Board Planning Mode*, который показан на рисунке 3. Для создания такой линии используется инструмент *Design>Define Bending Line*, который

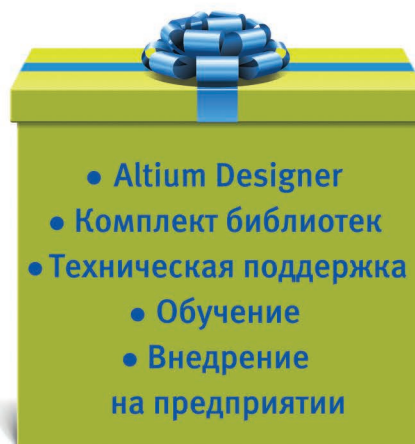
может быть применён только к гибкой части ГЖПП. Линия сгиба должна соединять две точки контура гибкой части и может представлять собой только один отрезок. После создания линии сгиба можно двойным кликом зайти в её свойства или через панель *PCB* (в режиме *Layer Stack Region*, как было показано выше) в разделе *Bending*



Внедрение САПР - дело непростое.
Хотите купить не просто диск, а сразу получить систему, готовую к эффективному использованию?

**Altium
Designer**

от НПП «Родник»:
все включено!



Altium



Реклама

Тел.: +7 (499) 613-7001, www.rodnik.ru

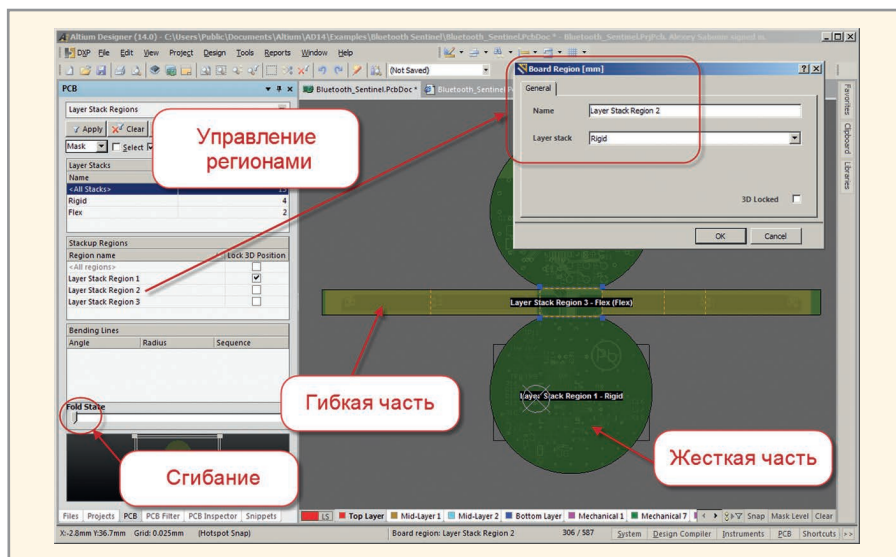


Рис. 3. Управление регионами платы

Line (линия сгиба) указать угол и радиус сгиба.

Шаг 5 – просмотр ГЖПП в законченном виде.

Предусмотрена возможность согнуть плату по линиям сгиба и просмотреть её в том виде, в котором она будет использована в конечном изделии. Такой просмотр позволит определить сопряжение между компонентами, размещёнными на разных жёстких частях ГЖПП с помощью маркера *Fold State* в панели *PCB* (см. рис. 3).

Встраиваемые компоненты

Традиционно монтаж электрических компонентов на печатных платах выполнялся либо выводами в сквозные отверстия, либо на поверхность платы. Однако технологический прогресс обеспечил встраивание электрических компонентов в тело платы (см. рис. 4). Первыми компонентами стали тонкоплёночные резисторы, которые изготавливались травлением рисунка из двухслойной фольги медь/резистивный слой (никелевая сталь). С помощью тонкого диэлектрика между близко расположенными поверхностями медной фольги формировались конденсаторы, а индуктивности получались травлением витков медной фольги при изготовлении внутренних слоёв.

Дальнейшее развитие технологий обеспечило установку небольших пассивных дискретных компонентов внутри платы. Это позволяет в ходе операции прессования многослойной платы герметизировать эти встроенные компоненты или печатать на слоях резисторы, конденсаторы и индуктивности. Многочисленные пассивные устрой-

ства могут быть корпусированы либо с выводами, либо для поверхностного монтажа (SMT). Интегрированные пассивные компоненты – это общий термин, обозначающий несколько пассивных компонентов, использующих одну подложку и корпус.

В общем случае встроенные компоненты – это компоненты, сформированные или установленные внутри многослойной подложки межсоединений. Они могут быть как пассивными, так и активными. Сформированные компоненты производит печатной платы изготавливает самостоятельно внутри подложки межсоединений (в противоположность поверхностному компоненту), и они называются формируемыми. Встроенные пассивные и активные компоненты, в отличие от сформированных в плате, также могут быть установлены внутри печатной платы (для этого используются традиционное оборудование и технологии SMT-монтажа). Такая технология хорошо отработана на существующих SMT-линиях с последующей опрессовкой по технологии многослойных печатных плат.

Как и в случае с ГЖПП, тенденции развития технологий встраиваемых компонентов не были поддержаны производителями САПР, и лишь в последние два года стали появляться инструменты для применения таких компонентов на печатных платах. В программу Altium Designer 14 также была добавлена возможность использования встраиваемых компонентов.

С точки зрения пользователя для применения встраиваемых компонентов в Altium Designer 14 необходимо выпол-

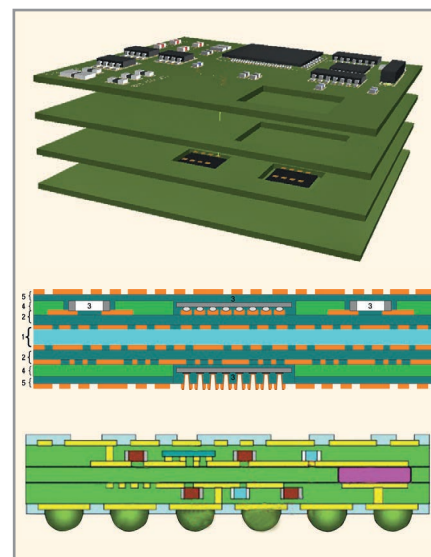


Рис. 4. Встроенные компоненты

нить всего два дополнительных действия. Во-первых, на уровне библиотеки определить геометрию выреза во внутренних слоях платы, который будет формироваться при помещении данного компонента. Во-вторых, на самой плате необходимо задать слой, на котором размещён компонент, и его ориентацию (вверх/вниз).

Шаг 1 – определение геометрии полости.

Компонент, установленный внутри платы, будет занимать некоторое пространство, и информация об этом должна быть задана на стадии создания библиотечного компонента. В библиотеке для посадочного места необходимо нарисовать полигон (используя команду *Place>Solid Region*), после чего в его настройках задать дополнительные следующие параметры (см. рис. 5):

Kind (тип) – *Cavity definition* (описание полости). Полигон будет задан как фигура, определяющая геометрию полости для встраиваемого компонента;

Layer (слой) – для полостей необходимо задействовать один из пользовательских слоёв (*Mechanical*), который будет техническим (т.е. не будет использоваться в проектировании) и будет хранить геометрию выреза;

Height (высота) – в данном случае, это глубина полости.

Шаг 2 – настройки компонента на плате.

На самой плате необходимо зайти в свойства компонента и указать в поле *Layer* слой, на котором должен быть установлен данный компонент. Направление компонента задаётся в настройках *Design>Layer Stack Manager* в поле *Orientation*.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

По сравнению с описанными выше новыми возможностями, которые предоставляют пользователям принципиально новые технологии разработки в Altium Designer, другие добавления в новую версию не столь радикальны. Отметим следующее:

Массив переходных отверстий в регионе. Инструмент *Via Stitching*, который позволяет формировать массив переходных отверстий для объединения полигонов земли на разных слоях, появился в версии Altium Designer 13. В новой версии его возможности были расширены – теперь данный массив отверстий можно формировать в заданном регионе (см. рис. 6);

Расширенные правила для дифференциальных пар. Теперь правила для дифференциальных пар можно применять к комнатам (*Room*) и слоям, задавая различные параметры пары в разных регионах платы и запрещая или разрешая трассировку пар в определённых слоях;

Улучшенные возможности импорта формата DXF. Реализована поддержка всех графических примитивов (дуги, окружности и т.д.), которые могли быть созданы и сохранены в формате DXF. Ранее такие примитивы разбивались либо на набор точек или линий, либо не импортировались. В новой версии Altium Designer 14 поддерживаются все версии AutoCAD, вплоть до AutoCAD 2013;

Импорт топологии из EAGLE. Система Eagle довольно часто используется любителями, т.к. имеет набор базовых инструментов для создания топологии и проста в использовании. Теперь проекты, созданные в Eagle, могут быть автоматически переданы в Altium Designer;

Обновления Altium Vault Server (AVS). Одновременно с Altium Designer 14 вышла новая версия программы AVS 1.2, где произошли существенные изменения. Были добавлены возможности регистрации IBIS-моделей в хранилище, хранения настроек и функция Content Card, позволяющая копировать данные между разными хранилищами. Обновления обеспечивают копирование компонентов из доступной подписчикам базы Altium Content Vault на корпоративный сервер Vault, при этом автоматически копируются и все связанные объекты (символы, модели и др.). Об изменениях в Altium Vault Server 1.2 будет подробно рассказано в одной из следующих статей.

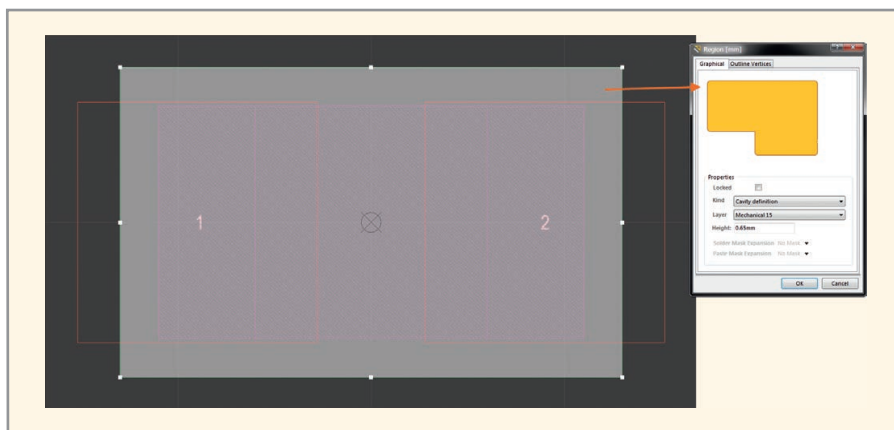


Рис. 5. Определение полости (Cavity), в которой будет установлен компонент

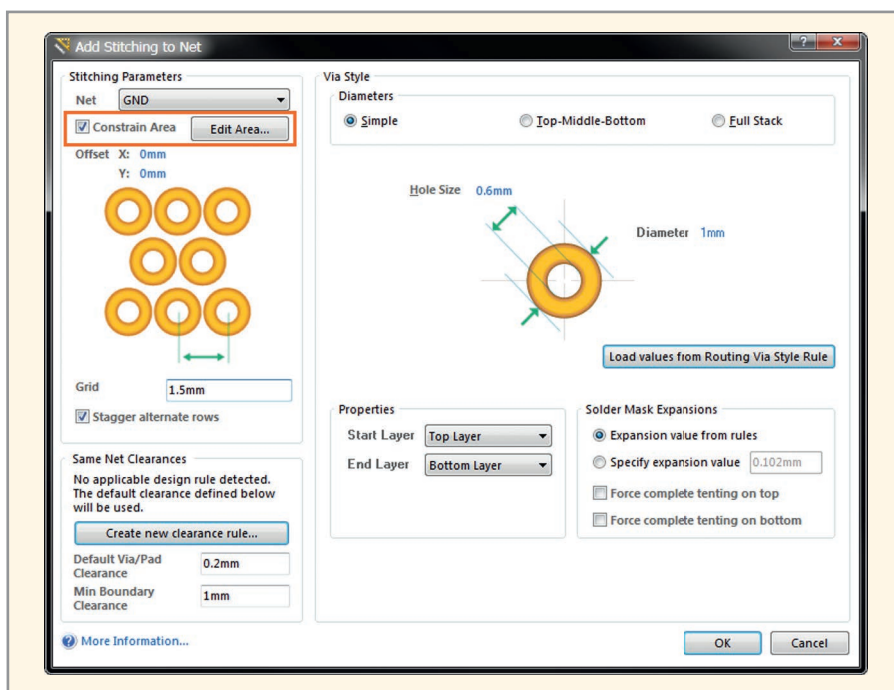


Рис. 6. Формирование массива переходных отверстий в заданной области

Выводы

Новые возможности Altium Designer 14 следуют тенденциям развития современных технологий в разработке электроники. Поддержка функционала разработки гибкожестких печатных плат и встраиваемых компонентов даёт возможность пользователям САПР полноценно проектировать устройства с применением данных технологий, не придумывая обходные пути. Просмотр готового устройства ГЖПП или платы со встраиваемыми компонентами в трёхмерном режиме, максимально приближенном к реалистичному, позволяет обнаружить ошибки на ранней стадии проекта, что, в свою очередь, экономит временные и материальные ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. IPC-2223A. Sectional Design Standard for Flexible Printed Boards. www.ipc.org.

2. Акулин А. Проектирование гибкожестких печатных плат: материалы, конструкции и особенности проектирования. Технологии в электронной промышленности. № 8. 2007.

3. Акулин А. Гибкие и гибкожесткие печатные платы. Комментарии к стандарту IPC-2223A. Электронные компоненты. № 10 и 11. 2005.

4. Медведев А., Мылов Г. Гибкие платы: преимущества и применение. Компоненты и технологии. № 9. 2007.

5. Медведев А., Мылов Г. Развитие технологий элементов электрических межсоединений в электронных системах. Печатный монтаж. № 1. 2012.

6. Печатные платы: Справочник. Под ред. К.Ф. Кумбза. Техносфера. 2011.

7. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. Солон-Пресс. 2009.

8. <https://www.youtube.com/user/SabuninAlexey>.

Ватты и вольт-амперы – извечная путаница

Нил Расмуссен, APC by Schneider Electric

В настоящей статье разъясняются отличия между ваттами и вольт-амперами, а также приводятся примеры правильного и неправильного использования терминов в отношении оборудования резервного электропитания.

Предпосылки

Множество людей при оценке нагрузки на источнике бесперебойного питания (ИБП) не понимают разницы между измерениями в ваттах и вольт-амперах, а некоторые производители ИБП и электрооборудования ещё более усиливают путаницу, не разграничивая должным образом данные параметры.

Мощность, потребляемая вычислительным оборудованием, выражается в ваттах или вольт-амперах (В·А). Мощность, выраженная в ваттах, представляет собой потребляемую оборудованием активную мощность, в то время как вольт-амперы характеризуют «кажущуюся (или полную) мощность», которая является всего лишь результатом произведения напряжения, подаваемого на оборудование, на силу тока, потребляемую им.

На практике используются обе характеристики – и ватты, и вольт-амперы, но в различных целях. Активная мощность, измеряемая в ваттах, характеризует энергию, приобретаемую у поставщика электричества, и тепловую нагрузку, генерируемую оборудованием. Характеристика в вольт-амперах используется для расчёта проводки и размыкателей цепи.

Для некоторых типов электрической нагрузки (например, для ламп накаливания) мощности в вольт-амперах и ваттах идентичны. Однако для компьютерного оборудования (и некоторых других) эти величины могут значительно отличаться, при этом мощность в вольт-амперах всегда будет больше или равна мощности в ваттах. Отношение потребляемой активной мощности (измеряемой в ваттах) к полной (измеряемой в вольт-амперах) называется «коэффициентом мощности» и выражается либо в виде числа – 0,7, либо в виде процентов – 70%.

Мощность ПК в ваттах или в вольт-амперах

Всё современное компьютерное оборудование использует импульсные

источники питания. С точки зрения характера потребляемой энергии существует два основных типа импульсных источников питания:

- 1) источники электропитания с коррекцией коэффициента мощности;
- 2) источники с ёмкостным характером нагрузки.

При визуальном осмотре оборудования невозможно определить тип источника питания, и обычно эта информация в спецификациях не указывается. Источники питания с коррекцией коэффициента мощности (PFC) поступили на рынок в середине 1990-х годов. Их отличительная особенность – равенство активной и полной потребляемой мощности (коэффициент мощности от 0,99 до 1,0). В источниках с ёмкостным входом активная мощность обычно составляет от 0,55 до 0,75 от полной. В настоящее время мощное компьютерное оборудование (например, маршрутизаторы, коммутаторы, дисковые массивы и серверы) использует источники питания с коррекцией коэффициента мощности.

В то же время персональные компьютеры, небольшие концентраторы и другие периферийные устройства обычно используют источники питания без корректоров, поэтому для данного типа оборудования коэффициент мощности меньше единицы и обычно равен $\approx 0,65$. Причиной этого является то, что такие корректоры увеличивают стоимость источников питания, в то время как дополнительные потери, вызванные отличием коэффициента мощности от единицы, для маломощных потребителей невелики. Отсутствуют такие корректоры и в мощном компьютерном оборудовании, произведённом до 1996 года.

Номинальная мощность ИБП

Для ИБП указываются предельные значения выходной мощности и в ваттах, и в вольт-амперах. Недопустимо превышение ни тех, ни других параметров.

Для небольших ИБП фактическим отраслевым стандартом является выходная активная мощность (в Вт), составляющая приблизительно 60% от полной (выраженной в В·А), что соответствует типичному коэффициенту мощности большинства ПК. В некоторых случаях производители указывают только выходную мощность ИБП в В·А. Чаще всего это делается для ИБП малой мощности.

В более мощных ИБП в последнее время основное внимание уделяется мощности ИБП в Вт, при этом предельные значения мощности в Вт и В·А обычно равны, поскольку для типичных современных нагрузок эти величины идентичны. Более подробную информацию по вопросам коэффициента мощности мощных систем и вычислительных центров см. в Информационной статье APC № 26 «Опасности, связанные с гармоническими колебаниями и перегрузками нейтрали».

Примеры затруднений при расчётах

Пример № 1

Рассмотрим типичный ИБП 1000 ВА. Пользователю требуется подать питание на 900-ваттный нагреватель с использованием ИБП. Активная потребляемая мощность нагревателя составляет 900 Вт, а полная совпадает с активной.

Хотя потребляемая нагрузкой полная мощность составляет 900 В·А, то есть находится в пределах допустимой полной мощности ИБП, последний, вероятно, не справится с задачей. Причина в том, что активная потребляемая мощность, равная 900 Вт, превышает допустимую активную мощность ИБП, которая, вероятнее всего, составляет 60% от 1000 ВА, т.е. примерно 600 Вт.

Пример № 2

Рассмотрим ИБП 1000 ВА. Пользователю требуется организовать бесперебойное питание файл-сервера. Файл-сервер оснащён источником питания с коррекцией коэффициента мощности с совпадающими активной и полной мощностями, равными 900 Вт и 900 В·А соответственно.

Хотя мощность нагрузки в В·А и находится в пределах допустимо-

го для ИБП, последний не справится с задачей. Причина опять-таки в том, что активная потребляемая мощность питаемого устройства, равная 900 Вт, превышает мощность ИБП, которая составляет 60% от 1000 ВА, т.е. примерно 600 Вт.

КАК ИЗБЕЖАТЬ ОШИБОК ПРИ РАСЧЁТАХ

В паспорте оборудования потребляемая мощность зачастую указана только в В·А. Если для расчётов используется только этот параметр, пользователь может выбрать систему бесперебойного питания, на первый взгляд, соответствующую характеристике по мощности в В·А, но в действительности она

будет превышать допустимую мощность ИБП в Вт.

Однако если потребляемая мощность нагрузки в В·А не будет превышать 60% от мощности в тех же единицах для ИБП, это полностью гарантирует непревышение номинала ИБП в Вт. Поэтому, если нет точных данных о мощности нагрузки в ваттах, безопаснее всего придерживаться следующего правила: паспортная полная потребляемая мощность нагрузки в В·А должна быть меньше 60% от полной мощности ИБП.

Отметим, что такой консервативный подход к расчётам обычно приводит к завышению мощности ИБП и увеличению времени срабатывания защиты

от перегрузки против ожидаемого. При необходимости оптимизации системы и точного подбора порога защиты используйте специальную программу на сайте www.apc.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE Guide to Harmonic Control and Reactive Compensation of Static Power.
2. CONVERTERS (IEEE Std 519-1981). The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
3. 345 E 47th Street, New York, NY 10017.
4. Guideline on Electrical Power for ADP Installations. FIPS PUB 94 September 21, 1983.
5. U.S. Dept. of Commerce. National Technical Information Service. 5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161.



Новости мира News of the World Новости мира

Радиозавод им. Попова увеличил объём госзаказа, планирует модернизацию и развитие производства

По информации из официальных источников, сформирован объём государственного оборонного заказа ОмПО «Радиозавод им. А.С. Попова» на 2013–2015 гг.

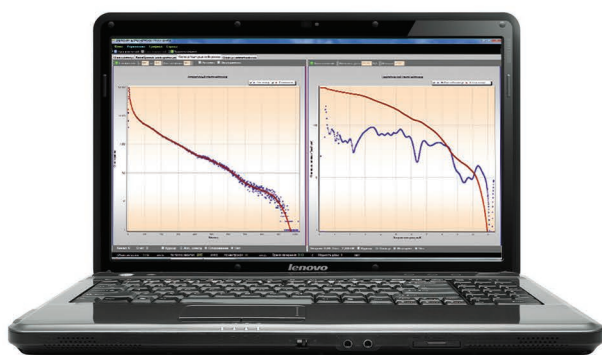
В соответствии с государственным контрактом между Министерством обороны РФ и Омским ПО «Радиозавод им. А.С. Попова» общий объём государственного оборонного заказа на 2013 год по сравнению с 2012 годом увеличился на 23%.

«Долгосрочной комплексной программой развития предприятия» предусмот-

рено направить на модернизацию и развитие производства в 2013 году свыше 300 млн. руб. Также «Долгосрочной комплексной программой развития предприятия» в 2014 году предусмотрен дальнейший рост общего объёма производства на 82% по сравнению с 2013 годом.

www.relero.ru

Теперь вы можете легко измерить спектр нейтронного и гамма излучения



- При нагрузках не более 5×10^5 имп/с
- Одновременно в энергетическом диапазоне 300 кэВ - 16 МэВ
- На фоне преобладающего потока гамма-квантов



Спектрометр - дозиметр SDMF-1608 / SDMF-1206



125040, г. Москва, ул. Верхняя, д. 6, оф. 76
+7 (499) 257-45-09, +7 (499) 257-45-14

mail@centeradc.ru
www.centeradc.ru

Конференция по энергоэффективности: ЖИЗНЬ В НОВОМ СВЕТЕ

12 сентября в пресс-центре РИА Новости прошла пресс-конференция «Энергоэффективность: жизнь в новом свете», организованная выставочной компанией Messe Франкфурт РУС. В мероприятии приняли участие более 50 специалистов отрасли, учёных, представителей правительственных организаций, профессиональных ассоциаций, а также СМИ, как профильных, так и освещающих вопросы бизнеса.

Повышение энергоэффективности – одна из наиболее важных задач, стоящих перед экономикой нашей страны. Энергетическая стратегия РФ до 2020 года предполагает сокращение уровня потребления энергии на 40%, что возможно лишь при внедрении энергоэффективных технологий уже сегодня. Именно поэтому конференция, посвящённая данной теме, вызвала особый интерес.

В рамках конференции свои доклады озвучили представители ОАО «РОС-НАНО», фонда «Сколково», Российской академии архитектуры и строительных наук, Некоммерческого партнёрства производителей светодиодов и систем на их основе, Светотехнической торговой ассоциации, а также компаний «Лайтинг Бизнес Консалтинг» и «Световые Технологии». Основными мыслями, которые прослеживались практически в каждом выступлении, стали необходимость стандартизации отрасли, повышение ответственности производителей за их продукцию и внедрение «зелёных» технологий.

РЫНКУ НУЖНА СТРАТЕГИЯ

Открыл конференцию доклад Андрея Волкова, первого проректора ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», члена-корреспондента Российской академии архитектуры и строительных наук. По его словам, сегодня академическое сообщество понимает свою миссию как создание и интеллектуальное управление циклами безопасной и эффективной по отношению к человеку и природе среды жизнедеятельности. Это касается не только света, автоматизации зданий, строительства, экономики или менеджмента в отдельности. Задача ставится в более широком, комплексном смысле. Например, следует говорить не об энергетической, а о ресурсной эффективности в комплексной постановке. По словам докладчика, функциональная система, а он предложил рассматривать среду жизнедеятельности человека именно так, строится по принципу вовлечения элементов, которые способствуют достижению конечной цели. Это довольно сложно, поскольку

интересы участников процесса нередко не совпадают и найти баланс между ними непросто. И здесь может помочь наука – кибернетика и теория функциональных систем.

Андрей Волков подчеркнул, что любую проблему следует решать сначала на теоретическом уровне, а лишь затем на практике. Прежде всего нужно понять, что и зачем мы хотим иметь, и только потом – как и почему именно так мы хотим этого достичь. К сожалению, у многих проектов, которые сегодня реализуются, постановка задач прямо противоположная. Реальный сектор экономики ориентирован в первую очередь на практику: на продажи, продвижение конкретных технологий, производителей, интеграторов и сообществ. Интересы же конечного потребителя остаются в стороне. Это пытаются восполнить представители науки, стараясь формировать техногенную среду жизнедеятельности так, чтобы человек и природа были в ней главными, а полученный эффект соответствовал ожиданиям и осуществлённым затратам.

Как оказалось, в МГСУ давно занимаются проблемой комплексного подхода к техногенной среде жизнедеятельности человека, а также разработкой стратегии развития отрасли: эти вопросы стали появляться в диссертациях ещё в конце прошлого века. А шесть лет назад, после серьёзного обновления



технической базы университет поставил перед собой задачу создать у себя независимую экспертную площадку, которая бы позволила всем участникам рынка общаться, обмениваться мнениями, продвигать технологии и – что самое главное – получать их независимую оценку.

Сертификаты должны стать обязательными

Особый интерес у участников выставки вызвало выступление Евгения Долина, генерального директора Некоммерческого партнёрства производителей светодиодов и систем на их основе. По словам докладчика, так сложилось, что светодиоды стали драйвером рынка, но при этом до сих пор не существует единого мнения по поводу перспектив данного сектора. Так, например, на конференции прозвучали сомнения в экологической безопасности светодиодов, поскольку на сегодняшний день на этот счёт нет исследований.

По мнению спикера, говорить о будущем светотехники возможно только в контексте твердотельного освещения – классических и органических светодиодов, которые займут свою нишу на рынке в ходе совершенствования технологии. В связи с этим компании должны осознавать степень своей ответственности за то, что они производят и несут на рынок.

Отдельно Евгений Долин остановился на проблеме коммуникации между производителями светотехнической продукции и государством. Сегодня рынку не хватает комплексного подхода, поскольку отсутствует внятная техническая государственная политика. И это в ситуации, когда свет присутствует в любом объекте, будь то дорога, завод, жильё и т.д., и составляет 5–15% от стоимости всего объекта. По данным одной итальянской компании, которая давно отслеживает российский рынок светотехники, сектор растёт, но за счёт замещения внутреннего производства импортом. Само внутреннее производство падает. И это SOS-сигнал, который профессиональное сообщество посылает Правительству РФ.

Следует отметить, что усилия Партнёрства получили поддержку. Так, в Республике Мордовия созданы две технологические платформы. Первая посвящена стратегии светодиодных технологий. Вторая сосредоточена на международной железнодорожной и автодорожной инфраструктуре. Так-

же Правительство РФ выпустило постановление № 602, касающееся требований по энергоэффективности к осветительным приборам и источникам света. Но, несмотря на многочисленные дискуссии в профессиональных кругах, в этом документе не хватает главного – механизма его реализации.

По мнению Евгения Долина, чтобы хоть как-то регулировать рынок светотехнической продукции, нужно уйти от федеральной модели добровольной сертификации и подтверждения соответствия. В Соединённых Штатах тысячи стандартов являются обязательными для всех участников рынка. А в России все ГОСТы объявлены добровольными. Для реализации этой идеи было потрачено не мало времени и сил на гармонизацию российских стандартов с международными. Работа выполнена практически на 80%.

Но здесь, по словам докладчика, встает ещё одна проблема: у участников рынка нет мотивации к соблюдению стандартов. Ведь сегодня можно прийти на тендер, не представив ни одного протокола об испытании. Таким образом, перед недоброкачественной продукцией, которой сегодня на рынке достаточно, не существует какого-либо барьера.

Также Евгений Долин рассказал об исследованиях экологической безопасности светодиодного освещения, о которых спрашивали участники конференции. В рамках платформы стратегии светодиодных технологий Партнёрство профинансировало исследование влияния светодиодных источников света на организм человека. Три научно-исследовательских института по конкурсу выиграли гранты и сейчас проводят работы. Предварительные данные должны быть получены к концу года и будут положены в основу нормирования и подходов к планированию территорий, позволяющих создавать приемлемые городские и внутренние общественные пространства – не только безопасные по гигиене, но и психологически комфортные для людей.

Будущее за «зелёным» строительством

Более подробно на теме экологии остановился Виктор Милюк, директор по маркетингу и стратегическому анализу компании «Световые Технологии». Для начала он привёл впечатляющие цифры: за последние 50 лет дея-



Волков Андрей Анатольевич



Милюк Виктор Викторович



Долин Евгений Владимирович



Койнов Сергей Владимирович

тельность человека нанесла урон экосистеме примерно на 60%. По данным ООН, к 2039 г. численность населения составит 9,2 млрд человек, что на 33% больше, чем в 2009 г. И что самое интересное, прирост произойдёт за счёт как развивающихся (8,5%), так и развитых стран (15%). При этом 70% населения будет жить в городах (сейчас – около 50%). Как отметил докладчик, уже сегодня 1,6 млрд человек испытывают проблемы с электричеством, и этот процент будет увеличиваться. 1,8 млрд людей страдают от нехватки питьевой воды. Что же касается России, по мнению исследователей и экспертов, нефтяные залежи истощатся уже через 20 лет. Кроме того, по данным Всемирного фонда природы и Международного энергетического агентства (МЭА), в 2035 году РФ и страны СНГ будут занимать лидирующие позиции по выбросу парниковых газов, что связано с сырьевым уклоном их экономик, климатом и отсутствием инвестиций в возобновляемые источники энергии.

Как подчеркнул Виктор Милюк, всё вышеперечисленное напрямую касается и светотехнического рынка. По данным МЭА, около 40% всех энергетических ресурсов потребляют офисы. Из них 20% уходит на освещение. При этом для России проблема повышения энергоэффективности зданий особенно важна. В качестве мер для её решения докладчик назвал установку счётчиков и систем учёта, различные мероприятия по утеплению сооружений, внедрение нового оборудования, в том числе бытовых приборов с более низким энергопотреблением. И здесь очень важно учитывать влияние освещения. Все эти меры в сумме, плюс государственное влия-



Гомер Наталья Геннадьевна

ние помогут достичь снижения выбросов парниковых газов через 20 лет на 200 млн тонн.

Но хотя глобальные проблемы требуют глобальных решений, принимаются они должны не только на государственном уровне: каждый из участников рынка должен думать об экологии. Именно поэтому всё более популярным становится «зелёное» строительство. В данный момент в России около 50 зданий являются соискателями на получение подобных экологических сертификатов. При этом, по оценке экспертов, около 65% компаний в 16% случаев применяют «зелёное» строительство, а значит, можно смело говорить о том, что экологический подход стал чётким трендом в данной отрасли.

Также докладчик отметил, что производители светотехнического оборудования уже осознали, что их продукция является частью устойчивого развития их потребителей. Так, использование «зелёного» освещения даёт дополнительные баллы, необходимые для получения соответствующего экологического сертификата. «Зелёные» технологии – это ещё один путь развития для отечественных производителей. Поэтому если российские компании хотят быть успешными на международном рынке, им стоит придерживаться данного направления. И, безусловно, с этой целью необходимо разработать критерии, в соответствии с которыми будет производиться светотехническая продукция.

Светодиоды VS КЛАССИКА

Тему энергоэффективности в наружном освещении более подробно раскрыл Сергей Койнов, первый вице-президент Светотехнической торговой ассоциации и по совместительству исполнительный директор ООО «Управляющая компания «БЛ ГРУПП». Он отметил, что данный вопрос особенно актуален для регионов, где ведётся активное строительство, в том числе дорожное.

По словам спикера, хотя сегодня повсюду говорят, что светотехника – динамично развивающаяся отрасль, но заказчикам и потребителям не хватает знаний в данной области. Так, при слове «энергоэффективность» все сразу думают о светодиодах, но и традиционные осветительные приборы способны сегодня успешно решать эту задачу. Поэтому в первую очередь следует

обращать внимание на то, где необходимо установить освещение. Так, светодиоды, бесспорно, востребованы и имеют достоинства в случае эксплуатации в зонах присутствия человека – парках, скверах, дворах, прогулочных зонах. Белый свет вполне комфортен для зрения пешеходов. Однако когда речь заходит о магистральном освещении, в первую очередь следует помнить о безопасности дорожного движения. Не секрет, что при разрешённой скорости 60 км/ч по факту автомобили разгоняются до 90–120, и даже 150 км/ч. И с точки зрения безопасности традиционное освещение является более подходящим.

Также Сергей Койнов отметил, что хотя светодиоды рассчитаны на 50 000 часов горения, не стоит забывать о показателях надёжности работы драйверов. Эти приборы, которые запускают освещение, не всегда «на отлично» справляются со своей задачей в суровых погодных условиях нашей страны, например, при температуре –40°C. В то же время если посмотреть линейку передовых производителей (Osram, Philips, General Electric и др.), то можно увидеть, что современные лампы рассчитаны на показатели до 32 000 часов функционирования, при этом производители дают на них гарантию 4–6 лет. Что касается КПД осветительных приборов на традиционных лампах, то он достигает 85–90% за счёт использования современных материалов. А если установить в прибор современную электронику, можно добиться экономии энергии до 25%.

Таким образом, не следует рассматривать вопросы энергоэффективности исключительно как повод для продвижения светодиодных технологий. Очень важно учитывать конкретные условия применения освещения и подходить к проблеме комплексно.

В завершение конференции Наталья Гомер, шоу-директор выставки Interlight Moscow powered by Light+Building, пригласила всех участников посетить данное мероприятие. В этом году выставка приросла ещё одним павильоном, три зала которого будут посвящены светодиодам, электротехнике и системам автоматизации. Вопросы внедрения и оценки современных энергоэффективных технологий также будут обсуждаться в рамках деловой программы выставки.

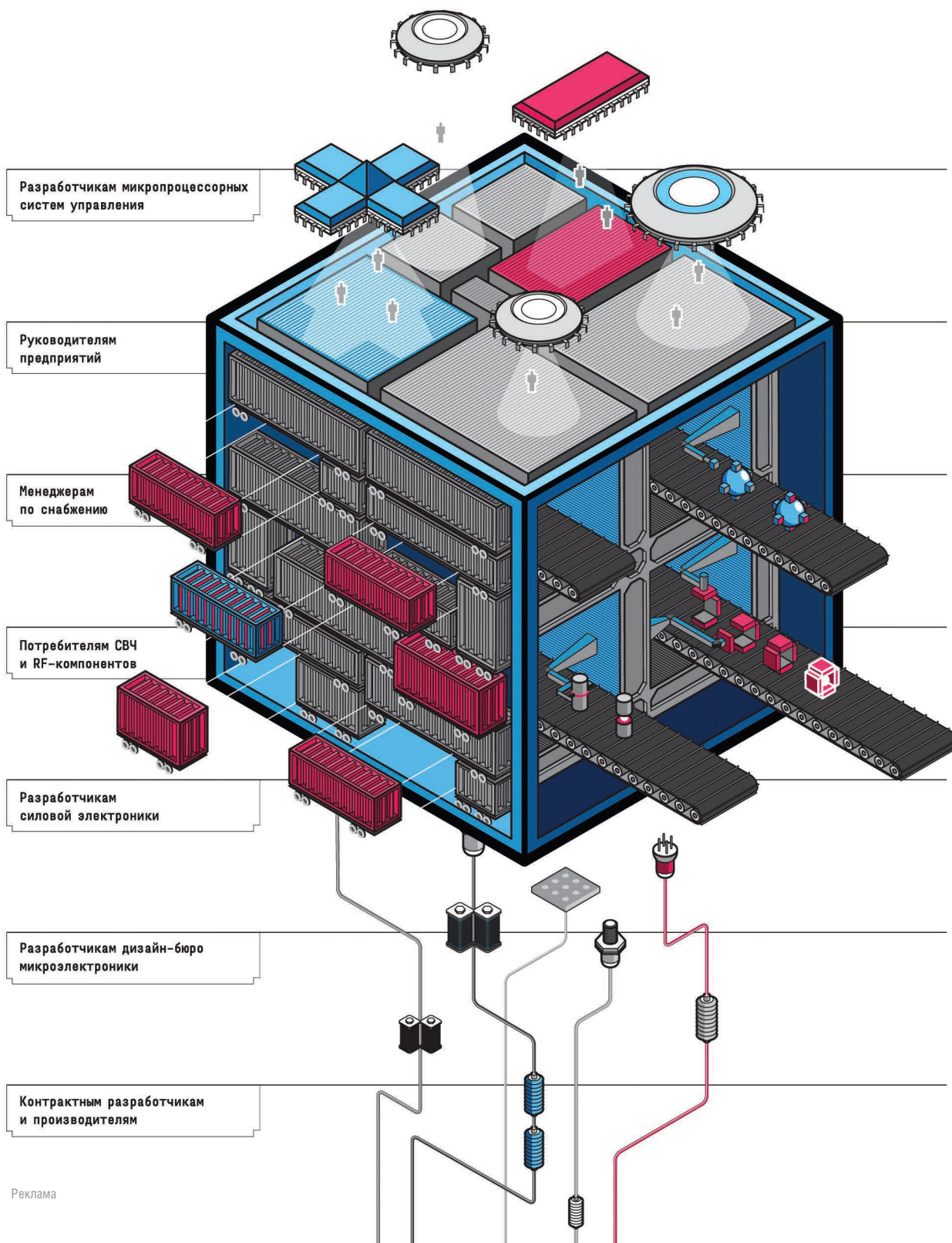
*Материал подготовила
Юлия Даргель*

НОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА / РОССИЯ

25-27 МАРТА 2014

МОСКВА
ЭКСПОЦЕНТР
НА КРАСНОЙ ПРЕСНЕ

главная российская выставка электронных компонентов и модулей



Новое поколение встраиваемых компьютерных технологий

10 октября 2013 года компания «РТСофт» провела пресс-конференцию, посвящённую новым аппаратным продуктам международного холдинга Kontron. Представленные устройства спроектированы на архитектуре Intel Core 4-го поколения и предназначены для промышленных, оборонных, транспортных и телекоммуникационных приложений.

В Инженерном доме «РТСофт» собрались журналисты профильных изданий. С приветственным словом к присутствующим обратился Андрей Якименко, заместитель начальника отдела маркетинговых коммуникаций. Затем с докладами выступили: Юрий Якшин, директор по маркетингу ЗАО «РТСофт»; Игорь Рудым, менеджер по продажам встраиваемых решений, Intel; Александр Ковалёв, директор по развитию бизнеса ЗАО «РТСофт», и Алексей Исаев, директор направления системного ПО ЗАО «РТСофт».

Компания «РТСофт» и холдинг Kontron объявляют о поддержке процессоров Intel Core 4-го поколения и выводе на рынок России и СНГ широкого спектра систем, плат и модулей с длительными сроками доступности на основе новейшей микроархитектуры Intel. На сегодняшний день первыми серийно выпускаемыми интеллектуальными изделиями Kontron на процессорах Intel Core 4-го поколения стали COM Express-модуль COMe-bHL6, Mini-ITX-материнская плата KTQ87/mITX, 6U CompactPCI-плата CP6005-SA, а также сервер для облачных вычислений SYMKLOUD Media. Основанные на новой микроархитектуре Intel, известной ранее под кодовым наименованием Haswell, они обладают новыми функциями, в числе которых набор инструкций

Intel AVX2 для ускорения интенсивных вычислений с плавающей запятой, а также усовершенствованный набор команд AES-NI Intel, форсирующий кодирование и декодирование данных.

Новые платформы обеспечивают повышение производительности интенсивных и параллельных вычислений с плавающей запятой и поддерживают передовые технологии Intel AVX2 и OpenCL 1.2. Они предназначены для построения целевых приложений для систем обработки цифровых сигналов и изображений промышленного, военного, авиакосмического, медицинского и правительственного назначения, а также для организации облачных вычислений поставщиками видеоконтента и других применений.

КОМПЬЮТЕР-НА-МОДУЛЕ COMe-bHL6 В ФОРМАТЕ COM EXPRESS BASIC

Новинка от Kontron призвана ускорить и упростить внедрение и интеграцию процессоров Intel Core i7/i5/i3 4-го поколения и Celeron в отдельные прикладные вычислительные платформы. Готовый к немедленному применению новый модуль обладает наивысшей вычислительной мощностью и в два раза более высокой графической производительностью по сравнению с предшественниками.

COMe-bHL6 формата COM Express с распиновкой Type 6 доступен в нескольких исполнениях: от бюджетного варианта на процессоре с низким энергопотреблением до мощной версии с четырёхъядерным процессором Intel Core i7 с частотой до 4х 2,4 ГГц. Модули оснащены чипсетом Intel Mobile QM87, несут до 8 ГБ оперативной памяти DDR3, имеют семь разъёмов PCI Express x1 и один интерфейс PEG x16, совместимых также со стандартными устройствами с интерфейсом PCI Express. Периферийные устройства, не требующие большой пропускной способности, могут подключаться через интерфейсы SPI и LPC. Интерфейсная функциональность включает в себя 4x SATA 3, 1x Gigabit Ethernet, 4x USB 3.0, 4x USB 2.0 и два последовательных порта. Продукт COMe-bHL6 поддерживает вывод графики на несколько дисплеев, для чего служат три двухрежимных порта DisplayPort++, обеспечивающих работу с интерфейсами HDMI, DVI и DisplayPort 1.2. Для промышленных приложений будут полезны сторожевой таймер и часы реального времени. Модуль может работать с широким диапазоном напряжения питания – от 8,5 до 20 В. Реализована поддержка «интеллектуальных» аккумуляторов через систему MARS и стандартный интерфейс программирования встраиваемых приложений EAPI. Поддерживает все версии ОС Windows, а также Linux и VxWorks.

ПОДДЕРЖКА МИКРОАРХИТЕКТУРЫ INTEL® SILVERMONT

Одновременно с выпуском нового семейства процессоров Atom E3800



На фото: Юрий Якшин, Игорь Рудым, Александр Ковалёв, Алексей Исаев

компанией Intel, международный холдинг Kontron и компания «РТСофт» анонсируют поддержку новой 22-нм архитектуры микропроцессоров Intel Silvermont на своих встраиваемых продуктах, а также расширенный перечень своих сервисов для новых x86 System-on-Chips (SoCs), включающий в себя возможности по разработке изделий под конкретные требования вертикальных рынков и комплексную поддержку на уровне плат и систем.

Разработчики интеллектуальных систем смогут воспользоваться всеми преимуществами улучшенной графики (в сравнении с линейкой процессоров прошлого поколения N2000/D2000 Intel® Atom™), обеспечиваемой интегрированной в процессор графикой нового поколения Intel Gen 7. Теперь разработчики смогут использовать не только одноядерные и двухядерные, но также и четырёхядерные процессоры. Новые SoCs спроектированы для работы в расширенном температурном диапазоне. Благодаря этим преимуществам существенно расширился список областей применения для нового класса x86-процессоров – от стационарных НМИ-интерфейсов, требующих серьёзных графических и вычислительных ресурсов при минимальных габаритах, до ультрамобильных и прочных ноутбуков.

Изначально холдинг Kontron планирует поддержку новой микроархитектуры на компьютерах-на-модуле стандартов SMARC, COM Express® Mini и Compact, на материнских платах формата Pico-ITX и Mini-ITX, а также на процессорных модулях 3U CompactPCI®. В планах холдинга дальнейшее расширение этого списка. Благодаря появлению новых платформ, разработчики интеллектуальных систем смогут без промедления использовать преимущества полноценной экосистемы x86 и стандартных формфакторов.

«КЕНА» УСКОРЯЕТ РАЗРАБОТКУ ВС НА COM EXPRESS С INTEL CORE I7/I5/I3 4-ГО ПОКОЛЕНИЯ

Быстрая смена технологий, сжатые сроки исполнения проектов, сокращение бюджетов, циклов и стоимости разработки – современные вызовы российским разработчикам встраиваемых систем. Для того чтобы быть конкурентоспособным в этих условиях, необходимо обладать и уметь пользоваться определённым набором эффективных инструментов.

Одним из таких инструментов много лет является сверхпопулярная среди

разработчиков во всём мире модульная COTS-технология COM Express, имеющая статус международного отраслевого стандарта PICMG.

Ещё одним эффективным инструментом, позволяющим снизить риски при проектировании в высоком темпе, является использование верифицированных плат-носителей для модулей COM Express, где в отличие от модулей реализуется основной функционал прикладной задачи. Использование готовых носителей с тщательно выверенными функциональными интерфейсами (PCI Express, USB 3.0, Gigabit Ethernet, DP/HDMI, LVDS и др.) и подсистемой электропитания резко сокращает сроки и стоимость разработки серийного изделия, поскольку основная часть работы уже сделана.

Примером такого инструмента является универсальный носитель «Кена» производства «РТСофт», который поддерживает все новейшие компьютерные технологии в рамках стандартов COM Express basic и Compact, позволяя масштабировать вычислительную мощность до Intel Core i7/i5/i3 4-го поколения. Носитель «Кена» ориентирован на ускоренную разработку на базе Intel Core i7/i5/i3 4-го поколения компактных и функциональных компьютерных систем самого широкого назначения: цифровая реклама, информационная индустрия, ритейл, промышленные приложения, телеком, транспорт, приборостроение и оборона.

LYNXWORKS ПОДДЕРЖИВАЮТ ПРОЦЕССОРЫ INTEL CORE 4-ГО ПОКОЛЕНИЯ

Компания LynuxWorks, Inc, мировой лидер на рынке встраиваемого ПО, добавила поддержку нового семейства процессоров Intel Core i7 и i5 4-го поколения во все свои основные продукты – LynxOS, LynxOS-178 и LynxSecure. Это произошло одновременно с началом производства процессоров, ранее известных под кодовым наименованием Haswell.

LynxOS – детерминированная встраиваемая операционная система жёсткого реального времени (OSCPB) с программным интерфейсом POSIX. Поддержка 4-го поколения процессоров здесь совпала со значительным обновлением – увидела свет версия LynxOS 7.0.

Поддержку последнего поколения процессоров Intel получили и другие продукты компании LynuxWorks. OSCPB LynxOS-178 – версия LynxOS



Александр Ковалёв демонстрирует новый модуль

с разделением процессорного времени и адресного пространства, разработанная специально для высоконадёжных ответственных приложений, в числе которых сертифицируемые авиационные приложения. LynxSecure – ядро разделения и встроенный гипервизор типа 0, предоставляющий среду, в которой одновременно могут работать несколько гостевых операционных систем со своими приложениями в собственных виртуальных разделах без ущерба для безопасности, надёжности и целостности данных.

Новое поколение процессоров Intel Core выпускается по 22-нм технологическому процессу и направлено на увеличение производительности процессорной микроархитектуры при снижении уровня энергопотребления. Технология предсказания переходов (прогнозирование ветвлений) нового поколения, более глубокая буферизация для параллельных вычислений на уровне инструкций, более высокие тактовые частоты способствуют повышению производительности без увеличения тепловыделения. Новое поколение процессоров программно совместимо с предыдущими процессорами IA-32. Процессоры Intel 4-го поколения отвечают растущим требованиям разработчиков встраиваемых систем промышленного, торгового, медицинского и информационно-развлекательного назначения. Они найдут широкое применение в авионике, а также в оборонных, правительственных и энергетических системах. В комбинации с любой из операционных систем LynuxWorks новые процессоры становятся уникальной платформой для разработки встраиваемых систем следующего поколения.

Материалы предоставлены компанией «РТСофт»

Новинки контрольно-измерительного оборудования Agilent Technologies

19 сентября 2013 года компания Agilent Technologies провела в Москве пресс-ланч, посвящённый новинкам контрольно-измерительного оборудования.

В ходе пресс-конференции редакторы и журналисты ведущих отраслевых изданий в области электроники, контрольно-измерительной техники и телекоммуникаций встретились с Бенуа Нилом, вице-президентом и генеральным менеджером Agilent Technologies в регионе ЕМЕА, и ведущими специалистами компании.

Бенуа Нил (Benoit Neel) рассказал о достижениях компании за последние годы на мировом уровне, в частности в России. В 2012 году общий доход компании составил \$ 6,9 млрд, при этом на долю группы электронных измерений пришлось \$ 3,3 млрд. За 2012–2013 годы компания Agilent завоевала 4 награды и 11 призов от отраслевых изданий, в том числе за значительный рост на рынке осциллографов, за выдающиеся успехи в обеспечении сервисного обслуживания клиентов, включая услуги калибровки. Если говорить о деятельности Agilent Technologies в России, то компания открывает уже третий региональный офис – в Южном Федеральном округе (г. Ростов-на-Дону). Торжественное открытие состоялось буквально накануне пресс-конференции, 17 сентября. Офисы в г. Нижнем Новгороде и г. Томске были открыты в 2012 году.

Франк Берто (Franck Vertaux), менеджер по маркетингу департамента ВЧ/СВЧ-измерений, представил новый анализатор сигналов в формате PXIe и рассказал об усовершенствованиях в области анализа спектра: расширении полосы демодуляции и добавлении функции анализа спектра в реальном времени для анализатора сигналов серии MXA. Возможность анализа спектра в режиме реального времени – мощный инструмент для разработчиков, позволяющий захватывать и анализировать трудноуловимые сигналы.

Анализаторы сигналов Agilent MXA с опцией RTSA имеют полосу демодуляции в реальном времени до 160 МГц и обеспечивают самую быструю в отрасли обработку данных. Такое сочетание даёт возможность осуществ-

лять точный запуск по коротким одиночным импульсам. Кроме того, режим запуска по частотной маске и различные режимы отображения результатов в реальном времени помогают выявлять проблемы, связанные со случайными помехами. Анализаторы сигналов MXA позволяют проводить измерения в диапазоне частот до 26,5 ГГц и теперь обеспечивают полосу демодуляции 85 МГц, 125 МГц и 160 МГц, причём каждая из этих опций может быть добавлена в уже находящиеся в эксплуатации приборы. Опция расширения полосы демодуляции до 160 МГц соответствует требованиям стандарта беспроводной связи 802.11ac и спецификации LTE-Advanced, в которых используются всё более широкие полосы пропускания для обеспечения возрастающих потребностей по передаче данных. Способность анализаторов MXA захватывать сигналы в полосе до 160 МГц с динамическим диапазоном, свободным от паразитных составляющих, на уровне 72 дБн позволяет быстро обнаруживать слабые сигналы в присутствии сигналов более высокого уровня.

Вместе с тем существенно повысилась производительность двух анализаторов сигналов серии X: анализатора сигналов среднего класса MXA и универсального анализатора сигналов EXA. Благодаря улучшенным характеристикам по фазовым шумам инженеры могут более точно определять параметры стабильности частоты генераторов и синтезаторов. Более высокая скорость свипирования этих анализаторов позволяет сократить время поиска паразитных сигналов при тестировании передатчиков, активных антенных решёток и усилителей мощности. Хорошие показатели по фазовым шумам являются ключевым фактором для точного определения и снижения величины вектора ошибки при тестировании систем и устройств связи. Уровень фазовых шумов анализатора MXA снижен на 10 дБ и более – для ближних



и опорных частот смещения, в результате чего этот прибор имеет показатели на 7 дБ выше по сравнению с ближайшей конкурирующей моделью.

Усовершенствования коснулись измерительных программ, предназначенных для использования совместно с анализаторами сигналов серии X. Программа для измерения коэффициента шума N9069A теперь содержит расширенные функции, которые поддерживают измерение характеристик многокаскадных преобразователей, умножителей и делителей. Измерительные приложения для тестирования устройств LTE N9080A (FDD) и N9082A (TDD) теперь поддерживают сигналы многоадресной вещательной одночастотной сети (MBSFN) со смешанной структурой циклического префикса субкадров. Улучшения, внесённые в измерительное приложение для многостандартного радио (MSR) Agilent N9083A, обеспечивают поддержку фрагментированных тестовых конфигураций, как это определено в стандарте 3GPP Release 10. Это позволяет выполнять одноклавишные измерения интегральной относительной мощности в соседнем канале (ACLR).

В ассортименте модульных приборов появился новый векторный анализатор сигналов в формате PXIe M9391A. Анализатор с диапазоном частот от 1 МГц до 3 ГГц или 6 ГГц и полосой пропускания до 160 МГц предназначен для тестирования новейших стандартов беспроводной связи. При использовании в сочетании с измерительными приложениями серии X для модульных приборов анализатор M9391A обеспечивает единообразный пользовательский интерфейс, сопоставимость результатов измерений и обратную совместимость программных интерфейсов приложений, что позволяет сократить время разработки и повысить производительность тестирования.

Анализатор M9391A совместно с векторным генератором сигналов в формате PXIe M9381A может использоваться для тестирования беспроводных усилителей мощности, приёмопередатчиков и базовых станций сотовой связи, главным образом, пикосот и фемтосот. В анализаторе применена инновационная технология Fastune, которая обеспечивает беспрецедентно малое время тестирования замкнутых контуров благодаря быстрой настройке частоты и амплитуды. Помимо этого аппаратно-ускоренные измерения мощности позволяют максимально увеличить производительность при сохранении достоверности результатов измерений.

Алексей Телегин, менеджер по развитию бизнеса в области источников питания, представил две новые линейки системных источников питания высокой мощности:

- производительная система питания (Advanced Power System, APS) включает источники питания с выходной мощностью 1 и 2 кВт, которые предназначены для использования в составе автоматизированных испытательных систем для решения ответственных прикладных задач;
- в серию N8900 входят программируемые источники питания с выходной мощностью 5, 10 и 15 кВт и автоматическим переключением рабочих диапазонов, которые предназначены для использования в составе автоматизированных испытательных систем для решения базовых прикладных задач.

Источники питания семейства APS с инновационной архитектурой VersaPower предлагают лучшие в отрасли характеристики, обеспечивая высокую скорость работы, расширенные измерительные возможности для точного определения параметров мощности, а также встроенные функции, позволяющие сократить продолжительность разработки автоматизированной испытательной системы и снизить эксплуатационные расходы.

Модели с выходной мощностью 1 и 2 кВт (с возможностью расширения до 10 кВт) составляют две серии источников питания с различной производительностью. Источники питания постоянного тока APS серии N6900 предназначены для использования в автоматизированных испытательных системах, требующих высокой производительности. Динамиче-

ские источники питания постоянного тока APS серии N7900 предназначены для использования в автоматизированных испытательных системах, в которых необходимы быстродействующие динамические источники и высокая скорость измерений. Источники питания семейства APS помогают инженерам решить целый ряд сложных проблем тестирования: защиту дорогостоящих устройств от повреждений, связанных с питанием, поддержание целостности выходного сигнала в условиях динамической нагрузки и определение параметров динамического тока.

В серию N8900 входят базовые источники питания, имеющие более высокую выходную мощность и конкурентоспособную цену. Приборы позволяют соединять несколько устройств параллельно для обеспечения выходной мощности более 100 кВт. Новые источники питания предназначены для решения широкого спектра прикладных задач тестирования мощных устройств, например, электромобилей и гибридных электромобилей, ветроэнергетических установок и фотоэлектрических преобразователей, а также высоковольтных литиевых батарей.

Модели серии N8900 являются единственными на мировом рынке источниками питания постоянного тока высокой мощности, имеющими функцию автоматического переключения пределов выходных параметров. Приборы с автоматическим переключением пределов обеспечивают большую гибкость по сравнению с обычными источниками питания, имеющими прямоугольную выходную характеристику (фиксированные диапазоны выходного тока и напряжения). Источники питания с автоматическим переключением пределов способны подавать на выход больше комбинаций тока и напряжения при максимальной выходной мощности, чем источник питания с прямоугольной выходной характеристикой, который способен генерировать только одну такую комбинацию.

Виктор Епифанов, руководитель сектора цифрового анализа Agilent Technologies, рассказал о достижениях в области логического анализа и представил новые портативные логические анализаторы серии 16850. Приборы обеспечивают самый быстрый в отрасли анализ временных диаграмм с помощью глубокой памяти для ускорения отладки цифровых систем. Кро-

ме того, анализаторы серии 16850 являются единственными в отрасли портативными логическими анализаторами, имеющими опции несимметричных и дифференциальных пробников.

Высокоскоростной анализ временных диаграмм с помощью глубокой памяти анализаторов серии 16850 позволяет инженерам просматривать предысторию для обнаружения причин неисправностей. Высокое разрешение этих приборов даёт возможность разграничивать проблемы, связанные с временными характеристиками, и функциональные сбои, обеспечивая более глубокое понимание происходящих в устройстве процессов, необходимое для ускорения разработки новых продуктов. Благодаря частоте сбора данных в режиме анализа временных диаграмм 2,5 ГГц (400 пс) по всем входным каналам и глубине памяти до 128 млн выборок, логические анализаторы серии 16850 обеспечивают скорость измерения временных характеристик с задействованием глубокой памяти на 50% выше и в 2 раза больше объём памяти, чем любые другие портативные логические анализаторы на рынке.

В режиме анализа логических состояний анализаторы Agilent серии 16850 обеспечивают скорость передачи данных 700 Мбит/с в стандартной комплектации с возможностью увеличения до 1400 Мбит/с. Пользователь может выбрать нужную ему глубину памяти: от 2 млн выборок в стандартной комплектации до 128 млн выборок при использовании опций. Опции увеличения скорости передачи данных и глубины памяти могут быть также заказаны и после приобретения прибора. Анализаторы серии 16850 имеют генератор последовательностей запуска с частотой 1,4 ГГц, который позволяет контролировать высокоскоростные схемы и задавать специфические условия запуска для поиска ошибок и быстрого выявления причин неисправностей. Логические анализаторы новой серии предлагают измерительные решения для широкого спектра шин и типов сигналов. Динамический пробник для ПЛИС, встроенный в интерфейс приборов, обеспечивает возможность автоматического просмотра внутренних сигналов ПЛИС Xilinx и Altera с использованием глубокой памяти для захвата логических состояний.

Материал предоставлен компанией Agilent

Обзор IX Всероссийской конференции «Нитриды галлия, индия и алюминия: структуры и приборы»

С 13 по 15 июня 2013 г. в Москве, на физическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова состоялась IX Всероссийская конференция «Нитриды галлия, индия и алюминия: структуры и приборы». Мероприятие было организовано физическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова и Физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе РАН.

Конференция этого года продолжила традицию предыдущих совещаний и конференций, проводившихся с 1997 года поочередно в Москве и Санкт-Петербурге. Работа по нитридам в России возобновилась в 1996 г., тогда исследования велись преимущественно в ФТИ им. А.Ф. Иоффе и на физическом факультете МГУ, учёные этих исследовательских групп поддерживали постоянную связь, а также принимали участие в семинарах и конференциях, проводившихся за рубежом. С 2001 года совещания приобрели статус всероссийских конференций. Они проводятся, по традиции, попеременно в МГУ и ФТИ, число их участников выросло в 10 раз, а количество устных и стендовых докладов превысило 100.

За два года, прошедших с предыдущей конференции, состоявшейся в Санкт-Петербурге в конце мая 2011 года, состояние дел в области, связанной с нитридными полупроводниками, в России существенно изменилось.

Начиная с конца 2007 года, исследования и разработки в указанной области проходят в России в новых условиях. Анонсированы программы развития, как государственные, так и муниципальные и ведомственные, в которые, в том числе, входили и работы, связанные с нитридной тематикой. По многим проектам из данных программ начались активные работы. Можно утверждать, что за последние два года стихийное формирование рынка постепенно отошло на второй план, уступив место инвестиционным программам крупных корпораций, которые ориентированы на удовлетворение интересов системных потребителей. Характерным примером может служить программа внедрения светодиодной техники ОАО РЖД. Растущий спрос потребителей даёт конкурентные преимущества производителям, уже имеющим долю на рынке. Вырос спрос на достоверную и полную информацию

о светодиодных технологиях. Крупные государственные компании стали рассматривать эту тематику как одну из важнейших в связи с государственными программами. В частности, это связано с различными программами энергосбережения. Отчётливо прослеживается перспектива замены существующих систем освещения на новые, разрабатываемые на основе полупроводниковых источников света. Причём за последние два года такая перспектива стала характерной не только для систем с лампами накаливания, но и с разрядными лампами. Многие промышленные компании стали финансировать исследования и разработки по полупроводниковым нитридам, структурам и приборам на их основе. Несомненно, решения предыдущих конференций и совещаний, которые направлялись в течение последних 15 лет в различные государственные и правительственные организации, внесли существенный вклад в формирование данного нового направления технической политики России. Ключевым событием для наблюдающегося развития работ, безусловно, стала программа модернизации экономики, предложенная Президентом РФ ещё в 2009 году. Основной задачей правительственной программы было декларировано энергосбережение и энергоэффективность. В рамках её подпрограммы «Новый свет» ведётся работа по созданию массового производства светодиодов на основе нитрида галлия, что должно сформировать новые реалии для всего цикла производства светодиодных изделий – от эпитаксии, через сборку светодиодов, к конечным изделиям – светотехническим приборам и установкам.

Тематика нынешней конференции включала следующие разделы:

- подложки для III-N эпитаксии;
- технология материалов: рост объёмных кристаллов;
- технология материалов: эпитаксиальные методы роста;
- оптические, электрические и структурные свойства материалов;
- свойства квантово-размерных структур на основе нитридов;



Заместитель председателя оргкомитета А.Н. Туркин на регистрации участников конференции

- конструкции, технологии и параметры приборов на основе нитридов;
- электронные и оптоэлектронные устройства на основе нитридов.

Стоит отметить, подчёркивая актуальность указанной ранее проблемы светодиодных источников света, что в рамках раздела по устройствам на основе нитридов в программе конференции было представлено шесть секций, три из которых были посвящены светодиодам и одна – светодиодам и лазерам. Уже по традиции заседания в один из дней завершились круглым столом по проблемам промышленного применения технологий нитридных полупроводников в России.

Наиболее значимые результаты были представлены в устных докладах приглашённых от различных организаций, занимающих лидирующие позиции по разработкам в области нитридных полупроводников и приборов на их основе: ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, ЗАО «Эпи-центр», ФГУП НИИ «Платан», ООО «НПЦ ОЭП „ОПТЭЛ“», ЗАО «Светлана-рост», ОАО «НИИ Полупроводниковых приборов». Особо стоит отметить, что ряд докладов был представлен от организаций, ранее практически не участвовавших в конференции, а именно МИФИ, МИРЭА, Томского политехнического университета. Также интересные результаты были представлены в докладах зарубежных участников, представлявших Институт физики высоких давлений (Варшава, Польша), Университет Айзу (Фукусима, Япония) и компании AIXTRON (Германия).

Сессии, посвящённые фундаментальным научным проблемам, в очередной раз продемонстрировали существенный вклад отечественной науки в мировой научный процесс. Доклады по приборам на основе нитридов показали, что в России есть интересные разработки, как в области светодиодных устройств, так и СВЧ-изделий, которые соответствуют по характеристикам уровню изделий зарубежных производителей. В процессе подготовки и организации конференции стало ясно, что научные исследования и технологические разработки нитридных полупроводников, структур и приборов на их основе создают прочный фундамент для отечественной светодиодной промышленности и энергосберегающего светодиодного освещения. Вопросы развития светодиодной отрасли и смежных с ней отраслей светотехники и радиоэлектроники име-

ют экономическое и социальное значение. Обсуждение этих проблем в рамках конференции было организовано за круглым столом, на который были приглашены представители ряда государственных организаций и смежных отраслей. Выступления в рамках круглого стола были посвящены анализу стоящих перед отраслью проблем и поиску путей их преодоления.

Прошедшая конференция показала, что в России уже существует ряд компаний, которые достаточно успешно разрабатывают и реализуют проекты внедрения светильников на основе светодиодов. Пока всё это изготавливается с применением светодиодов ведущих мировых производителей из США, Европы и Юго-Восточной Азии. Как следствие, ключевым вопросом здесь становится развитие светодиодной промышленности и постепенный переход на отечественные светодиоды в таких устройствах. Высокая надёжность и долгий срок службы, растущая световая отдача, низкое энергопотребление – вот основные факторы, делающие светодиоды потенциально перспективными источниками света для энергосбережения в освещении.

Несмотря на существующие проблемы, участники конференции выразили уверенность в том, что традиция проведения Всероссийской конференции по нитридам будет продолжена. Предварительно было решено, что следующая, X Всероссийская конференция «Нитриды галлия, индия и алюминия: структу-



Председатель программного комитета конференции, профессор А.З. Юнович на заседании секции конференции

ры и приборы» состоится в 2015 году в Санкт-Петербурге. Есть уверенность в том, что поступательное развитие конференции продолжится, и интерес к ней, который не перестаёт увеличиваться вкупе с новыми интересными результатами и реализуемыми, пусть и не самыми быстрыми темпами, программами развития, способствует положительной динамике в восстановлении отечественной светодиодной промышленности, во внедрении светодиодных технологий в освещение и в дальнейшем развитии научных исследований по данной тематике в России.

*Материал подготовил
Андрей Туркин*



Обсуждение участниками конференции докладов стендовой сессии

Altium: навстречу российскому пользователю

8 октября 2013 года Международный информационно-выставочный центр «ИнфоПространство» на Остоженке принимал форум «Altium: навстречу российскому пользователю». Организатором этой крупнейшей встречи проектировщиков электроники выступила компания «Нанософт» – официальный дистрибьютор Altium в России.

В первом форуме приняли участие более 300 специалистов из различных регионов страны. За четыре года триумфального шествия продуктов Altium по российскому рынку на Altium Designer перешли многие специалисты, прежде работавшие в P-CAD. Они выбрали эту систему в качестве базовой платформы проектирования, активно участвовали в развитии продукта. Сегодняшний Altium – во многом заслуга российских пользователей, которые организовали мощную и эффективную обратную связь с разработчиками ПО, помогли системе максимально адаптироваться к требованиям отечественных стандартов. Этот главный итог четырёхлетнего присутствия на российском рынке нашёл отражение и в девизе форума: «Навстречу российскому пользователю».

Информационными спонсорами стали популярные издания «САПР и графика», «Технологии в электронной промышленности», «Современная электроника», CADmaster, а также электронные порталы www.kazus.ru, www.mashportal.ru, www.isicad.ru.

«USER-ZONE»: ПРОБУЙ, ОЦЕНИ, ПОЛЬЗУЙСЯ!

Мероприятие проходило не только в основном зале – там шли презентации. В одном из холлов действовала «User-zone», где размещались рабочие

места, на которых можно было приобрести к последним новшествам системы, выполнить небольшой собственный проект, воспользоваться консультациями технических специалистов и разработчиков.

Спонсорами «User-zone» выступили компании NVIDIA, 3Dconnexion и ARBYTE.

На центральном экране «User-zone» осуществлялись демонстрации по темам, специально подготовленным представителями компаний-партнёров и техническими специалистами компании Altium. По-прежнему актуальным остаётся вопрос импорта данных из P-CAD в Altium. Специалист компании «НИП-Информатика» Андрей Палачёв рассказал об особенностях импорта в новейшую, 14-ю версию. Две демонстрации провел эксперт НПП «РОДНИК» Алексей Сабунин – первая касалась ключевых приёмов создания правил проектирования печатных плат в Altium Designer 14, а вторая, подготовленная совместно с техническим экспертом Altium Робертом Хуксэлом, была посвящена вопросам централизованного управления данными в Altium Vault. Продакт-менеджер Altium Марти Хауф рассказал о гибкожестких печатных платах и встраиваемых в них компонентах, а представитель CSOft Самара Павел Ярославцев – об основных

приёмах интерактивной трассировки в Altium Designer 14.

В соседних холлах вниманию участников были предложены мобильные стенды, посвящённые решениям, которые интересны тем, кто занимается разработкой и проектированием печатных плат и ПЛИС. Первый стенд представлял продукт российской разработки NormaCS – систему, предназначенную для хранения, поиска и отображения текстов и реквизитов нормативных документов, а также стандартов, применяемых на территории Российской Федерации и регламентирующих деятельность предприятий различных отраслей промышленности. О системе, которая вызвала серьёзный интерес, подробно рассказывали разработчики и технические специалисты компании «Нанософт».

Второй стенд предлагал ознакомиться с решениями для трёхмерного сканирования и печати. Интерес приборостроителей к этой теме обусловлен потребностью в прототипировании проектируемых изделий. На стенде работали эксперты компании 3Dconnexion – демонстрировали возможности оборудования и предоставляли все необходимые консультации.

МЫ ПРОЕКТИРУЕМ В ALTium!

А начался форум с подведения итогов конкурса «Я проектирую в Altium Designer!», в рамках которого состязались более 30 работ. III место, сопровождаемое призом от компании NVIDIA – видеокартой Quadro 600k, присуждено Марии Ильенковой. Приз за II место, манипулятор от компании 3Dconnexion, отправился к Елене Романовой.

А бесспорным победителем стал Денис Баринов из ОАО «Конструкторское бюро “Кунцево”». Его проект «Модуль цифрового приёма и обработки информации» вызвал искреннее восхищение как организаторов конкурса, так и участников форума. Наградой победителю стали монитор от компании ARBYTE и макетная отладочная плата NanoBoard 3000 от компании Altium.

Пять причин выбрать ALTium DESIGNER

Встреча разработчиков, руководителей, представителей дистрибьютора



и дилеров с аудиторией форума строилась вокруг пяти основных тем:

1. Предстоящий релиз Altium Designer 14, в котором собраны новейшие инструменты и возможности;

2. Локализация Altium Designer 14, максимальная адаптация к требованиям российских стандартов;

3. Altium Vault – инструмент управления данными в области проектирования электроники;

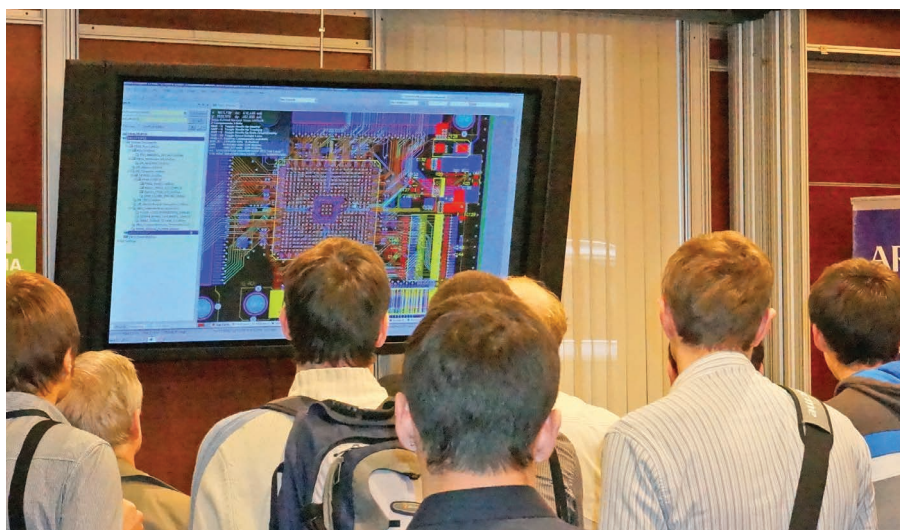
4. Интеграция продукта с ведущими САПР-системами, используемыми в приборостроении;

5. Специальное предложение по переходу на Altium Designer 14.

Собственно, эти пять тем одновременно являются и пятью причинами, достаточными для того, чтобы среди профильных САПР выбрать для работы именно Altium Designer.

Открыл форум новый вице-президент по партнёрским продажам компании Altium Рудольф Данзер, который поблагодарил участников за интерес к продукту, за готовность сотрудничать и быть открытыми самым передовым технологиям в области проектирования электроники. Он обратил внимание на то, что стало вектором развития продукта и должно определить его дальнейшую судьбу, – на открытость платформы. Это даёт возможность легко присоединять решения сторонних разработчиков, тем самым включая Altium в единый процесс организации проектирования. А именно на такой процесс и ориентируются ведущие приборостроительные компании. Рудольф Данзер отметил, насколько важны для компании Altium Россия и страны СНГ, о чём свидетельствуют немалые инвестиции в локализацию продуктов, организация регионального отдела поддержки и усиление сети реселлеров. Все эти факторы в конечном итоге приближают продукт к конечному пользователю, делают его более дружественным и удобным в работе.

Директор компании-дистрибьютора «Нанософт» Максим Егоров предложил краткую ретроспективу Altium на российском рынке. Многие из тех, кто сидел в зале, были участниками ещё самых первых, прошедших в 2010 году встреч пользователей и серии тест-драйвов, но большая часть аудитории присоединилась к сообществу друзей Altium позже. Максим Егоров поблагодарил всех приехавших на форум за интерес и доверие к продукту, за готовность сотрудничать



с разработчиками и совершенствовать функционал системы.

Директор по партнёрским продажам в регионе EMEA Майкл Лайдл, начинавший в 2010-м продвижение продуктов Altium в России, отметил, что компания постоянно работает над адаптацией системы для российских пользователей. Это и обеспечило ощутимый рывок в последние два года. Локализация продукта практически завершена; теперь можно смело говорить о том, что Altium Designer готов к ГОСТам и имеет в России все шансы стать стандартом для проектировщиков в сфере электроники, подхватив тем самым традицию, заложенную системой P-CAD.

Продакт-менеджер Altium Марти Хауф выступил с презентацией «Технологические новинки в Altium Designer 14 и перспективы развития продукта». Какие важные особенности ждут пользователя в новой версии, в чём её преимущества:

- в 14-й версии сосредоточены все обновления, реализованные в течение очень долгого времени;
- продукт занимает доминирующее положение в области 3D PCB;
- Altium Designer теперь открыт для сторонних разработчиков;
- поддерживаются все современные поколения семейства ПЛИС;
- решение поддерживает встроенные компоненты и гибкожесткие печатные платы.

Глава российского представительства Евгений Шихов рассказал об успехах Altium в России, о росте числа пользователей за последние годы и ознакомил аудиторию с теми стратегическими задачами, которые решает представительство. В числе таких задач вопросы ценовой политики, основные мар-

кетинговые инициативы, специальные программы и промоакции, работа с ключевыми заказчиками, адаптация продуктов к реалиям российского рынка, управление работой партнёрской сети, стратегическое взаимодействие с другими разработчиками ПО, контроль за соблюдением авторских прав.

Технический эксперт компании Altium в области управления данными Роберт Хуксэл открыл презентацию «Altium Vault Server – как приручить зверя, или Грамотное управление данными в области проектирования электроники». Система Vault представлена на отечественном рынке второй год, пока ещё не очень широко внедрена на российских предприятиях, но при этом имеет самые хорошие перспективы. Вот лишь четыре из множества аргументов:

- Altium Vault позволяет значительно ускорить разработку изделия;
- проектировщикам обеспечена возможность управлять данными проекта, их поиском, изменением и использованием;
- совместная работа над проектом оптимизирует рабочий процесс и сокращает сроки проектирования;
- каждый проектировщик может добавлять в разрабатываемое устройство собственную информацию, не удаляя при этом информацию, внесённую его коллегами.

ALTium И МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ САПР: ИНТЕГРАЦИЯ ГАРАНТИРОВАНА

Три доклада были посвящены особенностям интеграции Altium с машиностроительными САПР, которые наиболее часто встречаются на отечественных предприятиях. С презентациями на эту тему выступили пред-

ставители компаний Siemens, АСКОН и SolidWorks. Последние два года Altium плотно занимается вопросами интеграции с этими системами. Консультант по PLM-решениям компании Siemens Илья Чайковский предложил вниманию участников форума презентацию «Разработка печатных плат с использованием PLM-системы Siemens Industry Software». Чем эта система может помочь проектировщикам печатных плат? Вот список задач, которые она охватывает:

- организация библиотеки элементов;
- хранение данных ECAD и управление этими данными;
- междисциплинарное взаимодействие;
- получение ЭМИ и ЭСИ, анализ;
- разработка комплекта документации.

Доменный аналитик по направлению «Приборостроение и электротехника» компании АСКОН Лев Теверовский познакомил пользователей со сквозной технологией проектирования изделий приборостроения с использованием систем ЛОЦМАН: PLM, КОМПАС-3D и Altium Designer. В настоящее время компания Altium «на своей стороне» ведёт разработку модулей интеграции Altium Designer с данными решениями, которые позволят запускать КОМПАС непосредственно из программы, а с помощью Библиотеки конвертеров данных ECAD – КОМПАС формировать текстовые конструкторские документы и трёхмерные модели печатных плат.

Представители SolidWorks Russia Анна Изычева и Игорь Ларионов в своей презентации отметили серьёзные преимущества использования Altium Designer в связке с продуктами SolidWorks.

Продукты данных вендоров используют многие предприятия приборостроения. Пересечений по пользовательской базе и потенциальным клиентам немало. Компания Altium, конечно, заинтересована, чтобы в любом проектом подразделении, куда предлагаются её разработки, существовали САПР-системы, хорошо интегрируемые с Altium. Отдельная часть презентации SolidWorks касалась взаимодействия разработчиков механической и электронной частей изделия. В связи с этим партнёры предлагают в части формирования единой среды для разработчиков электронной, электрической и механической частей изделия создать единый источник данных для конструкторов и разработчиков, вести единый состав изделия, включающий все его разнородные части (электронику, электронику и механику). В части

управления предполагается создание ограничительного перечня, отметок о наличии компонента в Номенклатурах МО РФ, фонда УНИЭТ и МОП, разграничении прав, наличии процесса утверждения новых библиотечных компонентов, версионности. В части автоматизации – автоматизированное создание новых радиоэлектронных компонентов, 3D-моделей печатных плат, сводных ведомостей. В части интеграции – возможность импорта и экспорта данных во внешние системы (например, ERP), возможность для каждого компонента содержать в перечне ЭРИ все необходимые модели для различных приложений (3D, УГО, посадочное место, расчётные модели и т.д.), набор ссылок и свойств проекта Altium.

Менеджер по развитию бизнеса в России и странах СНГ компании Altium Вячеслав Костинский рассказал об усилиях разработчиков по совершенствованию системы, её согласованию с российскими стандартами. Помимо того, что уже включено в новую версию, к услугам пользователей активно работающий русскоязычный форум, где продолжается ежедневный живой диалог пользователей и технических экспертов. Каждый партнёр, продающий продукты Altium, предоставляет обязательную техническую поддержку, которая является залогом правильности настроек и успешного внедрения САПР. Ряд партнеров располагает авторизованными учебными центрами, и число таких центров будет расти.

ИСТОРИИ УСПЕХА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ – ИСТОРИЯ УСПЕХА ПРОДУКТА

Огромный интерес вызвали выступления с рассказом об опыте внедрения. В программу форума было включено три внедренческих доклада: начальника группы конструкторского отдела НПО автоматики имени академика Н.А. Семихатова Татьяны Искандаровой, начальника сектора отдела ИТ и САПР ФГУП «ГНПРКЦ „ЦСКБ-Прогресс“» Олега Немцева и ведущего инженера ОАО «ФНПЦ „ННИИРТ“» Елены Романовой. Представленные ими истории успеха стали настоящим украшением форума, лучшим продолжением уже прозвучавших докладов и представленных презентаций. Без трансляции такого опыта не живёт ни одно САПР-решение: наиболее убедительными доводами в пользу представленных программ всегда будут те, что прозвучали из уст пользователей.

Татьяна Искандарова привела, к примеру, целый список причин, побудивших её предприятие перейти на Altium Designer. Вот они: прекращение дальнейшего развития системы P-CAD; импорт схем, плат, библиотек P-CAD практически без последующей коррекции; сквозная целостность разработки на разных уровнях проектирования; удобные средства построения иерархических схем; русскоязычный интерфейс; возможность создания файлов корпоративных настроек; 3D-проектирование с возможностью экспорта в механические 2D и 3D САПР; удобные средства ведения и использования библиотек элементов; гибкий подход к редактированию различных видов объектов, включая групповое редактирование; наличие программы моделирования аналоговых, цифровых и смешанных схем на базе SPICE 3f5/Xspice; наличие программы анализа целостности сигналов; возможность разработки собственного ПО, интегрированного с Altium Designer; умеренная стоимость и программы льготного приобретения. А вот результаты перехода: сокращение сроков разработки и выпуска документации, уменьшение числа ошибок; автоматизация формирования «сопутствующих» документов; автоматизированный контроль в производстве; регламентация процедуры разработки и согласования; оптимизация бизнес-процессов; полное соответствие выпускаемой документации требованиям норм и стандартов.

На форуме было объявлено о старте акции по бонусному переходу с любой версии Altium или P-CAD на Altium Designer 14. Майкл Лайдл пригласил всех участников присоединиться к этой акции, отнестись к ней как к отличному стимулу войти в мир новых возможностей, новых скоростей и нового уровня проектирования.

Форум включал не только деловую часть. После того как все презентации прозвучали, все острые вопросы были разобраны, а все призы вручены, началась немецкая пивная вечеринка, где можно было уже в неформальной атмосфере продолжить общение, насладиться обществом единомышленников.

Сообщество друзей Altium готово поделиться информацией с коллегами. Многие из них наверняка продолжат обсуждение на виртуальном форуме www.altium.ru, куда мы приглашаем заглянуть и вас.



0+

15-17 АПРЕЛЯ | 2014

МЕСТО
ПРОВЕДЕНИЯ

МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО

ПАВИЛЬОН 1, ЗАЛЫ 1, 2, 3

ВСЬ ЦВЕТ
ЭЛЕКТРОНИКИ

ufi
Approved
Event

Е • Х • Р • О ELECTRONICA



17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

**Обладатель
звания «Лучшая
выставка России»**
по тематике «Электроника
и комплектующие»
во всех номинациях*



* по итогам Общероссийского
рейтинга выставок 2011 - 2012 гг.
www.exporating.ru

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

т. (812) 380 6003/07/00,

ф. (812) 380 6001,

e-mail: electron@primexpo.ru

Совместно с выставками:



electrontech

LEDTECH
EXPO

Запросите условия участия на сайте
www.expoelectronica.ru

Реклама

© СТА-ПРЕСС

СТАТЬЯ	№ журнала
РЫНОК	
Новости российского рынка	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Идеи 60-х как материальная возможность перестроить мировую электронику XXI века <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев</i>	3
В компанию ElecPrime обращаются, когда радиоэлектронные компоненты нужны «ещё вчера»	4
История и перспективы искусственного освещения <i>Михаил Кукунов, Александр Васильев, Василий Юрченко</i>	5
Создание соединителей высочайшего класса для защиты и развития России	6
Компани «ЭСТО-Вакуум» исполняется 10 лет!	7
Современные САПР снова на марше!	7
АРГУССОФТ – 20 лет на рынке дистрибуции электронных компонентов	8
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Технология генерации сигналов Agilent Trueform <i>Алексей Бегишев</i>	2
Усовершенствование бесконтактного оптического датчика скорости <i>Станислав Растопов</i>	3
Высоковольтная СВЧ GaAs гетерозлектроника: от идеи к реальности <i>Виктор Войтович, Александр Гордеев</i>	4
Экранирующие материалы производства компании Aaronia AG <i>Дмитрий Бынкин</i>	4
Современные тенденции развития статистических методов управления качеством продукции <i>Александр Сафонов, Леонид Сафонов</i>	7
Как тестировать цифровую электронику? <i>Алексей Иванов</i>	7
Z-сенсоры – перспективное направление развития полупроводниковой микроэлектроники <i>Владислав Зотов, Полина Миронова</i>	7
Многоядерные вычислительные среды и безопасное ПО. Часть 1 <i>Пол Паркинсон</i>	8
Современные ключи и идентификаторы систем кодового доступа <i>Андрей Кашкаров</i>	8
Современная электроника и беспроводные технологии <i>Юрий Брауде-Золотарёв</i>	9
Многоядерные вычислительные среды и безопасное ПО. Часть 2 <i>Пол Паркинсон</i>	9
Оптимизация видеоканалов связи для автомобильных дисплеев и камер <i>Дейв Льюис</i>	9
ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ	
Светодиодные источники высококачественного белого света компании Sharp <i>Юрий Петропавловский</i>	1
Характеристики и особенности применения светодиодов Sree нового поколения <i>Андрей Туркин, Юрий Дорожкин, Александр Щерба, Игорь Матешев</i>	1
Компания HARTING: история успеха <i>Ольга Романовская</i>	2
Двойные тиристорные модули IXYS <i>Игорь Васильев</i>	2
Модульные блоки питания <i>Игорь Твердов, Илья Плоткин, Сергей Затулов, Дмитрий Шашолка, Алексей Морозов</i>	2
ПЛИС Xilinx серии 7 <i>Илья Тарасов</i>	3
Быстрое освоение современных микроконтроллеров серии MSP430 <i>Олег Вальпа</i>	3
Микроконтроллер MDR32F9Q2I. Часть 4. Сигналы тактовой частоты МК <i>Михаил Голубцов</i>	3
Развёртывание распределённой архитектуры электропитания на базе POL-модулей <i>Джереми Феррел</i>	4
Микросхемы однократно программируемых ПЗУ на основе технологии antifuse серий 1645PT и 5576PT <i>Павел Леонов, Тимур Волков</i>	4
Конструктивно-технологические особенности ДМОП и БТИЗ, устойчивых к спецфакторам <i>Владимир Бойко, Борис Бубукин, Александр Кастрюлёв</i>	4
Быстрое освоение микроконтроллеров STM32 <i>Олег Вальпа</i>	5
Миниатюрный приёмный модуль для базовой станции UMTS <i>Дуглас Штуцль, Тодд Нелсон</i>	5
Технологии передачи данных по электрическим сетям: элементная база компаний Yitran и Maxim для PLC-модемов <i>Юрий Петропавловский</i>	5
Многоканальный силовой полупроводниковый модуль <i>Владимир Бойко, Павел Коваленко, Виктор Шевяков, Андрей Игнатов</i>	5
Пути развития производства прямоугольных низкочастотных соединителей в России <i>Алексей Ерёмин, Александр Киселёв, Алексей Шадрин</i>	6

СТАТЬЯ	№ журнала
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: система тактирования <i>Олег Вальпа</i>	6
Мощные светодиоды Philips Lumileds – от истоков до новинок рынка <i>Игорь Матешев, Алина Муленкова, Андрей Туркин, Константин Шамков</i>	6
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: порты общего назначения GPIO <i>Олег Вальпа</i>	7
Портирование стека Keil RL-TCPNet на микроконтроллер MDR32F9Q21 <i>Андрей Шаронов, Равиль Бикметов</i>	7
Высоковольтные реле и контакторы фирмы Gigavac <i>Андрей Лахно</i>	7
Современные высокоэффективные светодиоды компании Samsung <i>Юрий Петропавловский</i>	8
Новое поколение светодиодов компании «Оптоган» <i>Павел Чечуров</i>	8
MP4034: драйвер с интегрированным силовым ключом для питания мощных светодиодов <i>Александр Щерба</i>	8
Интерфейсы датчиков для систем на кристалле <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	8
Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: универсальный последовательный порт USART <i>Олег Вальпа</i>	9
Соединители SMA с предельной частотой до 27 ГГц <i>Кива Джуринский</i>	9
Switchcraft: искусство создавать разъёмы <i>Ольга Романовская</i>	9
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ	
Многоядерная конфигурируемая вычислительная платформа Zynq-7000 <i>Александр Калачёв</i>	1
Эффективная миниатюризация	1
Многофункциональный встраиваемый контроллер (часть 2) <i>Александр Елисеев</i>	1
Технология ZigBee LightLink – просто, удобно, эффективно <i>Александр Калачёв</i>	2
Сетевые устройства для реализации «облачных вычислений» <i>Владимир Вычужанин</i>	2
Создание эффективных каналов управления устройствами GSM/GPRS через Интернет <i>Александр Елисеев</i>	2
Светодиодные источники света компании Light Engines Corporation <i>Игорь Матешев, Андрей Туркин</i>	3
Применение датчиков частоты вращения для обеспечения режимов работы и эксплуатационной безопасности роторов <i>Александр Драпезо, Игорь Буслов, Валерий Бауткин, Владимир Адашкевич</i>	3
Многофункциональный измерительный комплекс «ВОЛМА» <i>Евгений Барсуков, Александр Конопелько, Александр Огурцов, Сергей Семенович, Игорь Стецко, Олег Тягунов, Александр Шандицев</i>	3
Программируемый источник питания постоянного тока <i>Ангелина Шадейко</i>	3
Форм-фактор StackPC – новый подход к разработке встраиваемых модулей и систем. Часть 1. Защищённые компьютеры на базе одноплатных, Stack- и COM-модулей <i>Алексей Сорокин</i>	4
Сложные задачи разработки DC/DC-преобразователей для миссии на Марсе <i>Виктор Жданкин</i>	4
AC/DC-преобразователи класса Industrial производства компании TESLA Electric <i>Александр Гончаров, Сергей Довбышев</i>	4
Источники питания компании Inventronics для светодиодного освещения <i>Андрей Егоров</i>	4
Калибровка эталонного источника мощности 1 мВт 50 МГц <i>Хок Енг</i>	4
Форм-фактор StackPC – новый подход к разработке встраиваемых модулей и систем. Часть 2. Стандарт StackPC и системы на его основе <i>Алексей Сорокин</i>	5
AC/DC-преобразователи класса Industrial производства компании TESLA Electric <i>Александр Гончаров, Сергей Довбышев</i>	5
Форм-фактор StackPC – новый подход к разработке встраиваемых модулей и систем. Часть 2. Стандарт StackPC и системы на его основе (продолжение) <i>Алексей Сорокин</i>	6
Платформа ARM открывает новые перспективы развития «компьютеров-на-модуле» <i>Александр Ковалёв</i>	6
DC/DC-преобразователи класса Industrial производства компании TESLA Electric <i>Александр Гончаров, Сергей Довбышев</i>	6
Источники питания компании TOELLNER <i>Екатерина Ветошкина</i>	6
Применение в электроэнергетике источников питания серии Westcor от компании Vicor <i>Руслан Скрышевский</i>	6
Измерения в частотной области: анализатор спектра или осциллограф? <i>Дональд Вандервейт</i>	6
Волоконно-оптический датчик ускорений с цилиндрической линзой <i>Татьяна Мурашкина, Кирилл Серебряков, Ольга Юрова, Александр Удалов, Антон Щевелёв</i>	6

СТАТЬЯ	№ журнала
Цифровые измерители мощности серии 66200 <i>Сергей Гудков, Ангелина Шадейко</i>	7
Промышленные системы ионизации – инновационное средство нейтрализации электростатических разрядов <i>Руслан Безяев</i>	8
Волоконнооптический датчик аэродинамических углов на основе дифференциального преобразователя угловых перемещений <i>Татьяна Мурашкина, Елена Бадеева, Дмитрий Серебряков, Кирилл Серебряков, Александр Удалов, Ольга Юрова</i>	8
Как конденсаторы затрудняют тестирование при изменении постоянного напряжения питания <i>Боб Золло</i>	9
Программируемые источники питания переменного тока Chroma 61511/61512-ТЕСТ <i>Егор Силин</i>	9
ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ	
Устройство для выравнивания напряжений на элементах батареи суперконденсаторов <i>Михаил Сизов</i>	1
Программируемый автомат световых эффектов <i>Сергей Шишкин</i>	1
Простое низковольтное решение для питания светодиодов высокой яркости от литиевых батарей <i>Кейт Уэлш</i>	1
Работа с внешней последовательной энергонезависимой памятью <i>Денис Ягов</i>	1
Особенности аналоговых интерфейсов датчиков. Часть 1 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	2
Тиристорный регулятор скорости вращения коллекторных двигателей постоянного тока <i>Алексей Кузьминов</i>	2
Беспроводная система точного времени с первичным датчиком от GPS. Часть 1 <i>Павел Редькин</i>	2
Многоканальный счётчик на микроконтроллере <i>Сергей Шишкин</i>	2
Беспроводная система точного времени с первичным датчиком от GPS. Часть 2 <i>Павел Редькин</i>	3
Изменение параметров пьезоэлектрических преобразователей с помощью добавочных элементов <i>Валерий Шарапов, Жанна Сотула, Лариса Куницкая, Александр Ткаченко</i>	3
Особенности аналоговых интерфейсов датчиков. Часть 2 <i>Олег Дворников, Владимир Чеховский, Валентин Дятлов, Николай Прокопенко</i>	3
Интерфейс RS-485 с гальванической развязкой <i>Платон Денисов</i>	3
Контроль тока нагрузки ШИМ при помощи высоковольтного токочувствительного усилителя <i>Маурицио Гавардони, Акшей Бхат</i>	4
Контроль состояния и учёт времени наработки информационных и радиотехнических систем <i>Владимир Бартев</i>	4
Устройство управления и защиты электродвигателя погружного насоса <i>Евгений Колесников</i>	5
Пульт управления приводами шаговых двигателей <i>Сергей Шишкин</i>	5
Применение объёмных резонаторов в пьезоэлектрических электроакустических преобразователях <i>Валерий Шарапов, Анна Салагор, Жанна Сотула, Василий Заика</i>	5
Система обогрева на базе терморегулятора МEТАKОН-562 и микроконтроллеров фирмы ATMEL <i>Сергей Шишкин</i>	6
Преодоление ограничений медных технологий интеграцией FPGA и оптических приёмопередатчиков <i>Владимир Вычужанин</i>	6
Низкочастотный генератор на основе синтезатора частоты AD9833. Часть 1. Описание аппаратных средств и настройка генератора <i>Алексей Кузьминов</i>	8
Магнитный автопилот для судомоделизма <i>Татьяна Колесникова</i>	9
Низкочастотный генератор на основе синтезатора частоты AD9833. Часть 2. Программные средства и результаты испытаний <i>Алексей Кузьминов</i>	9
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ	
Использование комплекта разработки NT102-0272 XtremeDSP для решения задачи демультимплексирования цифровых сигналов с помощью ПЛИС <i>Павел Львов, Александр Тумачек</i>	1
Проверка дизайна электронных устройств на соответствие стандарту ISO 26262 <i>Валерий Клименко</i>	1
Быстрая разработка устройств ЦОС в системе Xilinx System Generator <i>Александр Литвинов</i>	1
Altium Designer 10: многопользовательская работа с использованием системы управления версиями SVN <i>Сергей Худяков, Алексей Сабунин</i>	1
Эффективное использование высокоскоростных правил в Cadence® Allegro® PCB Editor <i>Анатолий Сергеев</i>	2
Актуальные вопросы, возникающие при разработке светодиодных светильников <i>Сергей Матвеев</i>	2
Altium Designer 2013: новые возможности – шаг навстречу российским пользователям <i>Алексей Сабунин</i>	3

СТАТЬЯ	№ журнала
Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем <i>Николай Авдеев, Пётр Бибило</i>	3
Разработка топологии печатных плат с помощью Allegro/OrCAD PCB Editor. Часть 3. Создание библиотек посадочных мест компонентов <i>Анатолий Сергеев</i>	4
Обоснованный подход к нормативам пульсаций светодиодного освещения <i>Илья Ошурков</i>	4
Адаптивные алгоритмы управления упругомассовыми объектами с неизвестными математическими моделями <i>Наталья Гудкова, Ксения Бесклубова</i>	4
Обзор технологий проектирования печатных плат Cadence Allegro PCB Designer <i>Анатолий Сергеев</i>	5
Средства VHDL для функциональной верификации цифровых систем. Методология OS-VVM <i>Николай Авдеев, Пётр Бибило</i>	5
Синхронизация магнетронов с выводом энергии в свободное пространство <i>Игорь Иванов, Александр Курушин</i>	7
Что такое источник питания с автоматическим выбором диапазона? <i>Боб Золло</i>	7
Создание SPICE-моделей магнитных компонентов с использованием систем AccuSim II и Eldo <i>Юрий Злоказов, Юрий Климанский, Андрей Лохов, Алексей Рабоволюк</i>	7
Дополнительные приложения для OrCAD <i>Анатолий Сергеев</i>	7
К вопросу о точности расчёта программ электродинамического моделирования СВЧ-устройств <i>Александр Курушин</i>	8
Активные автодинные датчики в различных частотных диапазонах <i>Анатолий Трубачёв, Андрей Люлякин, Василий Юрченко</i>	8
Решение проблем проектирования и тестирования РЛС и средств РЭБ с помощью моделирования в САПР Agilent SystemVue <i>Динчин Лу</i>	8
Моделирование МК с использованием объектно-ориентированных языков высокого уровня <i>Константин Оськин</i>	9
Altium Designer 14: обзор новых возможностей <i>Алексей Сабунин</i>	9
ВОПРОСЫ ТЕОРИИ	
Ресурсные испытания мощных GaN-транзисторов на подложке SiC (при высокой температуре и большой мощности СВЧ) <i>Брайан Барр, Дэн Буркхард</i>	6
Ватты и вольт-амперы – извечная путаница <i>Нил Расмуссен</i>	9
СОБЫТИЯ	
Международная специализированная выставка РАДЭЛ 2012	1
Мюнхен. Ноябрь. electronica	1
День встраиваемых технологий Microsoft в Екатеринбурге	1
Бортовая радиоэлектроника 75 лет назад	2
6-я Международная конференция «Встраиваемые технологии 2013. Современные программные и аппаратные решения»	3
«Электроника-Транспорт 2013» – насыщенная программа для специалистов!	3
«ЭкспоЭлектроника»: выбор очевиден	3
Конференция по российскому рынку микроэлектроники	4
Конференция «Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и транспортных систем»	4
Изобретения Олега Лосева, которые потрясли мир. К 110-летию со дня рождения учёного <i>Владимир Бартенев</i>	5
«ЭкспоЭлектроника 2013»: устойчивый рост и новые проекты	5
Время перемен на рынке ВКТ	5
Выставка «ЭлектроТранс 2013»: здоровый транспорт для современной России!	5
Новая электроника на «Новой электронике»	5
Дуэт Tektronix-Fluke: информация «из первых рук»	6
Altium ведёт диалог с пользователями по российским стандартам	6
SEMICON Russia 2013 вышла на новый уровень	6
Конференция по российскому рынку микроэлектроники: путь предстоит длинный	7
Итоги международного МЭМС-Форума 2013	7
Выставка Interlight Moscow	7
Первые работы в СССР в области УКВ. К 90-летию создания Центральной радиолaborатории в Ленинграде <i>Владимир Бартенев</i>	7
МЭК против контрафакта	7
Конференция по энергоэффективности: жизнь в новом свете	9
Новое поколение встраиваемых компьютерных технологий	9
Новинки контрольно-измерительного оборудования Agilent Technologies	9
Обзор IX Всероссийской конференции «Нитриды галлия, индия и алюминия: структуры и приборы»	9
Altium: навстречу российскому пользователю	9



TDK-Lambda

Power Supply Solutions.
Worldwide



- AC/DC
- DC/DC
- 1.5W – 15.000W
- Standard – Custom

TDK-Lambda СНГ ❖ www.tdk-lambda.ru ❖ info@tdk-lambda.ru

TDK-Lambda – мировой лидер
по производству промышленных источников питания –
приглашает специалистов на семинары:
«СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ»

Москва, 26–28 ноября 2013, выставка «Силовая электроника»

- 11.00–11.30** Развитие программируемых источников питания и новые применения
- 12.30–13.00** Новые источники питания как ответ на задачи промышленности
- 14.00–14.30** Источники питания для жестких условий эксплуатации

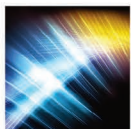
Место проведения: Москва, Крокус-Экспо, павильон 2, зал 6. Стенд TDK-Lambda – D01.

Для участия в семинарах зарегистрируйтесь по электронной почте: info@tdk-lambda.ru

TDK-Lambda
Innovating Reliable Power

Коммерческая поддержка: +7 495 665 2627

Техническая поддержка: +7 812 658 0463



10-я Международная выставка

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА



POWER ELECTRONICS

26 – 28 ноября 2013

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ | МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

БУДЬ С ЛИДЕРАМИ!



Power and productivity
for a better world™



TDK-Lambda



АНГСТРЕМ



Организаторы:



Тел.: +7 (812) 380 6003/ 07,
факс: +7 (812) 380 6001/ 00,
e-mail: power@primexpo.ru

Условия участия
в выставке на сайте:

www.powerselectronics.ru

Измерители и датчики мощности Agilent

Мировой стандарт в ВЧ/СВЧ измерениях

E4416A/E4417A серии EPM-P

N1911A/N1912A серии P

N1913A/N1914A серии EPM

Модульные измерители мощности N8262A LXI-C

USB-измерители мощности U2000

Измерители и датчики мощности Agilent работают на всех этапах создания новых продуктов - от разработки и моделирования до полевых испытаний базовых станций

- Частотный диапазон: от 9 кГц до 110 ГГц
- Динамический диапазон: от -70 дБм до 44 дБм
- Видеополоса: до 30 МГц
- Мониторинг до 20 каналов с помощью ПО анализа мощности N1918A

Рекомендации по измерению мощности в оборудовании и сетях LTE
www.agilent.com/find/RFpowertips

