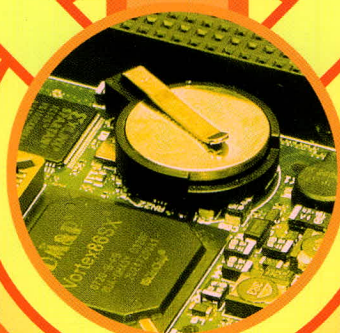
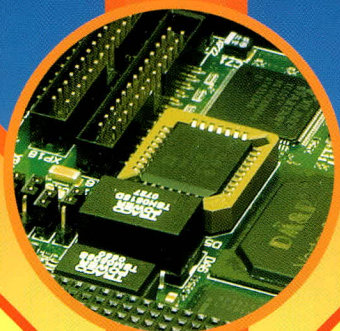
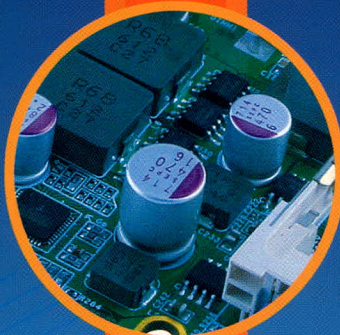


СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 2 2009

www.soel.ru



- 3D-технологии в 2009 году
- Металлоконструктивы компании Hartmann Elektronik
- САПР TopoR
- Altium Designer Winter 09
- Отладка программ в среде Keil uVision

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ДРАЙВЕРЫ



Стабильно и надёжно!

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

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

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



ПАРАМЕТР*	XLD-PS-003	XLD-PS-230035xxx-10W			XLD-PS-230035IP-13W
		XLD-PS-230035AF-10W	XLD-PS-230035AFS-10W	XLD-PS-230035C-10W	
Входное напряжение	~(160–265 В) ±10%, 50–60 Гц	~230 В ±10%, 50–60 Гц	~230 В ±10%, 50–60 Гц	~230 В ±10%, 50–60 Гц	~(140–240 В), 50–60 Гц
КПД	90%	85%	85%	56–80%	84%
Выходной ток	(350/500/700) мА ±5%	350 мА ±5%	350 мА ±5%	350 мА ±5%	350 мА ±5%
Выходное напряжение	10...60 В	3...29 В	3...29 В	3...29 В	20...40 В
Выходная мощность	3...40 Вт	1...10 Вт	1...10 Вт	1...10 Вт	8...13 Вт
Количество последовательно соединённых СД на основе InGaN-структуры (белые, синие, зелёные)	3...16	1...9	1...9	1...9	7...12
Количество последовательно соединённых СД на основе AlInGaP-структуры (красные, оранжевые)	4...21	1...13	1...13	1...13	9...17
Коэффициент мощности	—	>0,98	>0,98	—	0,8
Температурный диапазон эксплуатации	–20...+60°C	–20...+60°C	–20...+60°C	–40...+85°C	–40...+50°C
Габаритные размеры (Д × Ш × В)	102,0 × 88,0 × 36,0 мм	141,0 × 45,0 × 26,5 мм	143,0 × 34,0 × 26,0 мм	97,5 × 40,5 × 31,0 мм	129,0 × 29,0 × 23,0 мм
Класс защиты	IP40	IP40	IP40	IP67	IP20

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

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ XLIGHT В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

Главный редактор
Александр Майстренко

Зам. главного редактора
Татьяна Крюк

Редакционная коллегия
Андрей Данилов, Олег Фёдоров

Вёрстка
Александр Либков

Обложка
Дмитрий Юсим

Служба распространения
(circul@soel.ru)
Мария Кашайкина, Ольга Галыбина

Служба рекламы
(advert@soel.ru)
Ирина Савина, Александр Максимов

Издательство «СТА-ПРЕСС»
Директор Константин Седов
Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26
Телефон: (495) 232-0087
Факс: (495) 232-1653
Сайт: www.soel.ru
E-mail: info@soel.ru

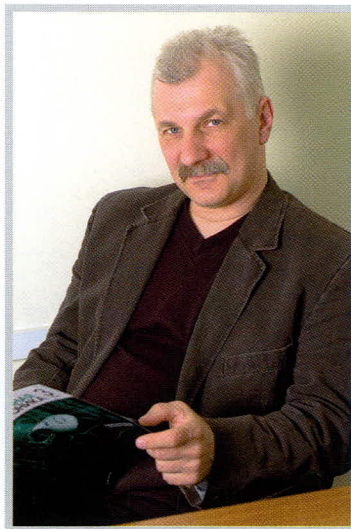
Журнал выходит 9 раз в год

Тираж 10 000 экземпляров
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 года)
Свидетельство № 00271-000 о внесении в Реестр надёжных партнеров Торгово-промышленной палаты Российской Федерации
Цена договорная

Отпечатано:
ОАО «Полиграфический комплекс
"Пушкинская площадь»
Адрес:
109548, г. Москва, ул. Шоссейная, д. 4д

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей несут авторы.
Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.
© СТА-ПРЕСС, 2009

ПК «ПУШКИНСКАЯ ПЛОЩАДЬ»
СИГНАЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР
ДАТА 04.02.2009 ЗАКАЗ 09-0196
Майр



Уважаемые читатели!

С самого начала нынешнего кризиса стало понятно, что из всех игроков рынка электронных компонентов наиболее уязвимы не дистрибьюторы, а журналы и выставки, и фактический уход с рынка старого уважаемого журнала подтверждает эту мысль. Открыв недавно последний полученный мной номер Chip News и прочитав статью его главного редактора, я понял, что этот номер действительно последний в буквальном смысле этого слова.

Журнал был создан в 1996 г. моим давнишним, ещё институтским знакомым Александром Биленко, человеком ярким, талантливым, необыкновенно креативным. В ту пору это был если не первый, то один из первых журналов для разработчиков электронной техники, один из пионеров этой непростой области журналистики. Благодаря интересному наполнению он быстро завоевал популярность не только у читателей, но и у рекламодателей, благодаря чему пережил кризис 1998 г. Переломным моментом в жизни журнала можно считать 2002 г., когда Александр возглавил выставочную компанию и уже не мог уделять должного внимания журналу. В редакции начались долгие и фактически безрезультатные поиски главного редактора, и часто на этом посту оказывались случайные люди. «Незаменимых у нас нет»? Чаще всего это, наверное, справедливо, но когда речь идет о таком тонком организме, как журнал, где каждый человек очень значим, то на ум приходит другая фраза бывшего вождя: «Кадры решают всё». Интерес к журналу снизился, он стал испытывать трудности с подпиской и сбором рекламы, а как результат – решение о прекращении выпуска бумажного варианта и переходе в виртуальный мир Интернета.

Я считаю, что это первая ощутимая потеря от кризиса.

Но хватит о грустном. Воспринимать кризис не как беду, а как вызов, на который надо дать достойный ответ, – вот основной принцип его преодоления. И мы его преодолеем.

*С уважением,
Александр Майстренко*

Market

News from the Russian Market	4
------------------------------------	---

Modern Technologies

3D Technologies in 2009	10
<i>Petr Mikhailov</i>	

Elements and Components

Metallic Items and Backboards from Hartmann Elektronik: a Review	14
<i>Konstantin Solonin</i>	

Practical Electronics

Advanced Circuit Design for Welding Inverters (part 2)	16
<i>Sergei Petrov</i>	

Condensate-Preventing System	24
<i>Sergei Shishkin</i>	

Design and Simulation

TopoR CAD System: Manual Editing	28
<i>Sergei Luzin, Gevorg Petrosyan, Oleg Polubasov</i>	

Altium Designer Winter 09: Component Layout on the Board and Printed-Circuit Wiring	38
<i>Aleksei Sabunin</i>	

Practical Course of End-to-End Design of Digital Devices Based on Xilinx PLICs (part 20)	48
<i>Valerii Zotov</i>	

Programming

Multiplex Protocol for GSM Modules from Siemens (part 2)	56
<i>Aleksandr Sedunov</i>	

Debugging of Programs for 8051 Series Microcontrollers in the Keil uVision Environment	60
<i>Andrei Soshkin, Vladimir Trubchaninov</i>	

Theory

Application of the Ergodic Hypothesis for Parameter Measuring and Processing of Data Measured in the IR part of the Spectrum	70
<i>Grigorii Zelenov</i>	

Events

PowerElectronics and Powertek: Summing up «Power» Junction	76
--	----

Exhibitions «Automation», «Radio Electronics and Instrument Engineering» and «Electrical Engineering» in St. Petersburg	77
---	----

Рынок

- 4 Новости российского рынка

Современные технологии

- 10 3D-технологии в 2009 году
Пётр Михайлов

Элементы и компоненты

- 14 Обзор металлоконструктивов и объединительных плат компании Hartmann Elektronik
Константин Солонин

Практическая электроника

- 16 Перспективная схемотехника сварочных инверторов (часть 2)
Сергей Петров

- 24 Система защиты от образования конденсата
Сергей Шишкин

Проектирование и моделирование

- 28 САПР TороR. Ручное редактирование
Сергей Лузин, Геворг Петросян, Олег Полубасов

- 38 Altium Designer Winter 09 – Размещение компонентов на плате и трассировка печатных проводников
Алексей Сабунин

- 48 Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx (часть 20)
Валерий Зотов

Программирование

- 56 Реализация мультиплексного протокола для GSM-модулей Siemens (часть 2)
Александр Седунов

- 60 Особенности отладки программ для микроконтроллеров семейства 8051 в среде Keil uVision
Андрей Сошкин, Владимир Трубчанинов

Вопросы теории

- 70 Применение эргодической гипотезы для измерения параметров и обработки результатов измерений в инфракрасной области спектра
Григорий Зеленов

События

- 76 PowerElectronics и Powertek: подводим итоги «силового» объединения

- 77 Выставки «Автоматизация», «Радиоэлектроника и приборостроение» и «Промышленная электротехника» в Санкт-Петербурге

Новости российского рынка

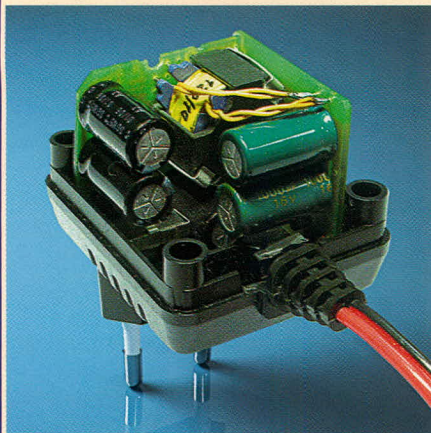
Элементы и компоненты

Компактный 45-ваттный энергосберегающий сетевой адаптер со сверхвысокой удельной мощностью

Компания МЭЛТ объявила о расширении своей линейки сетевых адаптеров. Сетевой адаптер мощностью 45 Вт выполнен в том же корпусе, что и вся линейка от 3 до 18 Вт. Удельная мощность нового адаптера равна 0,55 Вт/см³ при конвекционном отводе тепла от корпуса.

Высокую удельную мощность и КПД более 90% удалось достичь благодаря современной элементной базе и применению эффективной квазирезонансной обратной ходовой технологии совместно с синхронным выпрямителем на выходе. В качестве элементной базы использованы контроллеры новейшего поколения фирмы NXP и MOSFET с малыми сопротивлениями канала. Новые адаптеры выпускаются с выходными напряжениями 12, 15, 16, 18, 20, 24 В и предназначены для работы от сети переменного напряжения 176...264 В (47...60 Гц). Адаптеры соответствуют ГОСТ Р: МЭК 60065-2002; 51318.14.1-2006 Разд. 4; 51317.3.2-2006 Разд. 6,7; 51317.3.3-99, имеют сертификат соответствия РОСС RU, АЯ27.В21190 и выпускаются по РАЕЖ.436240.004 ТУ.

Адаптер отвечает самому современному стандарту Energy STAR V, версия 2.0 по энергосбережению и КПД. В режиме без нагрузки собственное потребление адаптера не более 0,3 Вт.



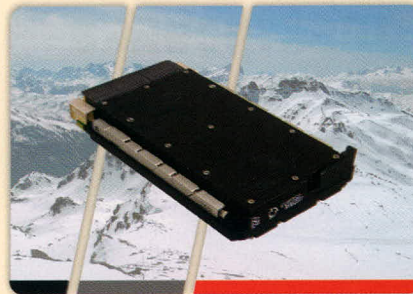
Имеются все необходимые защиты: от перегрева, от КЗ, от выхода из строя обратной связи, ограничение тока по выходу. Срок службы не менее 30 000 ч.

Более подробная информация на сайте.

www.melt.com.ru
Тел. (495) 662-4414

Curtiss-Wright VPX3-683: 1/10 Gigabit Ethernet коммутатор/маршрутизатор формате VPX 3U

Компания Curtiss-Wright Controls Embedded Computing – производитель встраиваемых компьютерных плат и систем для военных применений – выпустила новый модуль в стандарте VPX (VITA 46): Gigabit Ethernet коммутатор/маршрутизатор для бортовых сетей в малогабаритном формате 3U.



Коммутатор VPX3-683 имеет 24 порта Gigabit Ethernet (SerDes) и два порта 10-Gigabit Ethernet (XAUI), которые выведены на объединительную панель VPX и могут использоваться для разводки как по объединительной панели, так и для вывода на внешние разъемы с помощью дополнительного модуля тыльного ввода/вывода RTM (Rear Transition Module).

Коммутатор VPX3-683 выпускается в расширенном диапазоне температур -40...+85°C в исполнениях для воздушного и кондуктивного охлаждения, а также в варианте исполнения VPX-REDI (VITA 48) с защитным кожухом для обслуживания в полевых условиях.

Curtiss-Wright CEC выпускает также коммутаторы для бортовых сетей в форматах 6U VPX (VPX6-684), 6U VME (SVME/DMV-680/682), 3U CompactPCI (SCP/DCP-681) и отдельностоящие коммутаторы SwitchBox в корпусах кондуктивным охлаждением.

www.avdsys.ru
Тел: (499) 148-9677

Первый российский ARM-микроконтроллер выйдет в 2009 г.!

Российский дизайн-центр ЗАО «ПКК Миландр» заключил лицензионное соглашение с компанией ARM о приобретении синтезируемых исходных кодов 32-разрядного микропроцессорного ядра ARM® Cortex™-M3. На основе этого ядра будет

разработана новая серия 32-разрядных высокопроизводительных микроконтроллеров. Первый микроконтроллер будет иметь до 128 Кб EEPROM памяти программ и до 64 Кб ОЗУ и будет работать на частоте до 80 МГц. Широкая периферия включает интерфейсы CAN, USB OTG, UART, SPI и I²C. Микроконтроллер имеет встроенные контроллеры внешней памяти различных типов SRAM, NAND FLASH и поддержку карт памяти SD и MMC. В микроконтроллере реализовано 16 каналов 12-разрядного АЦП со скоростью преобразования до 1 Мвыборок в секунду, также реализованы 12-разрядный ЦАП, схема аналоговых компараторов. Микроконтроллер снабжен внутренним датчиком температуры и имеет отдельный батарейный домен с часами реального времени и аварийной памятью сохранения. Микроконтроллер рассчитан на применение в диапазоне напряжений питания от 2 до 3,6 В и рабочие температуры от -60 до +125°C.

www.milandr.ru
Тел. (495) 601-9545

Новые недорогие конденсаторы от фирмы EPCOS

Компания EPCOS запустила новый завод по производству качественных электролитических конденсаторов в Китае. Благодаря этому на российский рынок могут быть поставлены конденсаторы по очень привлекательным ценам, конкурентным с ценами большинства китайских и корейских производителей. В линейке EPCOS появились тридцать две новые серии «бюджетных» алюминиевых электролитических конденсаторов со сроком службы до 5000 ч, среди которых с защелкиваемыми выводами, радиальные под пайку и для поверхностного монтажа (SMD). Данные серии предназначены для применения в бытовой и промышленной электронике.

Конденсаторы для поверхностного монтажа охватывают диапазон ёмкостей от



Новости российского рынка

0,1 до 1500 мкФ и рассчитаны на напряжения от 4 до 100 В(DC) и температурные диапазоны: $-40...+85^{\circ}\text{C}$ и $-40...+105^{\circ}\text{C}$. В зависимости от величины ёмкости корпуса имеют размеры от $4 \times 5,4$ мм до 10×10 мм ($d \times l$). Конденсаторы серии B41142*, минимальное значение ESR которых достигает 0,8 Ом, особенно подходят для применения в устройствах с большими пульсирующими токами. Срок службы этих конденсаторов составляет 3000 ч при температуре 105°C .

Перечень типонаименований и технические характеристики всех серий можно найти в новом каталоге, а также на сайте. Кроме этого, с целью облегчения поиска нужного конденсатора в базу данных X_Reference (www.epcos.com/xref) добавлены более 5000 кодов заказа на алюминиевые компоненты для поверхностного монтажа. За дополнительной информацией обращайтесь в представительство компании EPCOS в России.

www.epcos.com
Тел. (495) 737-1665

Блоки управления бесколлекторными двигателями

В последнее время в машиностроении наблюдается тенденция повышения требований к качеству и надёжности электропривода. Традиционные коллекторные двигатели постоянного тока всё больше вытесняются бесколлекторными двигателями, обладающими гораздо более высокой надёжностью, сроком службы и другими качественными показателями. Компания ООО «НПФ Электропривод» поставляет низковольтные бесколлекторные двигатели постоянного тока мощностью от единиц до нескольких сотен ватт, которые могут быть

использованы, в том числе, там, где применение высоковольтных двигателей невозможно. Такие двигатели требуют для своей работы специальных блоков управления, поэтому фирмой «НПФ Электропривод» разработана и запущена в производство линейка микропроцессорных блоков управления бесколлекторными двигателями. Данные устройства позволяют управлять двигателем с помощью аналоговых входов, имеют встроенный индикатор, отображающий скорость вращения, и интерфейс USB для подключения к ПК. В блоке предусмотрена аппаратно-программная защита от аварийных ситуаций, контролируется ток двигателя и напряжение питания.

www.electroprivod.ru
Тел./факс: (812) 703-0981,
(812) 493-2726

Компактный (высота 1U) DC/AC-инвертор с низким коэффициентом гармоник и выходной мощностью 3 кВА

Компания Schaefer объявила о расширении ряда DC/AC-инверторов с улучшенным гармоническим составом выходного напряжения. Новые инверторы с выходной мощностью 3 кВА «упакованы» в компактный корпус высотой 1U. Весьма эффективные и надёжные модели DC/AC-инверторов серии AEP-A3000R с низким значением коэффициента гармоник имеют преимущества перед моделями с модифицированным или квазисинусоидальным выходным напряжением, обеспечивая «чистую» выходную мощность для электропитания чувствительных к форме напряжения нагрузок и для улучшения технических характеристик оборудования, питающегося от сетей переменного напряжения.

Инверторы серии AEP-A3000R доступны в трёх стандартных конфигурациях для работы от сетей постоянного тока с напряжениями 12, 24 и 48 В. Предлагаются модели с выходными напряжениями 115 или 230 В (частота 50/60 Гц), отклонение напряжения от номинального в пределах $\pm 3\%$. Встроенный автоматический переключатель резервирования обеспечивает за 4...6 мс переключение на источник альтернативного энергоснабжения, если пропадает напряжение в сети постоянного тока.

Все модели серии AEP-A3000R оснащены защитой от перегрузки с простым



считыванием сигналов тревог (о низком напряжении, коротком замыкании, перегрузки по напряжению входа, перегрева, перегрузки и низком заряде батарей) с удобного цифрового дисплея. Дисплей также показывает напряжение, силу тока, мощность и температуру. Значение КПД лежит в диапазоне 84...90% и зависит от конкретной модели. Широкий диапазон рабочих температур $-30...+50^{\circ}\text{C}$ позволяет применять инверторы в жёстких условиях окружающей среды. Низкий уровень электромагнитных помех минимизирует влияние на чувствительную аппаратуру.

Компактная конструкция (высота 1U) для монтажа в 19" шкафы является прочной и идеальной для использования в промышленности, коммунальном хозяйстве, военном, коммуникационном оборудовании, морской аппаратуре, автомобилях технической помощи и в других применениях для резервирования сетей энергоснабжения.

Серии DC/AC-инверторов с низким коэффициентом гармоник выходного напряжения включает также модели с выходной мощностью 700 Вт и ниже для монтажа в 19" конструктивы.

Приобрести DC/AC-инверторы можно у дистрибьютора продукции Schaefer в России – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

45-ваттные DC/DC-преобразователи для электропитания аппаратуры железнодорожного транспорта

Компания Schaefer объявила о начале выпуска DC/DC-преобразователей серии ACR45, которые при размерах $50,8 \times 50,8 \times 11$ мм обеспечивают в нагрузке мощ-



Новости российского рынка

ность 45 Вт. Модули серии ACR45 отвечают требованиям стандарта EN50155 к электронной аппаратуре, предназначенной для применения на подвижном составе железнодорожного транспорта и других транспортных системах; эти модули могут также использоваться в других ответственных приложениях, таких как системы отображения информации, системы освещения, системы управления и развлекательные системы для пассажиров.

Диапазоны входных напряжений 14,4...40 В и 9...36 В постоянного тока являются стандартными, готовятся к производству модели с диапазоном входного напряжения 66...154 В. Предлагаются модели с выходными напряжениями 5, 12, 15 и 24 В, которое может регулироваться в диапазоне +10%/-20% от номинального значения. Коэффициент нестабильности по напряжению менее $\pm 0,5\%$, коэффициент нестабильности по току 1% при изменении нагрузки от 10 до 100%. Другими достоинствами преобразователей серии ACR45 являются низкая пульсация выходного напряжения 1% (от пика до пика), параллельная работа до трёх модулей, дистанционное включение/выключение, внешняя обратная связь, внешняя синхронизация частоты преобразования, КПД до 89%, а также высокое значение наработки до отказа (1 000 000 ч). Комплекс защит включает защиту от перенапряжения и перегрузки по току, а также сигнал, информирующий о перегреве.

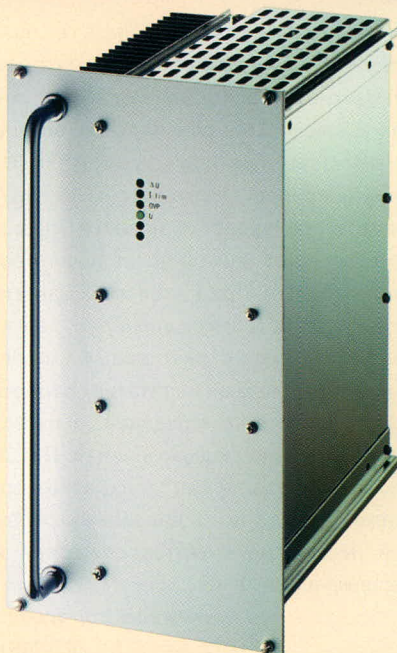
Диапазон рабочих температур окружающей среды от $-40...+85^{\circ}\text{C}$, устойчивость к воздействию вибрации и механических ударов в соответствии с требованиями стандарта EN61373. Модули соответствуют требованиям стандарта безопасности EN60950-1, по электромагнитной совместимости отвечают требованиям стандартов EN50121-3-2:2006 и EN55011:2007 (класс А).

Приобрести эти изделия можно у дистрибьютора продукции Schaefer в России – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Эффективные, надёжные и компактные 2500-ваттные преобразователи напряжения для ответственных применений

Компания Schaefer представила серию C4700, включающую 2500-ваттные



DC/DC-преобразователи, источники питания AC/DC и модули для регулирования процессов заряда-разряда аккумуляторных батарей. Надёжная конструкция изделий серии C4700, выполненная из компонентов промышленного класса, обеспечивает высокий КПД, характеризуется небольшими размерами и может применяться в жёстких условиях окружающей среды в различных отраслях промышленности, таких как управление железнодорожным транспортным и телекоммуникации на железнодорожном транспорте, военные приложения, альтернативные источники энергии, системы управления производственными процессами.

Серия 4700 характеризуется обширным рядом моделей – более 200. Возможны также модификации изделий в соответствии с требованиями заказчиков.

Девять вариантов стандартных диапазонов входных напряжений постоянного тока перекрывают диапазон от 10 до 800 В. Модели источников питания AC/DC предлагаются с возможностью работы от однофазной или трёхфазной сети переменного тока, так же как и модули с регулированием процесса заряда-разряда аккумуляторных батарей. Одноканальные модели доступны с 12 стандартными диапазонами, охватывающими диапазон 4,5...400 В. Все выходные напряжения регулируются и стабилизированы: нестабильность по току 0,2%, а нестабильность по напряжению равна 0,1%.

Модули DC/DC-преобразователей и источники питания AC/DC оснащены функциями дистанционного включения/отключения и внешней обратной связи. Изделия серии C4700 оснащены полным

комплексом защит и характеризуются значением КПД до 95%. Диапазон рабочих температур устройств $-20...+75^{\circ}\text{C}$. Возможен заказ моделей с диапазоном рабочих температур $-40...+75^{\circ}\text{C}$.

Конструктивно модули выполняются в 19-дюймовых корпусах высотой 6U и глубиной 306 мм для установки в каркасы, для монтажа на стену или шасси. Доступно множество дополнительных опций: развязывающие диоды для параллельного включения и резервирования, дополнительное конструктивное упрочнение, сигнализация о неисправностях, системный сброс и функции программирования/мониторинга.

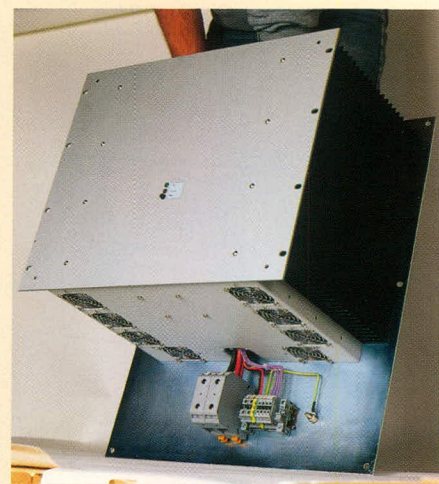
www.prosoft.ru
Тел. (495) 234-0636

Промышленные инверторы DC/AC с низким коэффициентом гармоник и трёхфазным выходом

Компания Schaefer предлагает инверторы DC/AC серии IV. Для формирования симметричного трёхфазного выхода в инверторах серии IV предусмотрена синхронизация трёх отдельных инверторов и трёх выходных трансформаторов. Трансформаторы обеспечивают гальваническую развязку входных цепей от выходных и преобразование выходного напряжения до требуемого уровня.

Доступны свыше 150 стандартных моделей с выходными мощностями от 600 ВА до 30 кВА. Восемь различных входных диапазонов охватывают напряжения от 20 до 800 В, выходные напряжения можно выбирать в диапазонах: $3 \times 200\text{ В}$, $3 \times 400\text{ В}$ или $3 \times 480\text{ В}$ переменного тока.

Смонтированные в модульные системы со сменными инверторами, устройства серии IV отличаются возможностью подстройки/программирования, выбора фик-



Новости российского рынка

сированной или синхронизированной частоты, что позволяет создавать конфигурации для несимметричных нагрузок и обеспечивает способность выдерживать пиковые нагрузки.

Диапазон рабочих температур устройств $-20...+75^{\circ}\text{C}$, но возможна поставка модификаций с расширенным диапазоном температур $-40...+75^{\circ}\text{C}$. Дополнительными опциями серии IV являются конструктивная прочность и функции программирования/мониторинга.

Применение электронных компонентов индустриального класса, защита от длительного короткого замыкания и перегрузки, отключение при перегреве с самовосстановлением делает инверторы серии IV совершенным выбором для ответственных применений.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Новые компактные 12- и 20-ваттные DC/DC-преобразователи с широким диапазоном входных напряжений (4 : 1)

Компания XP Power объявила о двух дополнениях к своей линейке маломощных DC/DC-преобразователей. Выполненные в герметизированных металлических корпусах DIP24, 12-ваттные модули серии JTF12 имеют размеры $31,75 \times 20,32 \times 10,4$ мм; 20-ваттные модули серии JTM20 выполнены в стандартных корпусах с размерами основания корпуса $25,4 \times 50,8$ мм. Новые модули DC/DC-преобразователей характеризуются значением КПД до 91%. Преобразователи предназначены для применений во встраиваемых системах и



оборудовании различного назначения. Конструктивное исполнение приборов в популярных форматах делает их недорогой альтернативой применяемым источникам питания других производителей без необходимости доработки печатных плат.

Обе серии характеризуются широким соотношением предельных отклонений напряжения питающей сети постоянного тока (4 : 1): диапазоны напряжений 9...36 и 18...75 В охватывают номинальные значения входных напряжений 12, 24 или 48 В. Две серии включают 28 одноканальных и двухканальных моделей. Одноканальные модели предлагают выходные напряжения 3,3; 5; 12 или 15 В, а двухканальные модели обеспечивают выходные напряжения ± 5 , ± 12 или ± 15 В. Нестабильность по напряжению составляет $\pm 0,5\%$, а нестабильность по току – менее $\pm 1\%$ при изменении тока нагрузки в допустимых пределах. Модули обеих серий характеризуются прочностью гальванической развязки 1600 В (в течение 1 мин).

При максимальной температуре корпуса $+105^{\circ}\text{C}$ модули способны работать при полной мощности в нагрузке в диапазоне температур $-40...+60^{\circ}\text{C}$ без понижения мощности. Возможность работы без дополнительных теплоотводов или принудительного воздушного обдува делает преобразователи удобными для жёстких условий окружающей среды.

Среднее время наработки до отказа, рассчитанное в соответствии с MIL-STD-217F, составляет более 1 млн. ч для модулей серии JTF12 и 560 000 ч для модулей серии JTM20.

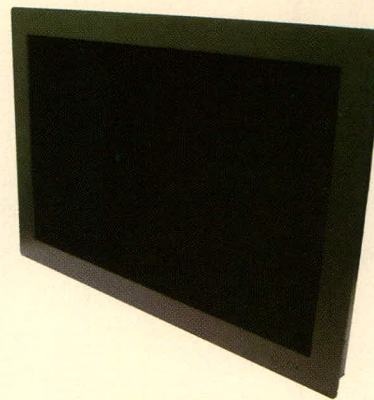
Стандартная функция дистанционного включения/отключения может использоваться при формировании программного включения отдельных модулей в соответствии с необходимым алгоритмом.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

22-дюймовые широкоформатные ЖК-дисплеи повышенной яркости для применений в локальных цифровых видеосетях (Digital Signage)

Компания Litemax Electronics начала выпуск ЖК-дисплеев SLO2225/SLD2225, предназначенных для применений в локальных цифровых видеосетях, используемых для демонстрации мультимедийной рекламы и информационных сообщений (Digital Signage). Основу дисплеев составляет панель высокой яркости (1000 кд/м^2)



с апексом (отношением сторон) 16 : 9. Предлагаются модели в исполнении «открытый каркас» (ряд SLO) и в корпусе (ряд SLD). По заказу возможна установка сенсорного экрана и интерфейса RS232. Предлагаются варианты в комплекте с платами управления, обеспечивающие работу с различными источниками видеосигналов: плата AD5766GDVA (VGA+CVBS+S-video+Audio) и плата AD5621GA (VGA+Audio).

Технические параметры ЖК-дисплеев SLO2225/SLD2225:

- размер по диагонали 22";
- рабочая площадь экрана $473,76 \times 296,1$ мм;
- формат представления изображения WSXGA+ (разрешение 1680×1050 пикселей);
- контрастность 700 : 1;
- шаг пиксела $0,282 \times 0,282$ мм;
- время отклика 5 мс;
- угол обзора 170° по горизонтали/ 160° по вертикали;
- количество отображаемых цветов 16,7 млн.;
- потребляемая мощность 70 Вт;
- размеры $545 \times 370 \times 60$ мм;
- вес 5,68 кг (модель SLO2225), 6,61 кг (модель SLD2225).

Основные применения дисплеев SLO2225/SLD2225 с высоким разрешением: торговые автоматы, локальные цифровые видеосети.

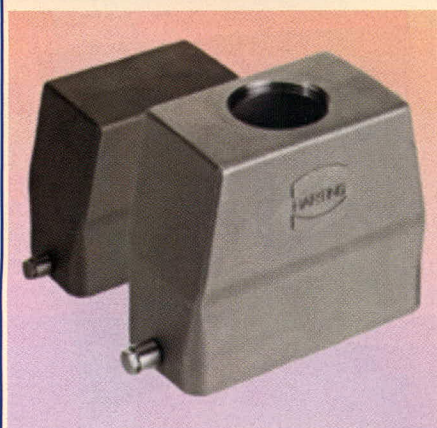
www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Han-INOX – новые коррозионно-устойчивые стальные кожухи для разъёмов промышленного применения

Компания Harting предлагает новый модельный ряд кожухов Han-INOX из высококачественной нержавеющей стали, характеризующейся особой проч-

Новости российского рынка



ностью, практичностью и простотой обработки.

Кожухи изготовлены из нержавеющей стали INOX, содержащей минимум 10,5% хрома и максимум 1,2% углерода. Именно хром формирует тонкий, химически устойчивый к окислению поверхностный слой – своего рода барьер между сплавом и окружающей средой. Коррозионно-устойчивая нержавеющая сталь INOX соответствует стандартам максимальной безопасности и надёжности.

При работе в загрязнённой среде либо в применениях с повышенными требованиями к гигиене все компоненты механизмов должны соответствовать специальным критериям. Кожухи не должны иметь щелей, глухих отверстий и технологических углублений. Их поверхности преимущественно изготавливают гладкими для предотвращения скопления грязи и для легкой очистки. Подобные требования главным образом выдвигаются для оборудования в пищевой промышленности и медицине. Кожухи Nan-INOX полностью соответствуют этим условиям – в их конструктиве предусмотрены внутренние фиксирующие винты в сочетании с округлой формой оболочки всего кожуха. Благодаря этому корпус легко чистится и на поверхности не остаётся загрязнений.

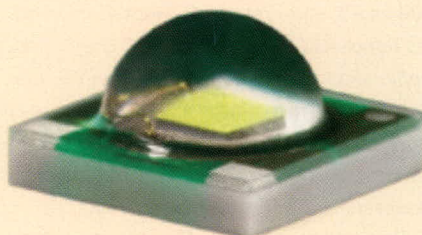
Многочисленные возможные комбинации кожухов Nan-INOX со стандартными контактными вставками Harting применяются в широком спектре областей: на производстве и в упаковке продуктов питания, в медицине, авиакосмической промышленности, на транспорте и в судостроении, в горнодобывающей промышленности.

Приобрести продукцию компании Harting можно у официального дистрибьютора в России – компании ПРОСОФТ.

www.prochip.ru
Тел. (495) 232-2522

Новые мощные светодиоды Cree в компактном корпусе 3,45 × 3,45 мм

Компания Cree объявила о начале производства новой линейки мощных светодиодов серии XR-E и XR-C в корпусе 3,45 × 3,45 мм, предназначенных для создания компактных осветительных приборов. Семейства XR-E и XR-C отличаются от предыдущего поколения XR-E и XR-C симметричным корпусом, большим значением угла распределения света и меньшими на 80% размерами. При этом светодиоды новой серии обеспечивают типовые значения светового потока при токе 350 мА: 107 лм в холодном и 93,9 лм в тёплом белом цвете свечения.



Основное назначение – создание компактных высокоэффективных источников света для всех видов освещения: общего, аварийного, промышленного и уличного. Цвет свечения изделий – белый. Светодиоды покрывают весь диапазон цветовых температур белого цвета – от 2600 до 10 000 К. По оттенкам белого цвета светодиоды делятся на три группы: тёплый (2600...3700 К), естественный (3700...5000 К) и холодный (5000...10 000 К) белый цвет.

Технические характеристики светодиодов XR-E (XR-C):

- тепловое сопротивление, переход–точка пайки, °С/Вт: 9 (12);
- видимый угол, град.: 115 (110);
- максимальный постоянный прямой ток, мА: 700 (500);
- минимальный световой поток при токе 350 мА, лм: 107 (93,9);
- максимальное обратное напряжение, В: 5;
- типовое прямое напряжение при токе 350 мА, В: 3,2 (3,4);
- максимальное прямое напряжение при токе 350 мА, В: 3,9;
- типовое прямое напряжение при токе 700 мА, В: 3,4 (3,5);
- максимальная температура перехода, °С: 150;
- минимальная рабочая температура корпуса, °С: –40;
- максимальная рабочая температура корпуса, °С: 85;

- размеры корпуса, мм: 3,45 × 3,45 × 2.

Приобрести новые светодиоды серий XR-E и XR-C можно со склада у официального дистрибьютора Cree на территории России и стран СНГ – компании ПРОСОФТ.

www.prochip.ru
Тел. (495) 232-2522

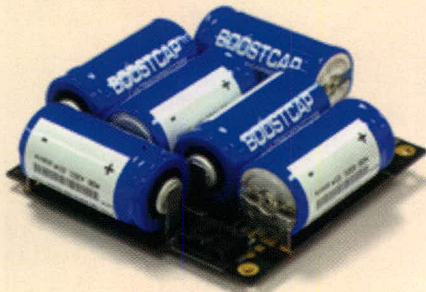
Новые модули СВР обеспечивают бесперебойное питание для встраиваемых систем

Компания Tri-M Engineering – лидер в производстве встраиваемого компьютерного оборудования на основе форм-фактора PC/104 – представляет модули бесперебойного питания серии СВР.

Данная линейка появилась в результате обработки многочисленных запросов заказчиков на создание мобильной системы бесперебойного питания с большим количеством циклов зарядки/разрядки, предназначенной для работы в жёстких условиях эксплуатации. Проанализировав все имеющиеся решения, инженеры Tri-M приняли решение отказаться от применения стандартных кислотно-щелочных аккумуляторов в пользу конденсаторов большой ёмкости. Таким образом, серия СВР – это OEM-модули бесперебойного питания с установленными конденсаторами вместо батарей.

Современные конденсаторы позволяют производить быструю зарядку и рассчитаны на большое количество циклов зарядки/разрядки (до 500 000, в отличие от нескольких сотен циклов у стандартных аккумуляторов). Благодаря этому устройство наилучшим образом подходит для приложений, где имеется нестабильное питание и аккумуляторным батареям часто приходится работать в циклах зарядки/разрядки. Другое рекомендуемое применение – приложения, в которых требование «работа без технического обслуживания» является приоритетным.

Младшая модель серии СВР23 имеет ёмкость 23,33 Ф и максимальное выходное напряжение 15 В. Максимальная со-



Новости российского рынка

храняемая энергия составляет 2053 Дж при предельном напряжении зарядки 7 В. Это позволяет модулю CBP23 обеспечить 6,84 мин работы после отключения питания при нагрузке 5 Вт или 1,71 мин при нагрузке 20 Вт. Для старшей модели CBP500 время автономной работы при нагрузке 20 Вт будет составлять 44,47 мин, а для 60 Вт – 14,82 мин. При совместном использовании с источниками питания

Tri-M серии Universal Smart Charging: HESC104, HESC104+, HESC-SER или HPSC104-SER можно получить готовую систему бесперебойного питания с функциями контроля напряжения.

Модули серии CBP имеют размеры 90 × 96 мм, что позволяет устанавливать их в компактные корпуса, например в Cap-Tainer. Рабочая температура от -40 до +65°C и температура хранения от -40° до

+70°C превышает аналогичные характеристики химических батарей, что делает серию CBP идеальным решением для построения систем, предназначенных для работы в жёстких условиях эксплуатации.

Заказать модули серии CBP можно у официального дистрибьютора Tri-M на территории России – компании ПРОСОФТ.

www.prosoft.ru

Тел. (495) 234-0636

Приборы и системы

Новая серия цифровых осциллографов WaveMaster 8 Zi

Компания LeCroy представила новую серию осциллографов WaveMaster 8 Zi, состоящую из 8 моделей, с полосами пропускания от 4 до 30 ГГц, частотой дискретизации 80 Гвыб./с, памятью сбора и анализа информации до 512 М. LeCroy преодолела технологический барьер полосы пропускания, комбинируя специальные Si-Ge-компоненты и пятое поколение технологии DBI. На сегодняшний день это самая широкая полоса пропускания в мире и самая высокая частота дискретизации для цифровых осциллографов реального времени. В осциллографах серии WaveMaster 8 Zi появилась возможность аппа-

ратно-программным способом увеличить полосу пропускания.



Основа платформы Zi: процессор Intel®Core™2 Quad, до 8 Гб оперативной памяти, 64-битная ОС, потоковая архитектура X-Stream II, алгоритм поиска аномалий WaveScan™, технология TriggerScan™, обеспечивающая захват редких событий, съёмная панель управления с возможностью дистанционного управления, самый большой на сегодняшний день сенсорный дисплей 39 см (WXGA, 16 × 9, 1280 × 768), прецизионный программный инструмент Eye Doctor™ для анализа целостности сигнала; два типа входов – 50 Ом и 1 МОм; высокоскоростная передача данных по шине LSIB на внешний накопитель до 250 Мбит/с.

www.prist.ru

Тел. (495) 777-5591

События

11-я Международная научно-техническая конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA'2009»

Развитие современных информационных технологий характеризуется широким практическим использованием методов и техники цифровой обработки сигналов (ЦОС) – одной из самых динамичных и быстро развивающихся технологий в мире телекоммуникаций и информатизации мирового сообщества.

Отвечая целям и задачам консолидации и поддержки отечественных учёных и специалистов, работающих в области передовых информационных технологий реального времени, расширения международных научных связей и содействия внедрению высоких наукоёмких технологий XXI века, Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова совместно с компанией AUTEX.Ltd при поддержке РФФИ и при участии Федерального агентства по промышленности РФ, Министерства образования и науки РФ и других ве-

дущих российских вузов и организаций проводят Международную научно-техническую Конференцию: «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA».

Конференция посвящена следующим вопросам: теория и методы ЦОС, обработка сигналов в системах связи, радиотехнических системах, системах обработки и передачи изображений, речевых и звуковых сигналов, проектирование и техническая реализация систем ЦОС.

Ежегодно в работе конференции и выставки принимают участие свыше 1000 человек из более, чем 40 городов России, стран СНГ и Балтии, а также представители ряда стран дальнего зарубежья.

Конференция будет проходить с 25 по 27 марта 2009 г в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН по адресу: Москва, ул. Профсоюзная д. 65.

www.dspa.ru/DSPA

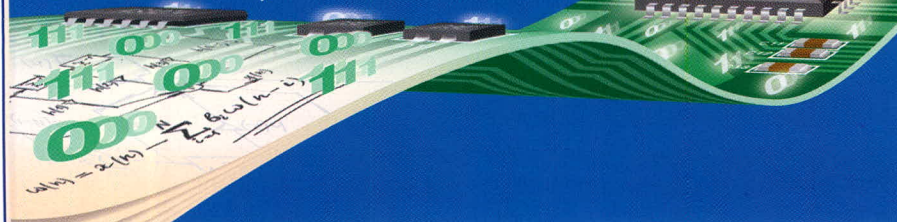
www.autex.ru

Тел.: +7(495)334-9151

Факс: +7(495)234- 9991

11-я Международная Конференция

Цифровая Обработка Сигналов и её Применение



3D-технологии в 2009 году

Пётр Михайлов (Санкт-Петербург)

В современном мире сложно переоценить значимость внедрения новых технологий в различных отраслях. Одной из наиболее активно развивающихся и востребованных технологий являются высокоточные лазерные измерения, позволяющие создавать цифровые трёхмерные модели практически любого материального объекта.

Развитие промышленного производства, необходимость ускорения вывода на рынок новых продуктов, постоянный рост требований к качеству изделий со стороны потребителей, потребность в контроле параметров, определяющих работоспособность инженерных сооружений, – всё это требует применения новых подходов к проектированию и моделированию, использования новых средств контроля качества и передовых измерительных технологий.

Так, например, отсутствие чертежей более не является препятствием для копирования и/или модификации формы практически любых де-

талей из металла, пластмасс и многих других материалов. Технология лазерного сканирования позволяет быстро создать точную 3D-модель существующего изделия, произвести в цифровом виде необходимые модификации, а затем автоматически подготовить конструкторскую документацию, необходимую для производства.

Другой пример: необходимо измерить износ (изменение формы) деталей, например пресс-форм, с целью оценки возможности дальнейшей эксплуатации или восстановления. При помощи лазерного сканера и современного программного обеспечения можно построить точную 3D-модель изношенной детали и осуществить её сравнение с эталонным цифровым образом или результатом предыдущего сканирования. Уже сегодня подобный способ применяется в дефектоскопии турбинных лопаток и стоматологии.

Задачи подобного рода актуальны для производственных, дизайнерских и медицинских целей. Современная технология позволяет их эффективно решать. Вместе с тем многообразие средств и методов лазерного сканирования и цифровой трёхмерной обработки данных зачастую ставит организацию, предполагающую внедрить эту технологию, перед непростой проблемой выбора оптимального решения. Необходимость выполнения грамотной декомпозиции задачи и поиска решения, а также спрос на услуги внедрения привели к появлению нового вида высокотехнологичных услуг: разработки комплексных решений прикладных задач на основе технологий высокоточных измерений.

Решения, предлагаемые компанией «ЗД-Технологии.РУ», основаны на применении уникальных ручных лазерных 3D-сканеров Handyscan про-

изводства канадской компании Creaform.

Уникальность ручного сканера (см. рис. 1) состоит в его портативности и в отсутствии жёсткой привязки сканера к объекту с помощью внешних позиционирующих устройств. Для обеспечения самопозиционирования сканера в пространстве относительно сканируемого объекта применяются специальные отражающие метки, которые наносятся на объект (наклеиваются, намагничиваются или используется специальная сетка с нанесёнными на неё метками). Сканер непрерывно осуществляет автоматическое наведение на объект по этим меткам и может свободно перемещаться относительно объекта, который также может изменять своё положение в пространстве, в том числе из-за вибрации. При этом сканирование объекта возможно проводить в несколько сеансов, без потери данных и снижения точности измерений.

Во время сканирования результаты отображаются на экране ноутбука в режиме реального времени, для чего используется программное обеспечение, входящее в комплект сканера. Результатом сканирования является полигональная модель объекта (STL-файл), которая затем может быть обработана во многих стандартных средствах трёхмерного моделирования, например, программных пакетах SolidWorks, Rapidform, Catia, Geomagic и др.

Сканеры семейства Handyscan обладают высокой точностью измерений и разрешающей способностью до 50 мкм, что позволяет распознавать мельчайшие детали поверхности объекта. Небольшой вес сканера (около 1 кг) позволяет работать практически в любых условиях. Для использования сканера в труднодоступных местах и полевых условиях (например, при инспекции несущих конструкций с помощью промышленных альпинистов) специалистами компании был разработан «полевой» комплект (см. рис. 2). Это набор, состоящий из жилета оператора с вмонтированными в него сенсорным ноутбуком, комплектом бата-



Рис. 1. Ручной лазерный 3D-сканер Handyscan

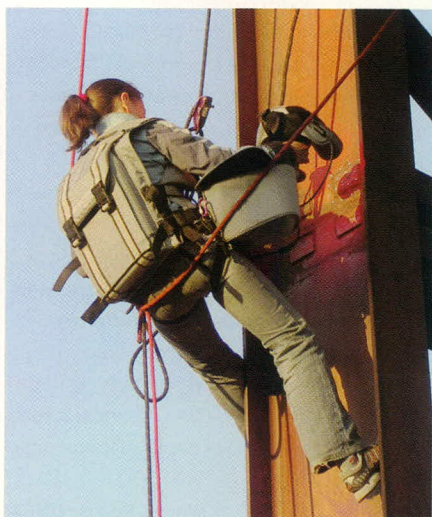


Рис. 2. Использование сканера с полевым комплектом для инспекции несущих конструкций

рей и прочими приспособлениями, упрощающими работу и повышающими безопасность использования сканера. Заряд батарей рассчитан на непрерывное сканирование в течение 8 ч.

Семейство сканеров Handyscan состоит из 5 моделей, каждая из которых имеет свою область применения:

- REVscan – первая модель семейства, созданная для реинжиниринга и инспекции, позволяет сканировать объекты с относительно простой поверхностью;
- EXAscan – обеспечивает повышенную точность и разрешающую способность (за счёт использования третьей камеры) при сканировании сложных поверхностей;
- MAXscan – для сканирования крупного отклонения и решаются другие задачи, связанные с подготовкой отчёта об остаточном ресурсе исследуемого объекта (см. рис. 4).
- VIUscan – сканер с возможностью считывания текстуры и цвета сканируемого объекта;
- ERGOscan – сканер, созданный для решения медицинских задач (пластическая хирургия, протезирование и др.).

Уникальное решение для высокоскоростной и прецизионной оценки потерь металла от коррозии разработано специально для инспекции трубопроводов и сосудов высокого давления. С помощью лазерного сканера и полевого комплекта производится сканирование внешней стороны трубы (см. рис. 3), подвергшейся коррозии. Затем с помощью специального программного обеспечения Geomagic обрабатываются данные сканирования и производится сравнение полученных результатов с «идеальной» поверхностью (т.е. трубы без износа и потери металла), в результате чего автоматически формируется таблица отклонений, строится цветовая диаграмма отклонений, осуществляется поиск точки максимального отклонения и решаются другие задачи, связанные с подготовкой отчёта об остаточном ресурсе исследуемого объекта (см. рис. 4).

Для выходного контроля качества продукции на производстве разработана методика (см. рис. 5), позволяющая отсканировать изделие, сформировать его 3D-модель и затем осуществить сравнение с оригинальной 3D-моделью. Результатом



Рис. 3. Сканирование зоны коррозии на трубе

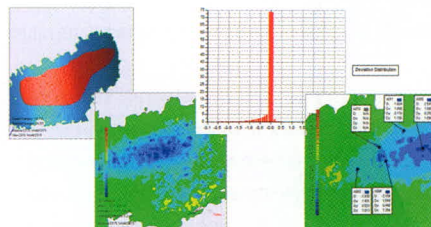


Рис. 4. Формирование отчётов о потере металла (наличии коррозии)

сравнения является полная картина по отклонениям (цветовая диаграмма, таблица, графическое представление и т.п.).

Применение лазерных измерительных технологий позволяет существенно упростить и ускорить процесс создания копий любых материальных предметов. Методика, разрабо-

3DТЕХНОЛОГИИ +7 (812) 766-55-48 www.3d-tech.ru

Комплексные решения в области 3D моделирования, реинжиниринга и инспекции на основе уникальных **ручных лазерных 3D сканеров HANDYSCAN**



1 Комплексные решения и проекты «под ключ»

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНЫХ 3D СКАНЕРОВ:

- неразрушающий контроль трубопроводов и несущих конструкций (инспекция и анализ износа)
- реверс инжиниринг изделий и механизмов любой сложности, создание/восстановление 3D документации
- выходной контроль качества продукции на производстве
- моделирование для медицинских целей
- создание 3D каталогов продукции

2 Продажа сканеров и программного обеспечения

СКАНЕРЫ HANDYSCAN это:

- высокоточные измерения (разрешение до 50 мкм)
- портативность (вес около 1 кг)
- автономная работа до 8 часов без подзарядки
- самопозиционирование на сканируемый объект
- передача текстуры сканируемого объекта
- визуализация результатов в «реальном» времени
- обработка модели в программных средствах (Geomagic, SolidWorks, Rapidform, Catia и др.)

3 Услуги по 3D сканированию и моделированию

Реклама

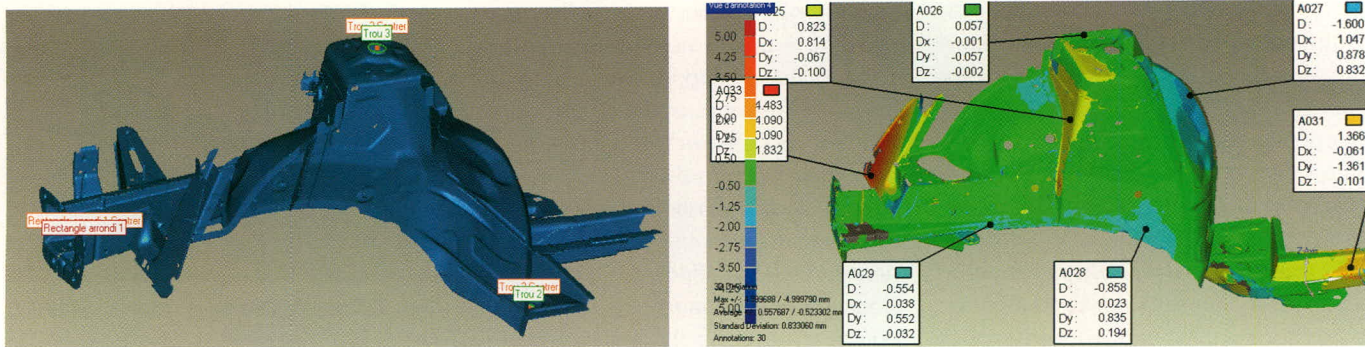


Рис. 5. Выходной контроль качества продукции

танная для реинжиниринга, позволяет провести сканирование объекта и построить 3D-модели в STL-формате для последующей обработки с помощью различных программных средств и воссоздания конструкторской документации для производства. При этом возможно как использование средств, которые уже применяются в маршруте проектирования заказчика, так и внедрение специали-

зированных средств проектирования. Заметим, что применение реинжиниринга в некоторых случаях не является законным.

Примером комплексного реинжиниринга является разработка формы дополнительных защитных кожухов (например, для картера двигателя автомобиля). Лазерное сканирование позволяет точно определить места крепления кожуха и форму защищаемого уст-

ройства и быстро создать трёхмерную модель кожуха, который может быть подготовлен к производству с минимальными затратами времени.

В следующих выпусках журнала планируются публикации об этих и других примерах применения технологии лазерного сканирования (в медицине, в области искусства и сохранения культурного наследия, для целей дизайна).



Новости мира News of the World Новости мира

LG заявила о начале выпуска 15" OLED-панелей

Компания LG Display представила целое семейство панелей на основе органических светодиодов, причём наибольший интерес вызвало 15-дюймовое решение, на базе которого вполне возможно наладить выпуск компактных телевизионных систем. Особенно эффектно подобные устройства выглядели бы на фоне 11-дюймового OLED-телевизора компании Sony, о котором вспоминают каждый раз при упоминании дисплеев на основе органических светодиодов. Применение подобных устройств в мобильных компьютерах нового поколения поз-

воляет не только резко повысить качество изображения, но и полностью отказаться от системы подсветки, повышая тем самым компактность ноутбуков и увеличивая время автономной работы.

Но самое важное, что компания LG Display практически готова к запуску серийного изготовления 15-дюймовых OLED-панелей, – согласно официальному заявлению, старт намечен на июнь 2009 г. Среди технических характеристик отметим разрешение 1366 × 768 пикселей и ресурс работы панелей в 30 тыс. ч. Впрочем, главным вопросом остаётся стоимость дисплеев, и именно эта информация пока является недоступной для широкой публики.

Networkworld

Гибкий лист позволит роботам видеть с помощью ультразвука

Группа японских учёных объявила о том, что им удалось построить прототип гибкого формирующего изображения окружающих предметов листа, составленного из передающих/принимающих элементов, выложенных в виде сетки.

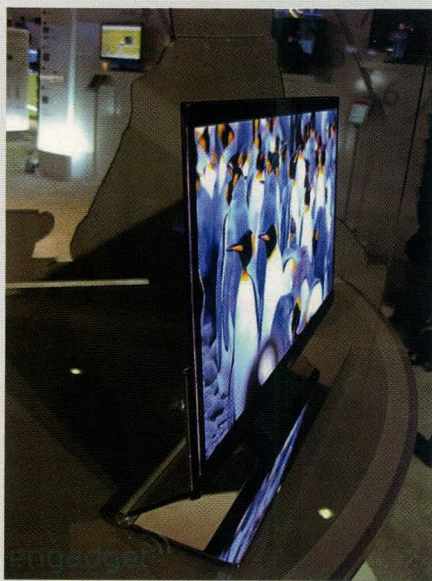
Этот лист составлен из покрывающего слоя органических полевых транзисторов из пентацена, органического полупроводника, и листа, переносящего последовательности ультразвуковых отправляемых/принимаемых сигналов. Элементы

величиной 5 × 10 мм каждый выложены в ряды 8 × 8 на листе размером 25 × 25 мм. Ультразвуковая передача/приём элементов была осуществлена с помощью плоттера, вырезавшего вилкообразные шаблоны из пьезоэлектрического поливинилиденфторида (piezoelectric polyvinylidene fluoride, PVDF), листов смолы с пьезоэлектрическим эффектом.

Когда напряжение частотой 40 кГц прикладывается к передающим/принимающим элементам через органический полевой транзистор, каучуковые шаблоны начинают колебаться с частотой 40 кГц, генерируя ультразвуковые колебания. С другой стороны, при поглощении ультразвуковых колебаний эти шаблоны также начинают вибрировать, преобразуя их в колебания напряжения, которые фиксируются органическим тонкоплёночным транзистором (TFT).

Визуализация осуществляется при помощи листов, передающих ультразвуковые волны от каждого ультразвукового передающего/принимающего элемента и получающих эхо, отражённое от объекта. Расположение и форма объекта определяется на основе уровня эхо-сигнала и длины временной задержки. Визуализация осуществляется на расстоянии от 0,1 до 1,0 м, при этом разрешение изображения составляет несколько миллиметров, что сравнительно велико.

Эти листы могут покрывать поверхность робота и выполнять функцию глаз



Новости мира News of the World Новости мира

или применяться в конструкции гибкого ультразвукового сонара в медицине, – считают исследователи.

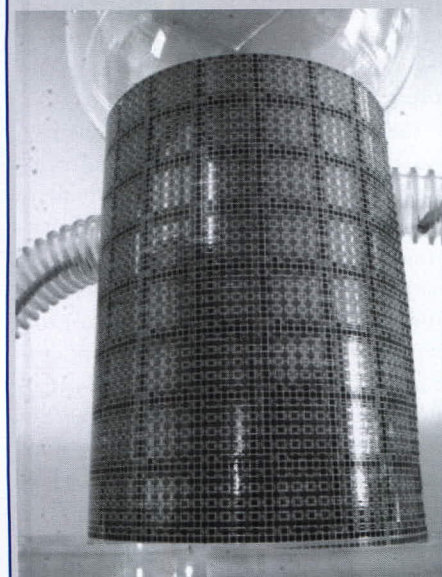
techon.nikkeibp.co.jp

Очередное достижение по распознаванию зрительных образов в мозге

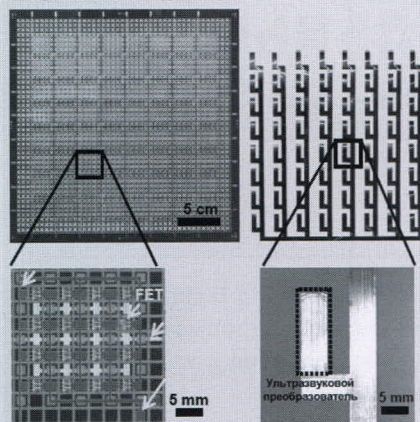
Исследовательская группа японских учёных из Международного научно-исследовательского института передовых средств передачи данных (Advanced Telecommunications Research Institute International, ATR) и Национального института информационных и коммуникационных технологий (NICT) разработала технологию реконструкции визуального изображения для восстановления зрительных образов путём измерения мозговой активности.



Используя функциональную магнитно-резонансную интроскопию (functional magnetic resonance imaging, fMRI), новая технология фиксирует мозговую активность в участках коры головного мозга, ответственных за восприятие визуальной информации. Поле зрения делится на небольшие участки, и оттенок каждого поля оценивается на основании уровня мозговой деятельности. Видимые изображения реконструируются путём



Лист органических полевых транзисторов



совмещения предполагаемых результатов. Ошибка снижается за счёт наложения нескольких ожидаемых значений, полученных из предположения, что область зрения состоит из множества отдельных участков.

В этом исследовании 440 изображений были представлены так, чтобы программа могла определить взаимосвязь между каждым из изображений и соответствующим уровнем мозговой активности. Изображение обрабатывалось как комбинация небольших матриц элементов, при этом угол обзора около 1° (или 17 мм на расстоянии 1 м) принимался за 1 пиксел. Корреляция между изображением и мозговой активностью была введена в программу для каждого случая, где использовались несколько блоков элементов: 1 × 1, 1 × 2, 2 × 1 и 2 × 2 пикселей.

С помощью этой программы видимое субъектом изображение воссоздавалось в виде рисунка размером 10 × 10 пикселей. При этом безошибочно реконструировались цифры или буквы алфавита, которые ранее не были обработаны программой. Это даёт возможность определить точное изображение среди 100 млн. вариантов, – считают в ATR. Более того, изменения представленных образов могут проигрываться в режиме видео на основе использования сигнала от магнитно-резонансного томографа, с частотой обновления раз в 2 с.

Визуальная информация преобразовывается в электрические сигналы сетчаткой и затем обрабатываются нейронами в мозговой области, называемой зрительной корой, расположенной на затылке. Зрительная кора имеет иерархическую структуру. И в этом исследовании самая высокая точность реконструкции достигалась при мозговой активности в первичной зрительной области.

techon.nikkeibp.co.jp

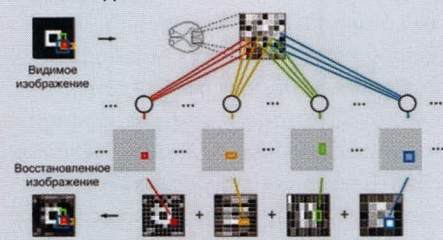
Установлен мировой рекорд производительности в области фотоники

Исследователи Intel на днях похвастались очередными достижениями в области кремниевой фотоники (Silicon Photonics), установив мировой рекорд производительности с помощью системы на базе кремниевого лавинного фотодиода (Avalanche Photodiode, APD), обеспечивающего сокращение затрат и повышение быстродействия по сравнению с другими серийно выпускаемыми оптическими устройствами.

Кремниевая фотоника – перспективная развивающаяся технология, в которой обычный кремний используется для передачи и приёма оптической информации между компьютерами и другими электронными устройствами.

Сверхбыстрая передача данных будет необходимым условием для работы компьютеров будущего, оснащённых многоядерными процессорами. Технология передачи данных на базе кремниевой фотоники также позволит создавать недорогие высокопроизводительные крупносерийные вычислительные системы.

Совместное использование этих технологий может привести к созданию цифровых устройств новых типов, обладающих большей производительностью по сравнению с показателями решений, доступных сегодня.



Группа под руководством исследователей Intel разработала кремниевый лавинный фотодиод – чувствительный фотодетектор, позволяющий обнаруживать световое излучение и усиливать слабые световые сигналы, направленные на кремниевый приёмник. При разработке этого устройства APD использовались кремниевые элементы и технологии CMOS. «Добротность» усилителя допускает работу на частотах до 340 ГГц – это наилучший результат из когда-либо достигнутых на APD. Новое устройство позволяет создавать недорогие оптические линии со скоростью передачи данных 40 Гбит/с и выше.

Intel

Обзор металлоконструктивов и объединительных плат компании Hartmann Elektronik

Константин Солонин (Москва)

В статье рассмотрена продукция компании Hartmann Elektronik – металлоконструктивы и объединительные платы в форматах CompactPCI, PCI и VME. Приведены краткие описания стандартных решений и технические характеристики изделий.

Компания Hartmann Elektronik (www.hartmann-elektronik.de/ru/) обладает тридцатилетним опытом разработки и производства системных плат. Комплексная программа охватывает инновационные концепции в таких областях, как CompactPCI, PCI, VME, – от стандартных решений до индивидуальных заказов. Продукция Hartmann Elektronik испытывается на виброустойчивость. Имеется возможность проведения дополнительных испытаний по спецификации заказчика.

Активными сегментами рынка в России являются оборонная промышленность, ядерная энергетика, аэрокосмический, транспортный, телекоммуникационный и промышленный.

Стандартные объединительные платы компании Hartmann Elektronik применяются в военных установках, морских радиолокационных системах, испытательном оборудовании, в метро, на атомных электростанциях и узлах связи и реализуют существенную долю рынка благодаря широкому ассортименту продукции, конкурентоспособным ценам и срокам поставки.

Компания Hartmann Elektronik способна решить любую задачу и готова предложить стандартные решения в форматах CPCI, CPCI Express, VME и VME64x, VXS (VITA41), VPX (VITA46), VXI (VITA31), PXI, ATCA, а также заказные решения в аналоговом и смешанном форматах схем с максимальной

плотностью упаковки и короткими сроками проектирования.

CompactPCI – системная шина, широко используемая в промышленной автоматике, хорошо зарекомендовали себя в ответственных приложениях, будь то телекоммуникационная отрасль или бортовые системы.

Стандарт CompactPCI позволяет добавить дополнительные сигналы для передачи данных. Высокие скорости передачи сигналов, реализуемые благодаря технологиям компоновки, разработанным Hartmann Elektronik, гарантируют стабильность и надёжность работы модулей.

Европлаты, произведённые Hartmann Elektronik (см. рис. 1), отличаются новым подходом к буферизации питания, который действует во всём частотном диапазоне. Это обеспечивает повышенную надёжность благодаря более стабильным питающим напряжениям непосредственно на слоте при переменных нагрузках. Непрерывная электропроводящая поверхность заземления шасси расположена в области, где шинная плата установлена в стойку. Для заземления шасси имеется винт M3. Установив соединительный кронштейн или контактную полосу, можно подключить контакт заземления шасси к цепи заземления посредством соединения «звездой» с низким переходным сопротивлением.

Для граничного сканирования по технологии JTAG на объединительной

плате предусмотрен отдельный шестывыводной соединитель. С помощью прямого доступа к объединительной плате через дополнительный соединитель достигается быстрая и удобная инициализация и тестирование посредством шины JTAG, выполняемые даже в полностью собранном состоянии. В зависимости от типа объединительной платы используется 10- или 14-выводной соединитель. В некоторые модели объединительных плат встроены ATX-разъём источника питания. Это позволяет реализовать эффективное и экономичное решение для подачи питания на объединительную плату через ATX-разъёмы, а также подключить вентиляторы и приводы.

В связи с тем, что шина CompactPCI уже не удовлетворяет современным требованиям по пропускной способности, Hartmann Elektronik разработала плату CompactPCI Express, построенную на основе нового стандарта PICMG EXP.0 R.1.0.

VMEbus (или VME) – стандарт компьютерной шины, который был разработан для семейства микропроцессоров Motorola 68000 и нашёл широкое применение. Для шины VME используется конструктив Евромеханика. Все платы Hartmann Elektronik VMEbus построены на основе концепции высокоскоростной конструкции (см. рис. 2). Низкое отражение достигается с помощью однородного волнового сопротивления сигнальных линий.

Согласование может быть выполнено на/внутри платы (на объединительной плате) или вне платы (внешнее). Преимущество активного согласования – уменьшенное потребление тока в замкнутой цепи. Пассивное согласование характеризуется лучшей частотной характеристикой и более широким температурным диапазоном. В монтажной области шинной стойки, для межплатных соединений, имеется сплошная электропроводящая поверхность заземления в виде шасси, обеспечивающая монтаж платы в соответствии с требованиями ЭМС. Высокочастотное со-

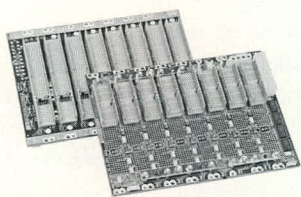


Рис. 1. Стандартные платы CompactPCI

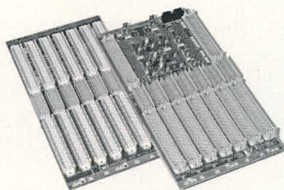


Рис. 2. Стандартная плата VME

пряжение стойки для плат и системной земли для VME64 и VME64x выполняется конденсаторами (10 нФ, 200 В в каждом слоте). Статические заряды снимаются через резистор (≥ 1 МОм). Для заземления шасси предусмотрен соединительный элемент (винт M4 и контакт Faston 2,8 или $6,3 \times 0,8$ мм).

ТЕХНОЛОГИЯ STARFABRIC

На физическом уровне сеть StarFabric образуется шинами PCI (см. рис. 3): мостовые платы расширяют имеющуюся шину PCI/CPCI и подключают ее к другим системам PCI/CPCI или к платам расширения. Для передачи данных через сеть StarFabric мост PCI-StarFabric преобразует параллельный поток данных PCI в последовательный формат, который полностью совместим с программным обеспечением, написанным для PCI-систем.

Соединение между двумя узлами состоит из передающей (TX) и приёмной (RX) линий и может обеспечить скорость передачи данных 2,5 Гбит/с в полнодуплексном режиме при соединении в «один канал». При необходимости можно подключить вторую кабельную пару, в этом случае два канала будут работать:

- по отдельности, образуя избыточное соединение;
- параллельно, образуя двунаправленное соединение на скорости 5 Гбит/с.

Максимально допустимое расстояние между двумя узлами составляет 13 м. Длины перекрёстных пар RX и TX должны быть равными.

Сеть StarFabric построена на основе топологии с коммутируемой связной архитектурой и представляет собой набор коммутируемых двухточечных соединений. В такой сети все станции являются участниками с равными правами, и каждая может связаться с любой другой непосредственно или через коммутатор. Преимущество коммутируемой связной архитектуры заключается в том, что станциям сети не надо делить между собой полосу пропускания.

Протокол StarFabric, способный обеспечивать маршрутизацию, может определить кратчайший путь к целевому узлу. Если путь неисправен, то может быть быстро вычислен другой путь к желаемому узлу. В этой звездообразной сети можно каскадировать до 1000 конечных узлов, создавая избыточные сети.

Коммутируемая сеть со связной архитектурой состоит из корня и по меньшей мере одного листа. Корень инициирует назначение уникальных адресов FID (fabric identifiers, идентификаторы связной архитектуры) для листьев.

ЗАКАЗНЫЕ ОБЪЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПЛАТЫ

Компания Hartmann Elektronik предлагает решения, соответствующие требованиям и видению конкретного заказчика. Возможна разработка совершенно нового устройства, соответствующего уникальной задаче. Более двадцати лет компания осуществляет впрессовывание в печатные платы даже самых «экзотических» соединителей, строго контролируя расстояние и усилие. Сложные объединительные платы со смешанным наполнением являются специализацией Hartmann Elektronik.

КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ

Hartmann Elektronik разрабатывает, собирает и монтирует комплексные системы различных форматов (см. рис. 4). В модульной системе пользователь может собрать «идеальную» стойку для решения своей задачи. Заказчик может выбрать из огромного количества компонентов оборудования и получить индивидуальную систему, удовлетворяющую его потребностям:

- корпус 19 дюймов как съёмный модуль или настольный блок;



Рис. 3. Технология StarFabric

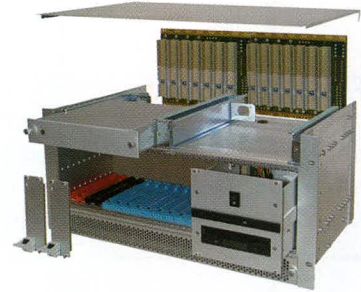


Рис. 4. Комплексная система

- корпус высотой от 3U до 8U;
- ширину корпуса 42М и 84М;
- один или два вентилятора в вентиляционном отсеке;
- управление вентилятором и температурой;
- полное экранирование согласно требованиям ЭМС;
- объединительную плату с 2 – 63 слотами;
- модуль питания как субблок CPCI или как встроенный модуль ATX;
- съёмный воздушный фильтр.

Воспользовавшись опытом компании и проверенным годами качеством, заказчик получит электронное устройство оптимальной конструкции. Возможна разработка индивидуальных образцов и экономичных серийных изделий.



Реклама



System Plattform

БОЛЬШИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПО НИЗКОЙ СТОИМОСТИ





- Высококачественные материалы и современные технологии
- Разработка систем из алюминия, нержавеющей и оцинкованной стали
- Эффективные системы вентиляции
- Встраиваемые кросс-платы и системы питания
- Огромный выбор объединительных плат разных форматов
- Специальные конфигурации под заказчика
- Короткое время изготовления



Москва, ул. Балтийская, 15
офис: 732/2
тел.: (495) 788-76-34

Саранск, ул. Рабочая, 74
т./ф.: (8342) 47-73-12, 23-05-85
e-mail: mail@oofregat.ru
www.oofregat.ru

Перспективная схемотехника сварочных инверторов

(часть 2)

Сергей Петров (г. Красноярск)

В статье представлен обзор публикаций, посвящённых разработке силовой части мощных ключевых преобразователей, которые применяются для построения сварочных инверторов.

РЕЗОНАНСНЫЕ СВАРОЧНЫЕ ИНВЕРТОРЫ

Несмотря на то что резонансные преобразователи, в основном, не получили применения в ИИСТ промышленного производства, интерес к резонансным топологиям не ослабевает [12]. Авторы работы [13] предложили полумостовой резонансный конвертер с T-образным формирующим контуром (LCL-T converter), ориентированный на использование в зарядных устройствах, источниках сварочного тока, источниках питания лазеров и других источниках питания, которые должны обеспечивать нагрузку стабильным током. Схема конвертера приведена на рисунке 11. Если переключение силовых транзисторов происходит на резонансной частоте LCL-контра, то конвертер ведёт себя по отноше-

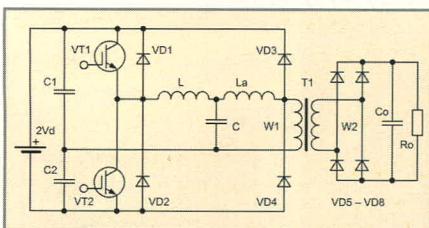


Рис. 11. Резонансный LCL-T-конвертер [13]

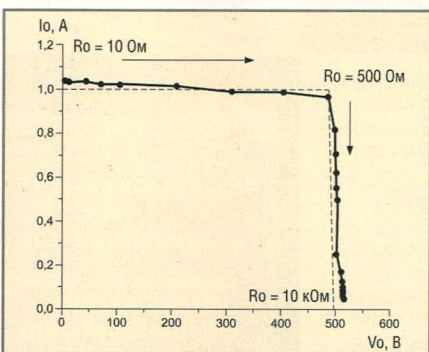


Рис. 12. Нагрузочная характеристика лабораторного образца LCL-T-конвертера [13]

нию к нагрузке как источник тока, – в этом главная его особенность. Вместе с тем на холостом ходе выходное напряжение такого конвертера теоретически стремится к бесконечности. Поскольку на практике необходимо иметь ограниченное выходное напряжение, для решения этой проблемы авторы предложили простую схему, которая с помощью дополнительных диодов VD3 и VD4 ограничивает напряжение на первичной обмотке трансформатора на уровне напряжения питания $2V_d$. Коэффициент передачи конвертера по току составляет:

$$H = \frac{I_0}{\left[\frac{V_d}{Z_n} \right]} = \frac{1}{\frac{1}{Q_n} (1 - \omega_n^2) + j \frac{\pi^2}{8} [(1 + \gamma)\omega_n - \gamma\omega_n^3]}, \quad (22)$$

где I_0 – ток нагрузки, $Z_n = \sqrt{L/C}$ – характеристическое сопротивление колебательного контура, $\omega_n = \omega/\omega_0$ – нормированная частота, $\omega_0 = \sqrt{1/LC}$ – собственная резонансная частота контура, $Q = \omega_0 L/R_0 = Z_0/R_0$ – нагруженная добротность контура, $\gamma = L_a/L$.

Выражение (22) показывает, что при работе конвертера на частоте $\omega_n = 1$, т.е. при равенстве коммутационной и контурной частот, коэффициент передачи по току не зависит от величины нагруженной добротности и равен:

$$H = 8/\pi^2. \quad (23)$$

Другими словами, конвертер приобретает характеристики источника тока, причём при $L_a = L$ напряжение на входе LCL-контра и контурный ток имеют нулевой фазовый

сдвиг, что обеспечивает переключение силовых транзисторов при нулевом токе (режим ZCS).

При расчёте конвертера рекомендуется выбирать величину нагруженной добротности при максимальной нагрузке равной:

$$Q_{opt} = 8/\pi^2, \quad (24)$$

тогда коэффициент трансформации можно найти из соотношения:

$$n = \frac{W_1}{W_2} = \frac{V_d}{I_0 R_0} = \frac{V_d}{V_0}. \quad (25)$$

С увеличением сопротивления нагрузки R_0 выходное напряжение V_0 линейно возрастает благодаря постоянству тока нагрузки I_0 до тех пор, пока амплитуда напряжения на первичной обмотке не достигнет величины напряжения питания полумоста V_d , после чего конвертер переходит в режим ограничения выходного напряжения, величина которого определяется напряжением питания и коэффициентом трансформации силового трансформатора. Для экспериментальной проверки авторами был изготовлен лабораторный образец преобразователя со следующими параметрами:

- максимальный ток нагрузки 1 А;
- максимальное напряжение нагрузки 500 В;
- напряжение питания ($2V_d$) 200 В;
- частота преобразования (равна резонансной) 100 кГц;
- индуктивность контура $L = L_a = 25,8$ мкГн;
- ёмкость контура $C = 0,098$ мкФ;
- коэффициент трансформации $n = W_1/W_2 = 0,2$.

Нагрузочная характеристика лабораторного образца LCL-T-конвертера приведена на рисунке 12, из которого видно, что преобразователь действительно имеет характеристику источника тока.

Рассмотрим ещё один резонансный преобразователь сварочного назначения. Авторы использовали

достаточно хорошо изученную топологию – двухтактный конвертер с последовательным частичным включением нагрузки в формирующий контур [14]. В зарубежной литературе этот тип конвертера получил название series-parallel loaded resonant converter или LCC converter. Упрощённая схема силовой части приведена на рисунке 13. Главная проблема ИИСТ резонансного типа состоит в сложности получения глубокой регулировки величины сварочного тока при сохранении режима «мягкой» коммутации силовых транзисторов, ради чего и предпринимаются попытки использования резонансных топологий.

Формирующий контур LCC-конвертера характеризуется двумя собственными резонансными частотами. При коротком замыкании на выходе конвертера ёмкость C_p замкнута и собственная частота контура равна:

$$F_{RS} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_S C_S}} \quad (26)$$

При этом характеристическое сопротивление контура $Z_{RS} = \sqrt{L_S/C_S}$ и добротность $Q_{RS} = Z_{RS}/R_S$, где R_S – сопротивление нагрузки, фактически равно суммарному сопротивлению активных потерь при коротком замыкании. На холостом ходе резонансная частота контура становится равной:

$$F_{RO} = \frac{1}{Z_{RS} \sqrt{L \frac{C_S C_P}{C_S + C_P}}} \quad (27)$$

Характеристическое сопротивление для случая холостого хода:

$$Z_{RO} = \sqrt{L_S \frac{C_S + C_P}{C_S C_P}} = Z_{RS} \sqrt{1 + \frac{C_S}{C_P}} \quad (28)$$

Добротность контура на холостом ходе:

$$Q_{RO} = \frac{Z_{RO}}{R_S} = Q_{RS} \sqrt{1 + \frac{C_S}{C_P}} \quad (29)$$

Коэффициент передачи конвертера по напряжению равен:

$$K_V = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{C_P}{C_S} (1 - k^2)\right]^2 + Q_S^2 \left(k - \frac{1}{k}\right)^2}} \quad (30)$$

где $k = \omega_{RS}/\omega_S$ – нормированная частота коммутации ключевых транзисторов.

Данный тип преобразователя сочетает в себе положительные свой-

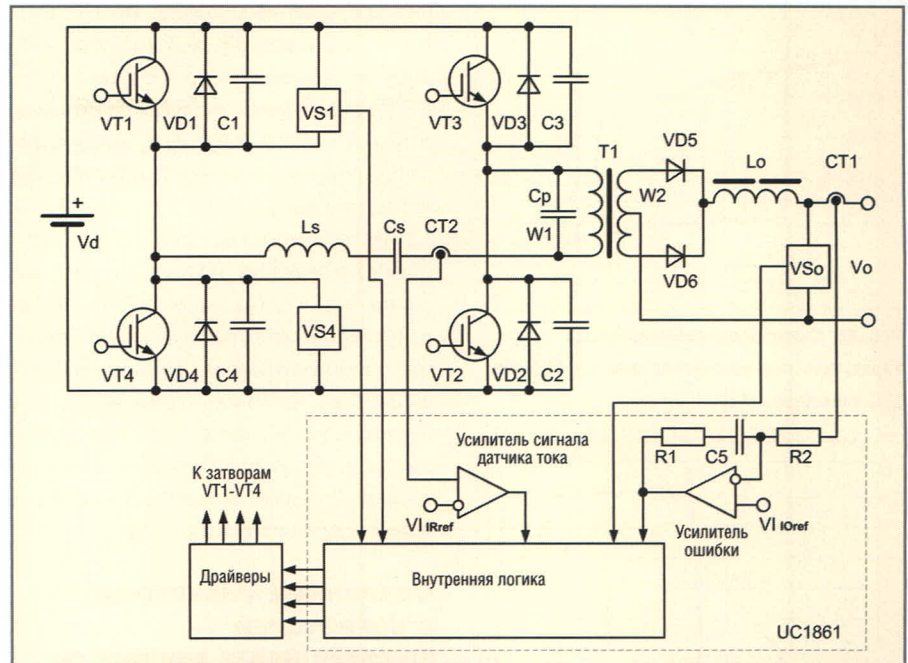


Рис. 13. Резонансный сварочный инвертер LCC-типа [14]

ства как «последовательного» (series-loaded resonant converter), так и «параллельного» (parallel-loaded resonant converter) конвертеров. Важным моментом при разработке LCC-конвертера является выбор оптимального соотношения резонансных емкостей C_p/C_S . При малой величине C_p требуется большая кратность изменения коммутационной частоты, при большой ёмкости C_p на холостом ходе силовые транзисторы коммутируют значительный реактивный ток. Поэтому выбор этой ёмкости носит компромиссный характер. Обычно отношение выбирается от 0,3 до 1.

Авторами был разработан сварочный инвертер на основе LCC-конвертера с максимальной мощностью 3 кВт и диапазоном тока нагрузки 40...150 А. Регулирование и стабилизация тока осуществляется изменением частоты коммутации от 25 до 50 кГц, причём конвертер работает всегда на правом, высокочастотном склоне АЧХ резонансного контура, при максимальном коэффициенте заполнения. Типичная зависимость коэффициента передачи по напряжению LCC-конвертера от относительной частоты показана на рисунке 14. Конденсаторы C1 – C4 выполняют функции бездиссипативных демпферов, снижающих потери транзисторов «на выключение».

Для реализации режима ZVS при выключении транзисторов необходимо контролировать время их

выключенного состояния. С этой целью используются два датчика напряжения VS1 и VS2. Для измерения тока нагрузки во вторичной обмотке установлен двухобмоточный трансформатор тока CT1. Напряжение V_{Io} , пропорциональное току нагрузки, подаётся на инвертирующий вход усилителя ошибки E/A контроллера UC1861. Трансформатор тока CT2 используется для защиты силовых транзисторов, с его помощью контролируется ток в формирующем контуре. Датчик выходного напряжения VSo необходим для ограничения тока контура на холостом ходе, с тем чтобы при отсутствии нагрузки контроллер устанавливал максимальную частоту коммутации. Если не вводить ООС по выходному напряжению и не детектировать состояние холос-

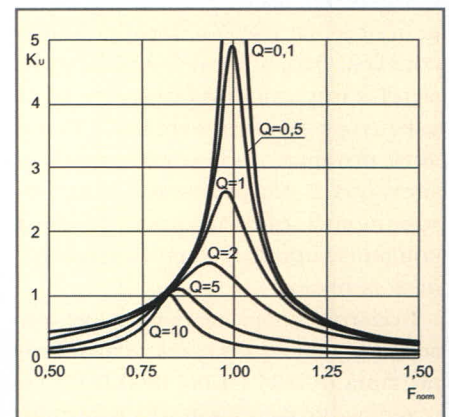


Рис. 14. АЧХ LCC-конвертера

F_{norm} – нормированная частота ($F_{norm} = F_{SWITCH}/F_{RESONANCE}$)

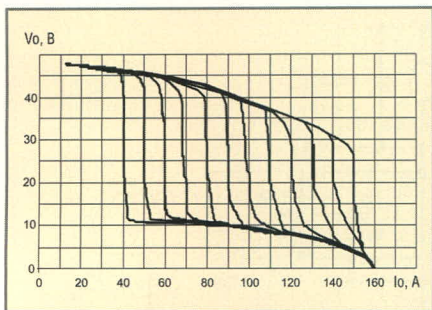


Рис. 15. Статические вольтамперные характеристики экспериментального образца LCC-конвертера [14]

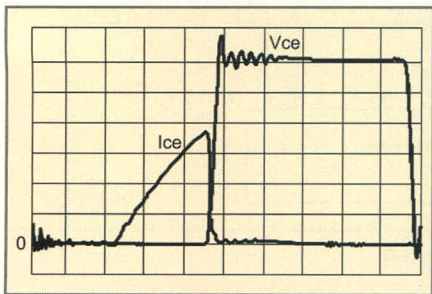


Рис. 16. Ток коллектора и напряжение «коллектор-эмиттер» силового транзистора [14]

Масштаб: V_{ce} – 50 В/дел., I_{ce} – 10 А/дел., развёртка – 2,5 мкс/дел.

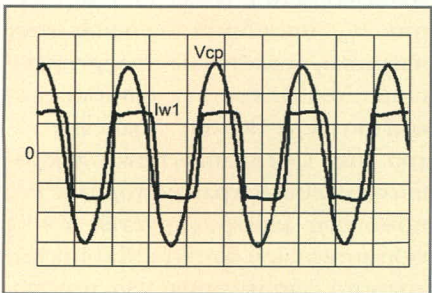


Рис. 17. Ток и напряжение первичной обмотки силового трансформатора [14]

Масштаб: V_{cp} – 50 В/дел., I_{w1} – 5 А/дел., развёртка – 10 мкс/дел.

того хода, контроллер установит минимальную частоту коммутации, которая близка к собственной резонансной частоте ненагруженного контура. Это, в свою очередь, приведёт к циркуляции большого тока в контуре и, следовательно, большим потерям проводимости транзисторов. В «последовательном» резонансном преобразователе (без конденсатора C_p) такой ситуации не возникает.

В опытном образце сварочного инвертора использовались транзисторы типа IRGN115U06, IRGK115U06 и диоды Шоттки в выходном выпрямителе. Использован силовой трансформатор кабельного типа с магнитопроводом, набранным из несколь-

ких ферритовых колец, обмотками $W_1 = 12$ витков, $W_2 = 2$ витка и площадью поперечного сечения $S_c = 8 \text{ см}^2$. Индуктивность намагничивания составила 2,85 мГн, индуктивность рассеивания – 3,4 мкГн. Индуктивность выходного дросселя L_o – 12 мкГн. Семейство экспериментальных статических ВАХ опытного образца приведено на рисунке 15. На рисунках 16 и 17 показаны характерные осциллограммы токов и напряжений на силовом транзисторе и первичной обмотке трансформатора (конденсаторе C_p) при токе нагрузки, близком к минимальному, и напряжении питания 300 В.

СВАРОЧНЫЕ ИНВЕРТОРЫ С КОРРЕКЦИЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Целесообразность применения активных корректоров коэффициента мощности (ККМ) в составе сварочных инверторов достаточно давно и активно обсуждается. Эта проблема имеет две составляющие – экономическую и техническую. С экономической точки зрения, применение ККМ в составе ИИСТ низшего ценового диапазона (бытового уровня) нецелесообразно, поскольку такой сварочный инвертор сразу попадает в другую ценовую категорию, но при этом проигрывает конкурентам по комплексу технических параметров и, скорее всего, по уровню надёжности и качества. Профессиональные ИИСТ промышленного назначения имеют другой порядок цен, поэтому использование ККМ в их составе не столь заметно увеличивает себестоимость.

Ряд производителей ИИСТ заявляют о наличии ККМ в составе выпускаемого оборудования. Например, фирма Miller Electric оснащает корректором коэффициента мощности свои сварочные инверторы Maxstar 150 и XMT 350 Series [15]. В ИИСТ СТРАТ 160КС российского производства также используется активный ККМ и стабилизатор сети [16]. Представляют интерес технические характеристики сварочного инверторного аппарата с поддержкой сварочных процессов MIG/MAG и STICK/TIG, с универсальным питанием от сети с напряжением 208...575 В. При питании от однофазной сети максимальный свароч-

ный ток составляет 300 А при выходном напряжении 32 В и ПН 60%. Коэффициент мощности данного ИИСТ составляет 0,95 при КПД 87% (ток нагрузки 400 А, питание от трёхфазной сети). Цена производителя за модель в базовой конфигурации – 3523 долл. США.

Преимущества ИИСТ с активным ККМ по сравнению с оборудованием без коррекции коэффициента мощности очевидны. Во-первых, снижается среднеквадратичное значение тока, потребляемого ИИСТ от питающей сети, что позволяет использовать такие сварочные инверторы в маломощных сетях при сохранении заявленного максимального сварочного тока. Во-вторых, повышается стабильность выходного тока и напряжения инвертора, что важно для профессионального оборудования. В-третьих, устраняется влияние ИИСТ на других потребителей, питающихся от той же первичной сети. Несинусоидальный ток, генерируемый нелинейной нагрузкой, протекая по импедансу питающей сети, порождает искажения формы напряжения сети. В спектре потребляемого тока содержатся не только высшие гармоники сетевой частоты, но и гармоники комбинационных частот. Источники сварочного тока, работающие в режимах импульсной модуляции тока дуги (обычно используются частоты модуляции в сотни герц), потребляют ток, в спектре которого, кроме высших гармоник, содержатся также гармоники с частотами ниже основной. Это приводит к «мерцанию» напряжения первичной сети с частотой единицы-десятки герц. В трёхфазных сетях применение ККМ нормализует величину тока, текущего в нулевом проводе. Авторы обсуждаемых далее работ отмечают улучшение качества сварного соединения, уменьшение разбрызгивания металла и снижение пульсаций тока нагрузки с частотой, кратной частоте напряжения питающей сети.

Реализации ИИСТ с активным ККМ сопутствует ряд проблем. Кроме усложнения и удорожания ИИСТ возникают специфические вопросы взаимного влияния двух регулируемых преобразователей, работающих фактически на общую нелинейную нагрузку. При этом оба преобразователя могут иметь многопетлеую

ООС по току и напряжению, индивидуальные алгоритмы управления, выполняют различные функции и отличаются по динамическим характеристикам. Авторы работы [17] исследовали взаимное влияние ККМ на функционирование сварочного инвертора. Блок-схема устройства приведена на рисунке 18. В качестве ККМ использовался простейший и наиболее распространённый тип преобразователя – одноконтурный одноконтурный регулятор повышающего типа (boost converter), работающий в режиме прерывистого тока индуктора ККМ.

Напряжение питания на выходе ККМ составляло 400 В, что позволило авторам увеличить коэффициент трансформации силового трансформатора до 5 : 1 и снизить токовую нагрузку на силовые транзисторы сварочного инвертора. Наличие ККМ не ухудшило динамические свойства сварочного инвертора, взаимное влияние «сварочной» и ККМ-секции отсутствовало.

Более схемотехнически сложный вариант ККМ использован авторами работы [18] – это управляемый входной выпрямитель на IGBT-транзисторах VT1 – VT4 (см. рис. 19). Инвертор [18] также состоит из двух независимых блоков, управляемых от собственных контроллеров.

Экспериментальный образец сварочного инвертора испытывался при токе до 180 А и продемонстрировал меньшее разбрызгивание металла и более высокое качество шва. В составе полумостового инвертора (транзисторы VT5, VT6) применён оригинальный силовой трансформатор с повышенной собственной ёмкостью обмоток, которая вместе с индуктивностями трансформатора и монтажа образует фильтр низких частот с частотой среза порядка 600 кГц, что значительно меньше, чем в случае традиционной конструкции трансформатора. Силовой трансформатор с характеристикой ФНЧ эффективно подавляет помехи со стороны сварочной дуги, не пропуская их на сторону первичной обмотки. Это, по мнению авторов, повышает стабильность работы ККМ-и ШИМ-контроллеров и снижает вероятность выхода из строя силовых транзисторов.

При питании инвертора от трёхфазной сети структура ККМ услож-

няется. В этом случае простейшим является активный корректор на основе одноконтурного повышающего регулятора, работающий в режиме прерывистого тока индуктора (DCM, discontinuous conduction mode) на фиксированной частоте преобразования. Подобная структура сварочного инвертора с активным ККМ использована авторами работы [19] и показана на рисунке 20. Элементы Cf и Lf образуют

помехоподавляющий фильтр. Индуктивности Lb – индукторы, входящие в состав схемы ККМ. Сварочный преобразователь представляет собой готовое изделие – источник сварочного тока для полуавтоматической сварки в среде защитного газа CO₂. Особенностью данного ККМ является использование нового алгоритма управления транзистором VT1 корректора: в управляющий ШИМ-сигнал вводится напряжение,

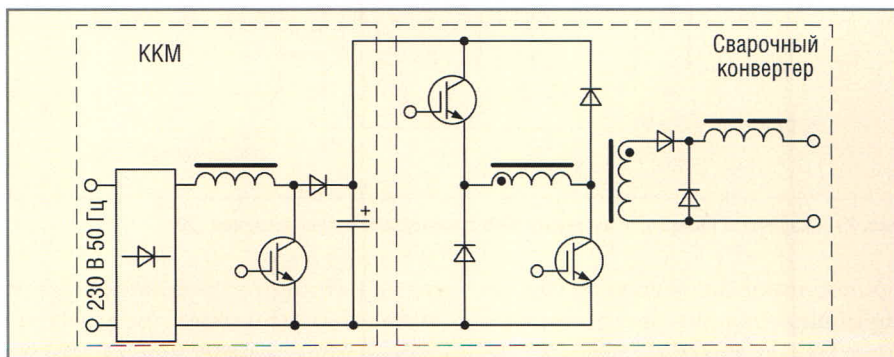


Рис. 18. Сварочный инвертор с активным ККМ [17]

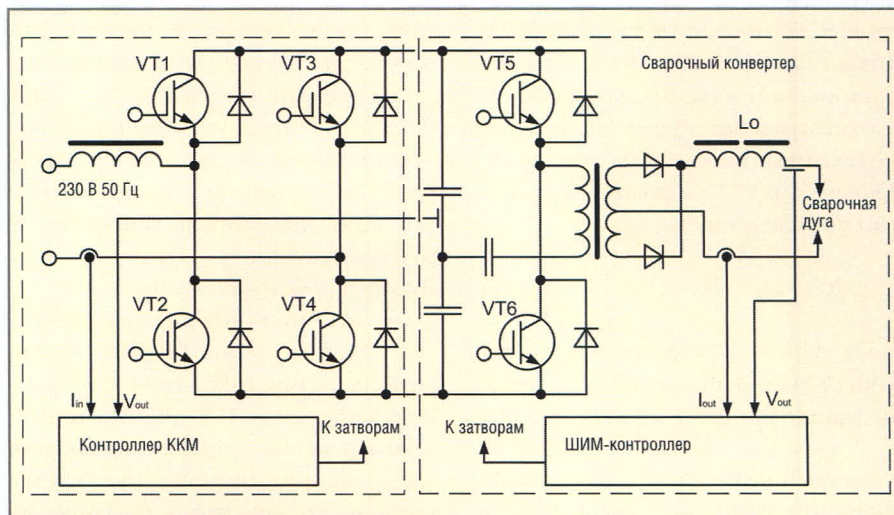


Рис. 19. Сварочный инвертор с активным мостовым выпрямителем в качестве ККМ [18]

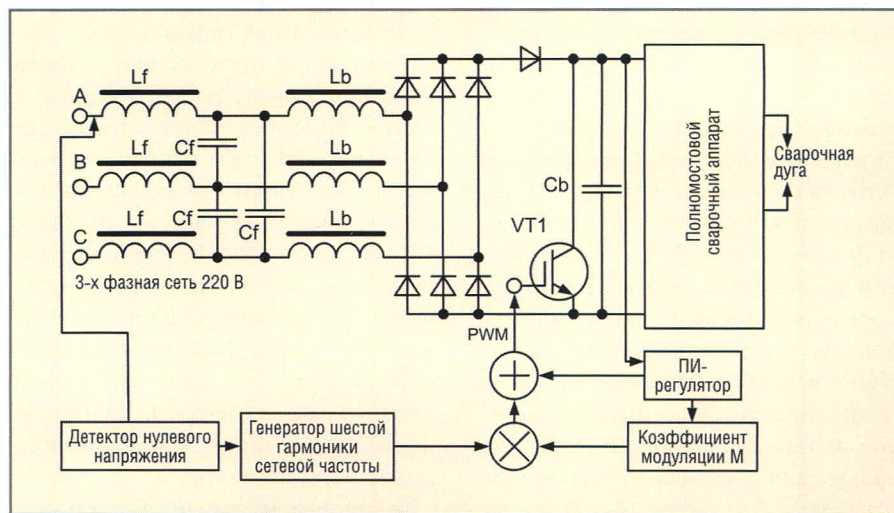


Рис. 20. Сварочный инвертор с активным ККМ, трёхфазным питанием и инъекцией 6-ой гармоники питающего напряжения в управляющий сигнал [19]

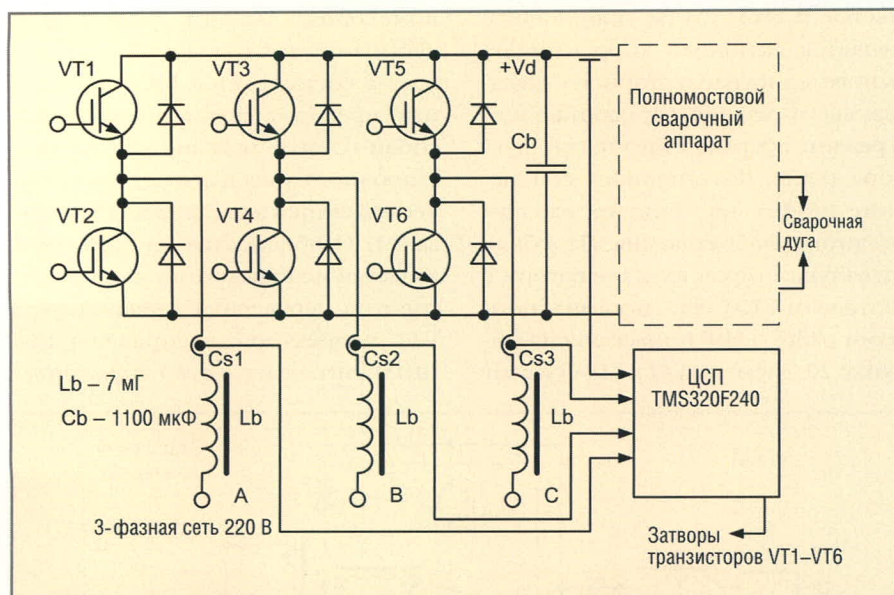


Рис. 21. Сварочный инвертор с активным ККМ с векторным регулированием [20]

пропорциональное уровню шестой гармоники напряжения питающей сети. Целью авторов являлось снижение уровня пятой гармоники потребляемого нагрузкой тока до уровня, соответствующего требованиям стандарта IEC-555-2, при использовании максимально простой и относительно эффективной схемотехники силовой части ККМ. Транзистор VT1 управляется сигналом $d(t)$ следующего вида:

$$d(t) = D \left[1 + M \sin \left(6\omega t + \frac{3}{2}\pi \right) \right], \quad (31)$$

где $M = V_d / \sqrt{3} V_{LN}$ – коэффициент передачи ККМ по напряжению, V_{LN} – амплитуда линейного напряжения сети, V_d – выходное напряжение ККМ на конденсаторе C_b , $D = T_{ON} / T_{SW}$ – коэффициент заполнения сигнала ШИМ в традиционном понимании.

Опытный образец описанного ККМ работал на частоте преобразования 10 кГц при максимальной мощности в нагрузке 3 кВт. По сравнению с традиционным способом управления силовым транзистором активного ККМ, добавление 6-ой гармоники позволило снизить коэффициент нелинейных искажений потребляемого тока на 3,9% в случае нелинейной нагрузки. Эффективность предложенной схемы существенно зависит от величины коэффициента M : с ростом значения M она снижается. Авторы использовали оптимальное значение $M = 1,29$.

Несмотря на то что простейший ККМ в виде повышающего одно-

транзисторного регулятора даёт удовлетворительные результаты, дальнейшее улучшение гармонического состава потребляемого инвертором тока требует более сложной схемотехники и алгоритмов управления активным выпрямителем. Для реализации таких алгоритмов управления предпочтительны цифровые методы, использование которых сдерживается недостатком высоким для данного применения быстродействием распространённых микроконтроллеров.

По этой причине авторы работы [20] для управления активным ККМ использовали цифровой сигнальный процессор TMS320F240 и векторный метод управления активным выпрямителем. Блок-схема сварочного инвертора с активным трёхфазным мостовым ККМ показана на рисунке 21. Частота преобразования ККМ определялась возможностями процессора и была выбрана равной 10 кГц. Выходное напряжение V_d стабилизировалось на уровне 680 В и использовалось для питания ИИСТ мостового типа, работающего на частоте 20 кГц с собственным ШИМ-контроллером. В качестве датчиков тока $Cs1 - Cs3$ применялись преобразователи на эффекте Холла. Аналогичный преобразователь был адаптирован для использования в качестве гальванически развязанного датчика выходного напряжения V_d .

Экспериментальный образец сварочного инвертора с активным ККМ обеспечивал максимальную мощ-

ность в нагрузке 10 кВт при КПД 91% и коэффициенте нелинейных искажений (к.н.и.) потребляемого тока порядка 6%. При снижении тока нагрузки КПД падает и растут искажения потребляемого тока. Для оптимизации режима работы силовых транзисторов VT1 – VT6 при переходе ИИСТ в режим холостого хода ЦПОС выключает транзисторы VT1 – VT6, и ККМ функционирует в режиме обычного неуправляемого диодного выпрямителя. Несмотря на то что на холостом ходе к.н.и. потребляемого тока достигает 70,8%, эффективный потребляемый ток составляет всего 0,39 А, и реализованный режим работы ККМ на холостом ходе можно считать оптимальным. Инвертор разрабатывался для ручной сварки штучным электродом и продемонстрировал высокую стабильность параметров и хорошие динамические свойства.

Авторами статьи [21] был разработан трёхфазный активный ШИМ-выпрямитель со свойствами источника тока для питания сварочного инвертора. Блок-схема предложенного активного ККМ показана на рисунке 22. На входе ККМ используется LC-фильтр, состоящий из элементов L_f и C_f и предназначенный для снижения гармоник потребляемого тока. Наличие подобного фильтра приводит к нежелательным последствиям: дополнительному фазовому сдвигу между потребляемым током и его образцовым значением, возникновению паразитных резонансных колебаний тока, особенно в переходных режимах, и циркуляции реактивных токов из-за наличия конденсаторов C_f . Обычно для устранения этих недостатков используется обратная связь по фазному току и/или напряжению, что требует установки соответствующих датчиков. Кроме этого, необходимо обеспечить устойчивую работу ККМ-контроллера при многопетлевой ООС. Применение ШИМ-выпрямителя со свойствами источника тока позволяет исключить датчики фазного тока. Для реализации алгоритма работы активного ККМ и защиты полупроводниковых приборов от перегрузки по току достаточно контроля тока в выходной шине корректора (датчик $Cs1$). Используемый авторами алгоритм с контролем квадра-

турных компонент вектора фазного тока позволил независимо регулировать активную и реактивную составляющие потребляемой полной мощности, стабилизировать выходное напряжение $+V_d$ и погасить паразитные колебания тока во входном фильтре $L_f C_f$.

Разветвлённый алгоритм управления силовыми транзисторами VT1 – VT6 корректора реализован с помощью микроконтроллера MC68HC916Y1 фирмы Motorola. Функционирование разработанного активного ККМ проверялось совместно со сварочным инвертором промышленного производства Wallius SFC 150, выполненного по мостовой схеме и рассчитанного на питание от однофазной сети и максимальный сварочный ток 150 А. Штатный диодный выпрямитель ИИСТ типа Wallius SFC 150 был заменён на рассмотренный выше активный ШИМ-выпрямитель, но при этом конденсатор входного фильтра ёмкостью 1500 мкФ, входящий в состав промышленного инвертора, был сохранён. Выходное напряжение ККМ составило 320 В. Частота преобразования ККМ равна 5 кГц, сварочного инвертора – 20 кГц.

Доработанный ИИСТ Wallius SFC 150 испытывался при токе нагрузки 85 А как в установившемся, так и в переходных режимах. Было экспериментально подтверждено практически полное отсутствие паразитных колебаний тока во входном фильтре, возможность независимо регулирования активной и реактивной мощности, потребляемой ИИСТ, хорошая динамика тока дуги и отсутствие взаимного влияния активного ККМ и сварочного инвертора. Получена величина коэффициента мощности, близкая к единице.

Все рассмотренные выше примеры сварочных инверторов с активным

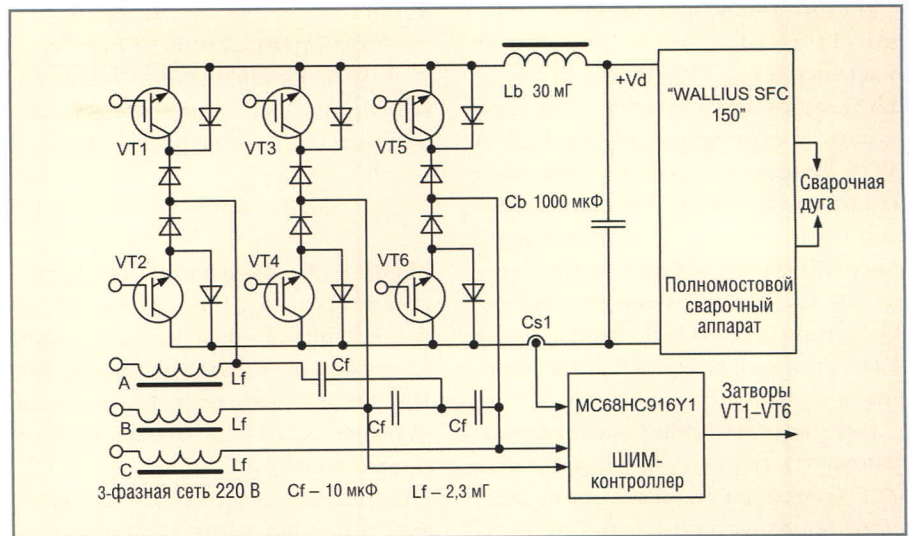


Рис. 22. Активный ККМ понижающего типа со свойствами источника тока [21]

ККМ имеют одинаковую структуру: отдельная секция ККМ со своим управляющим контроллером и отдельная, самостоятельная секция – сварочный инвертор со своим блоком и алгоритмами управления. Такая двухступенчатая структура позволяет оптимизировать как ККМ, так и «сварочную» часть устройства, но ценой усложнения конечного изделия, повышения его стоимости, ухудшения эффективности и массогабаритных показателей. По этим причинам сегодня активно разрабатываются интегральные решения, совмещающие функции коррекции коэффициента мощности и источника сварочного тока в одной силовой части.

Блок-схема одного из таких ИИСТ с интегрированной функцией ККМ показана на рисунке 23 [22]. Функцию ККМ выполняет часть схемы, включающая в себя «бустерные» индуктивности L_b , выпрямитель VD1 – VD6, ёмкость фильтра C_d и ведущее плечо моста на транзисторах VT1, VT3. Нововведением является подключение общей точки соединения конденсаторов входного фильтра C_f (обозначена Neutral) к выходу ве-

дущего племоста (точка N). При достаточно большой ёмкости C_f потенциал в точке N равен потенциалу нулевого провода трёхфазной питающей сети. Сварочный конвертер состоит из моста на транзисторах VT1 – VT4 с блокирующим конденсатором C_b и насыщающимся дросселем L_s , а также силового трансформатора T1 и вторичного выпрямителя VD7, VD8 с выходным фильтром $L_o C_o$. Контроллер ШИМ управляет работой только «сварочного» преобразователя, для чего используется ООС по току и напряжению нагрузки. Используется алгоритм псевдо-ШИМ-ФС, который иллюстрируется рисунком 24, где $V_{ge1} – V_{ge4}$ – напряжения на затворах силовых транзисторов, I_{Lb} – ток в индуктивности L_b , V_{nm} – напряжение между точками M и N.

Рассмотрим кратко работу преобразователя в установившемся режиме. Для определённости будем анализировать ток индуктивности L_b фазы A, а также интервал фазного напряжения $0^\circ – 60^\circ$ при условии $V_A > 0, V_C > 0, V_B < 0$, где V_A, V_B, V_C – напряжение соответствующей фазы.

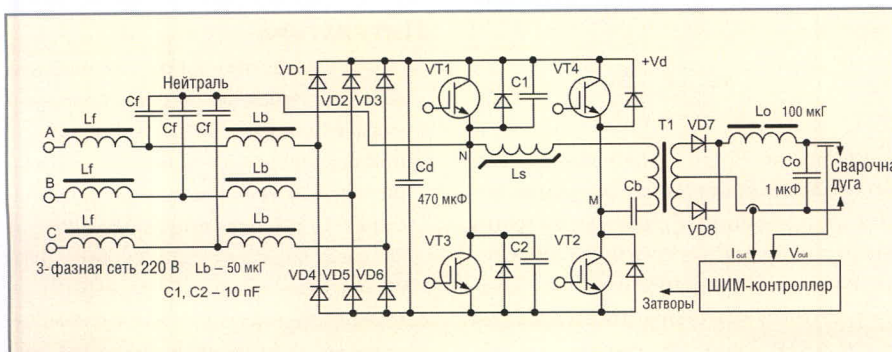


Рис. 23. Сварочный инвертор с интегрированным ККМ [22]

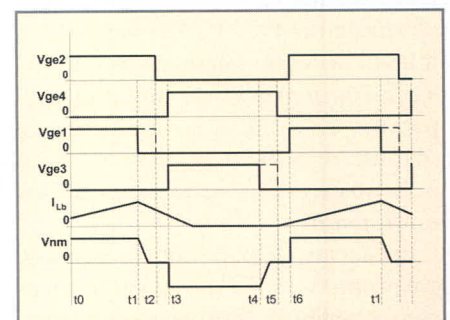


Рис. 24. Диаграммы токов и напряжений в ИИСТ с интегрированным ККМ [22]

На интервале времени $t_0...t_1$ ключи VT1 и VT2 замкнуты, дроссель Ls насыщен и $V_{NM} = V_d$. Дроссели Lb-A и Lb-C заряжаются линейно нарастающим током через диоды VD1 и VD3. Дроссель Lb-B при этом отдаёт накопленную энергию в конденсатор Cd за счёт тока, текущего через диод VD5. Таким образом, к дросселю Lb-A приложено напряжение сети V_A , к дросселю Lb-B – напряжение $V_d + V_B$ и к дросселю Lb-C – напряжение V_C .

В момент времени t_1 сначала выключается транзистор VT1 в режиме ZVS благодаря наличию демпферного конденсатора C1: ток первичной обмотки заряжает C1 и разряжает C2. После полного перезаряда указанных емкостей током первичной обмотки открывается диод VD3, создавая условия для включения транзистора VT3 также в режиме ZVS. На интервале $t_1...t_2$ ток первичной обмотки течёт через открытый транзистор VT2 и диод VD3, быстро спадая из-за того, что напряжение на конденсаторе Cb приложено навстречу э.д.с. первичной обмотки. Как только ток первичной обмотки уменьшится до критической величины, дроссель Ls выходит из насыщения и предотвращает тем самым смену направления тока первичной обмотки.

Поскольку ток первичной обмотки уменьшился практически до нуля, в момент времени t_2 выключение транзистора VT2 происходит в режиме ZCS. После защитного интервала (dead time) $\Delta t = t_3 - t_2$ одновременно включаются транзисторы VT3 и VT4 в режиме ZCS, а транзистор VT3 – и в режиме ZVS, дроссель Ls насыщается, и начинается очередной такт передачи мощности в нагрузку. Теперь к дросселю Lb-A приложено напряжение $V_A - V_d$, к дросселю Lb-B – напряжение V_B и к дросселю Lb-C – напряжение $V_C - V_d$. Ток через Lb-A и Lb-C линейно уменьшается до нуля, а ток через Lb-B линейно возрастает от нуля до максимального (отрицательного) значения. Затем все коммутационные процессы повторяются.

Дроссели Lb работают в режиме разрывных токов и запасают энергию в течение интервала времени, когда ключ VT1 открыт, а VT3 закрыт. Сброс запасённой энергии в

конденсатор Cd происходит при закрытом транзисторе VT1 и открытом VT3. Коэффициент нелинейных искажений входного тока можно определить из выражения:

$$КНИ_{IN} = \frac{100}{4M+3} \%, \quad (32)$$

где $M = V_d/E$ – коэффициент передачи повышающего ККМ-конвертера по напряжению, E – амплитуда входного напряжения. В данном конвертере $M = 1,5...2,5$, что соответствует к.н.и. порядка 8...12% и коэффициенту мощности 0,99.

Поскольку регулируются только выходные параметры, при уменьшении тока нагрузки увеличивается напряжение питания моста V_d , которое необходимо ограничить на безопасном уровне. Мощность, потребляемая от сети, равна:

$$P_{IN} = \frac{3E^2 T_{ON}^2}{4LT_S}. \quad (33)$$

В то же время мощность в нагрузку составляет:

$$P_O = V_O^2 / R_L. \quad (34)$$

Для мостового преобразователя соотношение между входным и выходным напряжением описывается формулой:

$$V_d = \frac{nV_O T_{ON}}{T_S}, \quad (35)$$

где T_{ON} – время включенного состояния транзистора, L – индуктивность «бустерного» дросселя Lb, n – коэффициент трансформации силового трансформатора T1, V_O – напряжение нагрузки, T_S – период рабочей частоты конвертера, R_L – сопротивление нагрузки. Из выражений (33) и (34) можно получить зависимость напряжения питания моста от параметров нагрузки и коэффициента заполнения импульсов управления силовыми транзисторами:

$$V_d = \frac{nT_{ON}^2 E}{2T_S} \sqrt{\frac{3R_L}{LT_S}}. \quad (36)$$

Выражение (36) показывает, что возможно косвенное регулирование напряжения V_d за счёт ООС по выходному напряжению, в результате чего напряжение питания моста в данной конструкции не превышает 800 В. Экспериментальный образец ИИСТ с интегрированными

ККМ испытывался при токе нагрузки 250 А и напряжении 40 В; получено значение коэффициента мощности порядка 0,99 и стабильные выходные параметры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании представленного материала можно проследить основные тенденции и направления развития в разработке силовой части сварочных инверторов. Во-первых, в современной мощной преобразовательной технике практически не применяются демпферные цепи, формирующие оптимальную траекторию переключения силовых транзисторов, на основе неэффективных RC- или RCD-цепей. Как правило, применяются бездиссипативные цепи с возвратом энергии в источник питания ключевого преобразователя, и разработчики стараются максимально использовать паразитные реактивные «элементы» преобразователя при разработке бездиссипативных демпферов. Во-вторых, можно отметить рост числа публикаций, посвящённых применению активных корректоров коэффициента мощности в составе сварочного инвертора, несмотря на увеличение стоимости такого решения и снижение общей эффективности ИИСТ с ККМ. Использование сложных алгоритмов инжекции гармоник и векторного управления активными ККМ естественным образом приводит к использованию цифровых методов обработки контролируемых параметров и управления силовой частью. Активно разрабатываются интегральные решения типа «активный ККМ + ИИСТ» на базе единой силовой части. И в-третьих, новые схемотехнические решения, например трёхуровневые преобразователи, адаптируются для применения в качестве источников сварочного тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров С. Схемотехника промышленных сварочных инверторов. Современная электроника. 2007. № 8. С. 42–47.
2. Dudrik J., Bauer P. DC source for arc welding with soft-switching current-mode controlled DC-DC converter. Intern. Rev. of Electrical Engineering (IREE). April 2006. PP. 162-169.
3. Treviso C.H.G., Pereira A.A., Farias V.J., Vieira J.B., de Freitas L.C. A 1,5 kW operation with 90% efficiency of a two transistors forward con-

- verter with non-dissipative snubber. PESC'98 Record. Japan 1998. Vol. 3. PP. 696–700.
4. Рудык С.Д., Турчанинов В.Е., Флоренцев С.Н. Мощный однотактный преобразователь постоянного напряжения с «мягкой» коммутацией силового ключа. Электротехника. 1999. № 4. С. 55–58.
 5. Machin N., Dekter J. New lossless clamp for single ended converters. Proc. Telecommunications Energy Conf. INTELEC 1997. Melbourne, Austria. PP. 35–39. www.rtp.com.au/papers/w1329.pdf.
 6. Vogman V. Nondissipative clamping benefits DC-DC converters. Power Electronics Technology. September 2005. PP. 26–32.
 7. Mecke H., Fischer W., Werter F. Soft switching inverter power source for arc welding. EPE'97 Conf. 1997. Trondheim. PP. 4333–4337.
 8. Morimoto K., Ahmed N., Lee H.W. Advanced high power DC-DC converter using novel type half-bridge soft switching PWM inverter with high frequency transformer for arc welder. IEEE PEDS'05. 2005. Issue 16–18. Vol. 1. PP. 113–118.
 9. Morimoto K., Doi T., Manabe H., Nakaoka M., Lee H.W. Advanced high power DC-DC converter using novel type full-bridge soft-switching PWM inverter with high frequency transformer link for arc welding application. Proc. of ICPE. 2004. PP. II 191–II 197.
 10. Frobleke N., Schmiedermann M. Enhanced analysis and design issues of a 3-level DC-DC converter with zero voltage and zero current switching. 9th European conf. on power electronics and applications (EPE'01). Graz, Austria. August 2001. PP. 1–10.
 11. Canales F. Novel DC-DC converters for high-power distributed power systems. Dissertation for degree of doctor of philosophy in electrical engineering. Virginia Polytechnic Inst. and State Univ. 2003.
 12. Horvath M., Borka J. Up-to-date, integrated, multifunctional energy converters of welding technologies. Proc. of EPE-PEMC Conf. 2006. Portoroz, Slovenia. 2006. Vol. T2-111. PP. 70–75.
 13. Borage M., Tiwari S., Kotaiah S. LCL-T resonant converter with clamp diodes: a novel constant-current power supply with inherent constant-voltage limit. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2007. Vol. 54, No. 2. PP. 741–746.
 14. Dudrik J., Dzurko P. Arc welder with series-parallel resonant DC-DC converter. Acta Technica CSAV 51. ISSN 0001-7043. 2006. PP. 415–426.
 15. www.millerweld.com.
 16. www.poligonspb.ru.
 17. Horvath M., Borka J. Welding equipment with power factor correction. Proc. of PEMC'96 Conf. Budapest, Hungary. 1996. Vol. 2/3. PP. 181–186.
 18. Chae Y.M., Cho J.S., Choe G.H., Shin W.S., Choi J.Y. PWM converter-inverter arc welding machine using new type N.C.T. IEEE PESC'98 Proc. 1998. Vol. 2. PP. 1636–1641.
 19. Lee J.H., Kim J.H., Kim S.S., Won C.Y., Kim Y.S., Choi S.W. Harmonic reduction of CO2 welding machine using single-switch, three-phase boost converter with six order harmonic injection PWM. IEEE ISIE'01 Proc. 2001. Vol. 3. PP. 1526–1529.
 20. Huang J.Q., Chen S.J., Yin S.Y., Wang D.P., Zeng Hua. A novel three-phase welding inverter power supply with high power factor. IEEE ICIT'03 Proc. Maribor, Slovenia. 2003. PP. 1113–1118.
 21. Salo M., Tuusa H., Nyqvist J. A high performance three-phase DC voltage source – an application to a welding machine. IEEE APEC'01 Proc. 2001. Vol. 2. PP. 793–799.
 22. Huang N., Zhang D., Song T., Fan M., Liu Y. A 10 kW single-stage converter for welding with inherent power factor correction. IEEE APEC'05 Proc. 2005. Vol. 1. PP. 254–259. ©

Надёжные системы преобразования энергии

SCHAEFER

Импульсные источники питания

- Преобразователи DC/DC
- Источники питания AC/DC
- Устройства управления зарядом батарей

Импульсные инверторы

- Инверторы DC/AC
- Частотные преобразователи

Области применения

- Промышленная автоматизация
- Атомные электростанции
- Военная промышленность
- Железнодорожный транспорт



PROSOFT®

Тел.: (495) 232-25-22 · E-mail: info@prosoft.ru · Web: www.prosoft.ru

Реклама

Система защиты от образования конденсата

Сергей Шишкин (Нижегородская обл.)

В различных оптических системах, работающих круглосуточно вне помещений, – телескопах, лазерах и т.д. – на поверхностях стекол или зеркал при температуре точки росы начинается конденсация водяного пара. В статье описана система, которая предотвращает образование конденсата на поверхности достаточно габаритных деталей.

Как известно, точка росы – это температура, при охлаждении до которой содержащийся в воздухе водяной пар становится насыщенным. При этой температуре парциальное давление в парогазовой смеси водяного пара соответствует давлению насыщенного пара. При достижении точки росы на предметах, с которыми соприкасается парогазовая смесь, начинается конденсация пара, т.е. появляется роса (конденсат).

Точка росы – одна из основных характеристик влажности газов. Она может быть вычислена с помощью диаграммы, например, построенной для смеси воздуха с водяным паром, – диаграммы I–X (I – энтальпия влажного воздуха, X – его влагосодержание). Из этой диаграммы следует, что при относительной влажности воздуха $f = P_{\text{п}}/P_{\text{нас}} = 100\%$ точка росы совпадает с его фактической температурой. Если $f < 100\%$, точка всегда ниже

этой температуры, и тем ниже, чем меньше f . Например, при температуре воздуха 15°C и f , равной 100, 80, 60 и 40%, температура точки росы соответственно составляет 15,0; 11,6; 7,3 и $1,5^\circ\text{C}$. Знание температуры точки росы позволяет при помощи стандартных таблиц найти f .

Появление влаги, например, на стёклах или зеркалах приводит к потере работоспособности всей оптической системы. Задачу определения точки росы целесообразно решить с помощью промышленных средств измерений. Это могут быть измерители относительной влажности (термогигрометры) или приборы, измеряющие непосредственно температуру точки росы. Функциональная схема системы защиты от образования конденсата приведена на рисунке 1.

Автор не будет подробно останавливаться на конструкции системы, а уделит основное внимание блоку

управления. Принцип работы системы достаточно прост. При появлении конденсата на поверхности зеркала (далее – объекта обдува) включается тепловая пушка. Тёплый воздух под небольшим давлением по воздуховодам подаётся через сопла на поверхность объекта, разогревая её равномерно. Через определённое время после удаления конденсата тепловая пушка отключается.

Система состоит из следующих функциональных узлов: двухканального измерителя-регулятора температуры A1; платы управления A2; измерителя точки росы A3; блока симисторов A4; тепловой пушки A5; источника питания U1 и двух датчиков температуры – RK1 и RK2 (данные датчики температуры входят соответственно в каналы измерения температуры № 1 и № 2, сами каналы измерения размещены в измерителе-регуляторе температуры A1).

Плата управления содержит следующие функциональные узлы: микроконтроллер ATMEGA16-16PI, на базе которого и построена данная плата, и ключи, выполненные на твердотельных реле. Микроконтроллер ATMEGA16-16PI управляет работой системы в целом. Все приборы, а также плата управления A2 гальванически развязаны от питающей сети.

Алгоритм работы системы следующий. Измеритель точки росы A3 и канал измерения температуры № 1 измерителя-регулятора A1 отслеживают температуру. При установлении температуры точки росы измеритель A3 посылает сигнал на плату управления A2. Микроконтроллер платы управления A2 анализирует состояние выходного устройства регулятора температуры A1 и включает тепловую пушку A5. Тёплый воздух поступает на объект обдува и разогревает его контур, который контролирует канал измерения температуры № 2 (датчик температуры RK2). После испарения конденсата с поверхности объекта тепловая пушка отключается. Датчик температуры RK1 и зонд

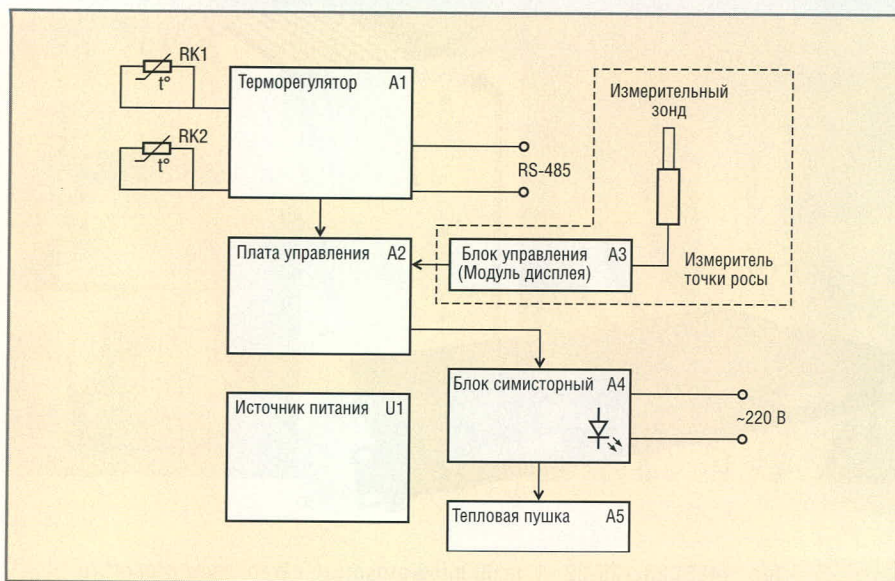


Рис. 1. Функциональная схема системы защиты от образования конденсата

датчика точки росы размещены вне помещения или в месте, где влияние посторонних факторов исключено, а условия максимально приближены к окружающим.

Датчик температуры RK2 размещён на поверхности объекта обдува или рядом с контуром обогрева. Температуру точки росы определяет прибор типа EE35 австрийской фирмы E+E Elektronik [3]. Прибор состоит из блока управления (модуля дисплея) и измерительного зонда (первичного преобразователя). Внешний вид блока управления измерителя с подключенным к нему измерительным зондом показан на рисунке 2.

Прибор серии EE35 функционален и удобен в эксплуатации. Процесс автоматической калибровки прибора позволяет проводить измерения в диапазоне $-60...60^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Калибровка выполняется каждые 30 мин, за 3 мин до вывода информации. В течение процедуры автокалибровки выведенные на экран данные остаются неизменными. Два свободно масштабируемых и настраиваемых выхода выдают информацию о текущей температуре и темпе-

ратуре точки росы. Когда температура точки росы ниже 0°C , измеритель вычисляет температуру замерзания. В таблице 1 приведены основные технические характеристики прибора EE35.

Внешний вид блока управления с дисплеем показан на рисунке 3. В нём может быть установлен релейный выход, диапазон срабатывания которого устанавливается с помощью потенциометра.

Для контроля текущей температуры и температуры нагрева объекта обдува (как предусматривает алгоритм работы системы) в блоке управления был применён двухканальный измеритель-регулятор (терморегулятор) типа ОВЕН ТРМ202, который имеет два универсальных входа для подключения измерительных датчиков – термопреобразователей сопротивления типа ТСМ или ТСР 50/100, Pt100. Данный терморегулятор имеет два логических устройства (ЛУ), для каждого из которых пользователь может задавать следующую входную величину:

- значение, измеренное на входе 1;
- значение, измеренное на входе 2;
- разность значений 1 и 2.



Рис. 2. Внешний вид блока управления измерителя с подключенным измерительным зондом

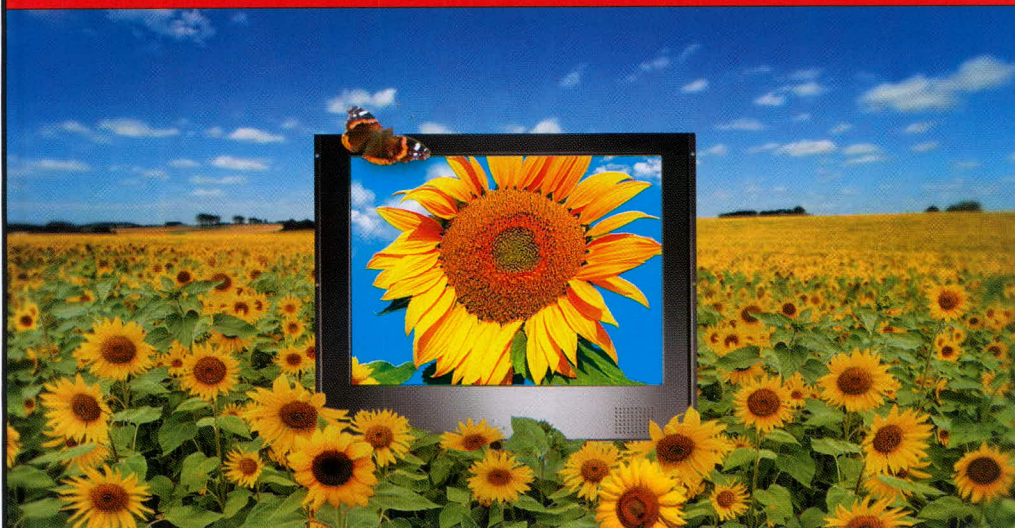


Рис. 3. Внешний вид блока управления с дисплеем

Каждое логическое устройство может работать в одном из трёх режимов:

- двухпозиционный регулятор (компаратор, устройство сравнения);
- аналоговый П-регулятор;

ХОРОШО ПОД СОЛНЦЕМ, ЕСЛИ ТЫ LITEMAX!



- ЖК-дисплеи яркостью от 700 до 1600 нит
- Размеры по диагонали от 10,4 до 31,5"
- Разрешение до 1366x768 (WXGA)
- Угол обзора по вертикали и горизонтали 170°
- Модели для монтажа в панель управления и в настольном исполнении
- Поставляются ЖК-дисплеи со светодиодной подсветкой
- Возможна установка сенсорного экрана, защитного стекла

Дисплеи сверхвысокой яркости

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ LITEMAX В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ



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

Реклама

● измеритель-регистратор.

Режим работы каждого ЛУ определяется типом соответствующего ему выходного устройства ВУ. Датчики температуры RK1, RK2 подключаются непосредственно к ТРМ202. К первому входу подключен термопреобразователь сопротивления RK1, контролирующий текущую температуру окружающей среды T1. Ко второму входу подключен термопреобразователь сопротивления RK2, находящийся в зоне объекта обдува. Предположим, что тепловая пушка разогревает объект до температуры T2. Задавая необходимую разность температур $\Delta T = T2 - T1$ для логического устройства (ЛУ) терморегулятора, мы тем самым задаём верхнюю границу для выключения тепловой пушки.

В терморегуляторе имеется встроенный интерфейс RS-485. Обмен дан-

ными ведётся по протоколу, который обеспечивает приём и передачу программируемых параметров прибора для регистрации, задания новых параметров регулирования, запуска и остановки регулирования и т.п. [2].

В качестве датчиков температуры применены термопреобразователи сопротивления типа ДТС125-РТ100.В2.60 с номинальной статической характеристикой Pt100 и влагозащищённым корпусом. Значение показателя тепловой инерции датчика не превышает 30 с. Подробную информацию о датчиках можно найти на интернет-странице [2]. Датчики подключаются к терморегулятору А1 по двухпроводной схеме.

Тепловая пушка подключается к сетевому напряжению через симисторный блок А4 (БС-440-63/40-Н фирмы «КонтраВТ»). Данный блок обеспечивает:

- коммутацию нагрузки;
- гальваническое разделение цепи управления и силовой цепи;
- привязку момента коммутации к переходу напряжения нагрузки через ноль;
- индикацию сигнала управления;
- защиту силового элемента от кратковременных перегрузок по напряжению.

Максимальный коммутируемый ток нагрузки блока составляет 63 А при температуре окружающего воздуха не более 30°C и 40 А при температуре окружающего воздуха не более 50°C. Подробную информацию о блоке можно найти на интернет-странице [1].

Функции тепловой пушки выполняет электронагреватель типа Leister 5000 с вентилятором Leister Airpack, который отличается низким уровнем шума и рассчитан на длительный режим эксплуатации. В таблице 2 приведены основные технические характеристики электрообогревателя Leister 5000.

Температуру горячего воздуха T в электрообогревателе Leister 5000 можно регулировать с помощью встроенного блока электроники в диапазоне от температуры окружающей среды до 700°C. Температура обдува определяется экспериментально для каждого конкретного случая. Подробную информацию об электронагревателях можно найти на интернет-странице [4].

Источник питания U1 типа AR150A-230WT051515-CN компании Alexander Electric подаёт гальванически развязанные выходные напряжения на плату управления А1 и измеритель точки росы А3.

Конструктивно блок управления выполнен в виде функционально законченного модуля. На передней панели расположены измеритель-регулятор А1 и модуль дисплея А3. На задней панели размещается симисторный блок А4 и источник питания U1. Между передней и задней панелями размещена печатная плата управления А2 (100 × 100 мм). Тепловая пушка А5 подключается к блоку управления через силовой разъём.

Рассмотрим работу нагревательного канала системы в рабочем цикле, т.е. когда температура окружающей среды равна температуре точки росы. После подачи питания терморегулятор А1 и блок управления А3 сразу переходят в рабочий режим. На индикаторах регу-

Таблица 1. Основные технические характеристики измерителя температуры точки росы EE35

Параметры		Значение
Общие	Напряжение питания	8..48 В DC или 12..35 В AC
	Потребляемый ток: ● выход по напряжению ● выход по току	40 мА, с автокалибровкой 100 мА 80 мА, с автокалибровкой 140 мА
	Диапазон давления	0...10 бар
	Рабочий диапазон температуры ● зонд ● электроника ● дисплей ● блок сигнализации	-40...+60°C -40...+60°C -20...+50°C -40...+60°C
	Температурный диапазон хранения	-40...+60°C
	Электромагнитная совместимость	EN61326
	Исполнение/класс защиты	РС/IP65
	Сенсор влажности	НС1000-400
Канал измерения точки росы	Измеряемый диапазон: ● стандартная калибровка ● особая калибровка	40...60°C -60...60°C
	Погрешность	<±2°C
	Время отклика: ● 10 с ● 80 с	-20°C → -40°C -40°C → -20°C
	Температурный сенсор	Pt1000 (класс допуска А, DIN)
Канал измерения температуры	Измеряемый диапазон	0...60°C
	Точность температурного измерения до 20°C	0,2°C
	Погрешность по всей шкале	0,1°C
	Температурная зависимость электроники	<±0,005°C/°C
Выходы	Два свободно выбираемых и масштабируемых аналоговых выходы	0...5 В 0...10 В 4...20 мА 0...20 мА

Таблица 2. Технические характеристики электрообогревателя LEISTER 5000

Параметр	Значение
Сетевое напряжение питания, В	220 ± 20%, 50 Гц
Потребляемая мощность, кВт	4
Максимальная температура струи горячего воздуха, °C	700
Минимальный расход воздуха, л/мин	400
Вес, кг	1,85
Габариты (Д × Ш × В), мм	316 × 108 × 112

лятора отображается текущее значение разности температур первого и второго канала измерений. Если эта разность меньше заданной и блок управления А3 выдал сигнал «ситуации точки росы», микроконтроллер платы управления А2 откроет ключ цепи управления симистором в блоке А4, после чего электронагреватель и вентилятор подключаются к сетевому напряжению и горячий воздух начинает обдувать поверхность объекта и датчик температуры № 2. Текущее значение разности температур первого и

второго канала измерений увеличивается. И как только она сравнивается с заданной, выходное устройство терморегулятора А1 разомкнёт цепь управления симисторного блока А4, тем самым отключив электронагреватель и вентилятор от сетевого напряжения. Подобные циклы будут повторяться, пока температура окружающей среды равна температуре точки росы.

Целесообразно экспериментальным путём для каждого объекта обдува определить температуру горячего воздуха T на выходе из сопла и ΔT , за-

даваемой для терморегулятора. Вышеуказанные параметры зависят от следующих факторов: температуры окружающей среды, относительной влажности, габаритов объекта обдува, а также площади обдуваемой поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

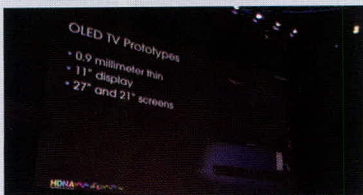
1. <http://www.contravt.ru>.
2. <http://www.owen.ru>.
3. <http://www.epulse.spektr.org>.
4. <http://www.olmax.ru>.
5. <http://www.aeps-group.ru>.



Новости мира News of the World Новости мира

CES 2009: Sony показала 27-дюймовые OLED-панели

Тема дисплеев на основе органических светодиодов становится заметной практически на любой IT-выставке – телевизионные OLED-системы обещают нам высочайшее качество картинки и при этом чрезвычайную компактность самих устройств. Но несмотря на все обещания разработчиков и производителей, на мировом рынке подобные решения всё никак не появляются. Исключением здесь является 11-дюймовый «органический» телевизор Sony XEL-1, глядя на ценник которого, становится ясной главная проблема, стоящая перед инженерами, – высокая стоимость среднеформатных и крупноформатных OLED-панелей.



Впрочем, подвижки в направлении популяризации OLED-систем всё-таки присутствуют. Компания Sony анонсирует 21- и 27-дюймовые панели на основе органических светодиодов.

Конкретная информация относительно технических характеристик устройств разработчиками замалчивается, однако сомнений, что панели смогут воспроизводить чрезвычайно яркую, контрастную и чёткую картинку, оставаться не должно. Так же как нет сомнений в компактности устройств – заявлено, что толщина панелей составляет всего лишь 0,9 мм.

NetworkWorld

Кризис подогрел интерес к использованию теории изобретений

Сложные времена заставляют компании гораздо более обдуманно относиться

к расходам, в том числе – к финансированию исследовательской деятельности. В стремлении оптимизировать свои затраты компания General Electric (GE) решила обратиться к разработке советских времён – теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основателем этого метода был Генрих Саулович Альтшуллер, начавший оформлять свои размышления об изобретательстве отправленным в 1948 г. письмом Сталину, в котором, совместно со своим товарищем, выражал беспокойство о состоянии дел с этим вопросом в СССР и предлагал новаторскую методику, позволяющую решать изобретательские задачи. Оценкой работы стали несколько лет лагерей. Реабилитированный в 1954 г., Альтшуллер вплоть до своей смерти в 1990 г. продолжал развивать и популяризировать ТРИЗ, воспитав при этом немало учеников и последователей.

По мнению GE, за счёт применения методов ТРИЗ и сопутствующего им глубокого предварительного анализа удастся избежать затрат на тупиковые направления развития, характерных, например, при решении проблемы с помощью мозгового штурма. «Не изобретай того, чего изобретать не требуется» – гласит один из принципов ТРИЗ, и его уже взяли на вооружение Intel, Samsung и Procter & Gamble. Есть немало приверженцев теории и среди зарубежных компаний меньшего масштаба, таких как, например, FuelCell Energy. По оценкам последней, оптимизация производства солнечных батарей с применением ТРИЗ позволила снизить его себестоимость на 50%.

Для применения ТРИЗ в своей практике GE пользуется услугами одной из консалтинговых фирм, действующих в этом сегменте, GEN3 Partners. Учитывая происхождение теории, не приходится удивляться, что руководители этой бостонской компании являются российскими эмигрантами, а значительная часть её 150 сотрудников ра-

ботают из России. Согласно заявлениям GEN3, компания добавила некоторые собственные разработки к классической ТРИЗ, а также организовала всемирную сеть, включающую 8 тыс. экспертов в различных областях науки, что позволяет эффективно решать поставленные задачи, суммируя в той или иной пропорции различные существующие технологии.

zdnetasia.com

Мнение Samsung: ноутбуки с OLED появятся в 2010

На третьем семинаре Techno Systems Research, прошедшем в Токио, компания Samsung Electronics выразила свои размышления по поводу перспектив OLED-дисплеев.

По мнению южнокорейского производителя, первые ноутбуки с OLED-панелями появятся уже в 2010 г. А к 2015 г. OLED-ноутбуки охватят 28% рынка. Среди достоинств OLED особо отмечаются широкий диапазон рабочих температур, совместимость с сенсорными панелями, высокий уровень утилизации.

Также прогнозируется постепенное увеличение диагонали OLED-дисплеев mainstream-сегмента. Ожидается, что панели с диагональю 5 и более дюймов выйдут на массовый рынок в период с 2009 по 2010 г. Спрос на более крупные панели будет обусловлен широким распространением развлекательных и коммуникационных устройств наподобие MID и UMPC.


Во время доклада было объявлено о создании Samsung Mobile Display – нового дочернего предприятия Samsung Electronics и Samsung SDI. Формирование новой компании должно завершиться в январе следующего года. Samsung Mobile Display будет специализироваться на разработке и производстве панелей малого и среднего размеров для мобильных устройств.

Tech-On!


САПР TороR. Ручное редактирование

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

Очередная статья цикла «САПР TороR» посвящена особенностям ручного редактирования топологии печатных плат.

Клик левой кнопки мыши (ЛКМ) на пиктограмме  переводит программу TороR в режим ручного редактирования. В отличие от режима FreeStyle [1], в этом режиме форма проводников не вычисляется автоматически, а доступна для ручного редактирования. Проводники представляются ломаными линиями, состоящими из прямолинейных сегментов.

ФИЛЬТР ВЫДЕЛЕНИЯ

Для отключения возможности выделения объектов различных типов используется фильтр выделения, вынесенный в панель инструментов .

Чтобы выделить объект, необходимо навести на него курсор и нажать ЛКМ. Если под курсором несколько объектов, то с каждым кликом выделение циклически переходит с одного объекта на другой (с учётом фильтра). Альтернативный вариант: клик на одном из объектов при нажатой кнопке Alt откроет окно выделения объектов (см. рис. 1).

Фильтр управляет выделением следующих объектов:

- контакты, переходы и ветвления;
- проводники;
- компоненты;

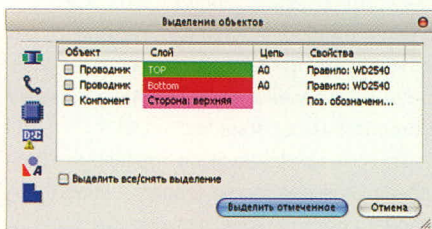


Рис. 1. Окно выделения объектов

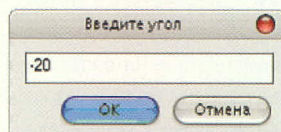





Рис. 2. Окно ввода угла поворота компонента

- нарушения DRC;
- текст и другие примитивы на плате;
- полигоны.

Порядок расположения кнопок в фильтре соответствует приоритетам объектов. Доступ к кнопкам зависит от текущего режима (если объект в текущем режиме нельзя редактировать, соответствующая кнопка становится неактивной).

Режим редактирования размещения – .


Режим ручного редактирования – .

Режим редактирования топологии в стиле FreeStyle – .

Если не удастся выделить объект, следует проверить, не отключена ли соответствующая группа в фильтре выделения.


Нажатие клавиш Ctrl+A выделяет все объекты, доступные для выделения (не отключенные в фильтре).


ДЕЙСТВИЯ С КОМПОНЕНТАМИ

Зафиксировать (расфиксировать) выделенный компонент можно щелчком мышью на кнопке . Как уже упоминалось в предыдущих статьях, при трассировке соединений система TороR обладает способностью в некоторых пределах перемещать (передвигать) компоненты. Некоторые компоненты необходимо располагать на фиксированных местах. К таким компонентам относятся разъёмы, крепёжные отверстия и т.п.





Незафиксированные компоненты считаются подвижными. Это, в частности, означает (если не включён строгий контроль трассировки), что программа TороR не будет ограничивать количество проводников между незафиксированными компонентами, считая, что возможные узкие места будут ликвидированы перемещением компонентов.

Фиксация компонентов оказывает большое влияние на топологию печатной платы. Поэтому следует фиксировать только те компоненты, которые действительно этого требуют.

Сменить сторону установки компонента можно щелчком мыши на кнопке .

Для вращения компонентов предназначены кнопки . При нажатии ЛКМ на кнопку произойдёт поворот выделенного компонента (группы выделенных компонентов) на 90 градусов соответственно против часовой стрелки и по часовой стрелке.

Для поворота на произвольный угол необходимо в меню «Правка → Поворот на произвольный угол» ввести требуемый угол поворота в градусах (см. рис. 2). Поворот осуществляется относительно текущего положения объекта.

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

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

Выполнение команды Query для компонентов и контактов не зависит от режима работы. Идентификация цепей, напротив, зависит от режима работы. Программа TороR – топологический трассировщик. Поэтому идентификация цепи осуществляется кликом мыши на контакте, инцидентном цепи. Исключение составляет режим ручного редактирования, в котором для каждой цепи предусмотрено хранение точек излома. В этом режиме можно идентифицировать цепь, кликнув мышью на любой её точке.

Выделение компонента осуществляется щелчком мыши по нему. Выделение нескольких компонентов осуществляется аналогично выделению одного компонента, но при удерживаемой клавише Ctrl.

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

При выделении окном будут выделены только компоненты, которые полностью попадут в окно. Компоненты, частично попавшие в окно, выделены не будут.


ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ

Выделение сегмента проводника (прямолинейного фрагмента) осуществляется щелчком мыши на проводнике. При этом сегмент проводника подсвечивается цветом, назначенным в настройках, и на нём появляются маркеры: в начале, в середине и в конце сегмента (см. рис. 3). Перемещая маркеры, можно редактировать проводники. При перемещении выделенного сегмента не за маркер выполняется его параллельный перенос.

Если выделен сегмент проводника, то, удерживая клавишу Shift, можно выделить участок проводника, кликнув мышью на другом его сегменте.

Удерживая клавишу Ctrl, можно выделять несколько фрагментов проводников. Нажатие клавиши «X» на клавиатуре при выделенном сегменте приводит к выделению проводника (см. рис. 4). Повторное нажатие клавиши «X» приводит к выделению всей цепи (всех проводников, контактов и переходных отверстий, принадлежащих цепи). Последующее нажатие клавиши «X» возвращает выделение первоначально выбранного сегмента.

СПРЯМЛЕНИЕ ПРОВОДНИКА

Если выделен участок проводника, содержащий несколько сегментов, то клик ЛКМ на пиктограмме  или нажатие клавиши «С» приводит к замене выделенной части проводника одним сегментом (к спрямлению выделенной части проводника, см. рис. 5).

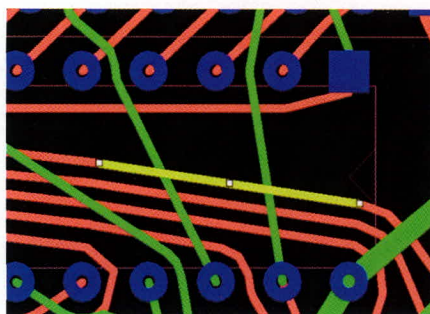


Рис. 3. Выделение сегмента проводника

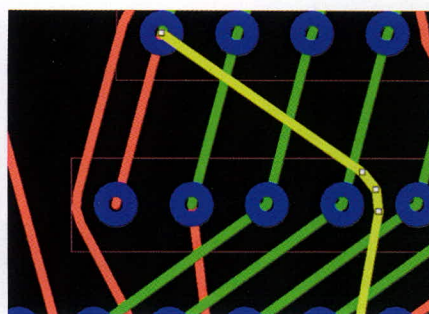


Рис. 4. Выделение проводника

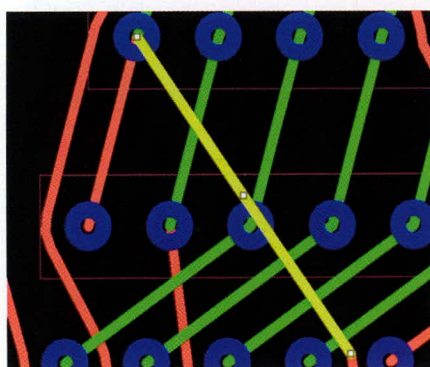


Рис. 5. Спрямление проводника

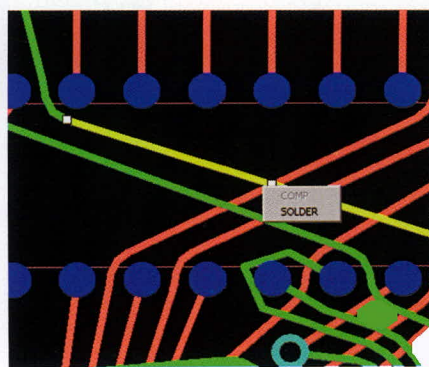



Рис. 6. Изменение слоя сегмента

После спрямления проводника следует убедиться в правильности топологического маршрута спрямленного участка, а также в том, что отсутствуют топологические нарушения: проводник не пересекает (в топологическом смысле) другие проводники в том же слое и контакты компонентов, инцидентных другим цепям. Нарушениями в топологическом смысле являются:

- нечётное число пересечений проводника с другим проводником в этом же слое;
- пересечение проводником центра контакта, принадлежащего другой цепи.

ИЗМЕНЕНИЕ ШИРИНЫ ПРОВОДНИКА

Для изменения ширины сегмента проводника следует кликнуть ЛКМ на пиктограмме  или нажать клавишу «R» и выбрать значение ширины проводника из появившегося списка

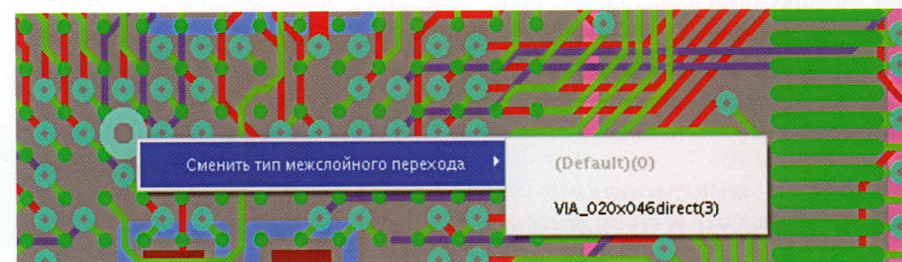




Рис. 7. Изменение типа межслойного перехода

ИЗМЕНЕНИЕ СЛОЯ СЕГМЕНТА


Для изменения слоя сегмента проводника следует кликнуть ЛКМ на пиктограмме  и выбрать имя слоя из появившегося списка . На концах сегмента при этом могут создаться переходные отверстия.

Другой вариант – нажать клавишу «L» на клавиатуре, при этом на месте курсора появится меню для выбора слоя (см. рис. 6).

ИЗМЕНЕНИЕ ТИПА МЕЖСЛОЙНОГО ПЕРЕХОДА

Выделите переходное отверстие кликом ЛКМ. Клик ПКМ приводит к появлению поля «Сменить тип межслойного перехода» (см. рис. 7).

ПАЛИТРА

Для выбора цвета выделенного проводника следует кликнуть ЛКМ на пиктограмме . При клике на поле Auto проводнику возвращается первоначальный цвет. Клик на поле Auto for all возвращает первоначаль-

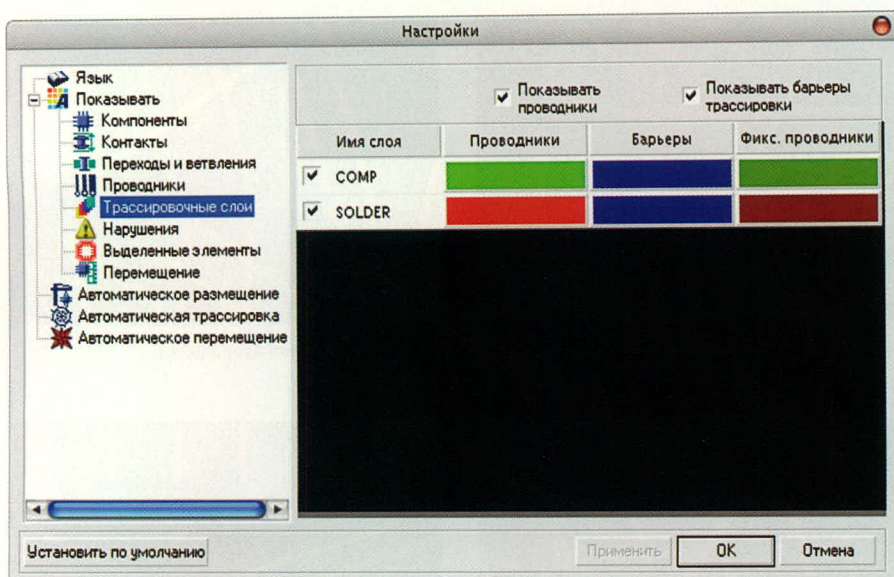


Рис. 8. Настройки трассировочных слоёв

ный цвет всем раскрашенным проводникам.

УДАЛЕНИЕ ПРОВОДНИКА

Для удаления выделенного сегмента проводника или переходного отверстия достаточно кликнуть левой кнопкой мыши на иконке

ПРОКЛАДКА ПРОВОДНИКА

Клик ЛКМ на пиктограмме включает режим прокладки (рисования) проводника. При смене слоя в процессе прокладки проводника автоматически добавляется межслойный переход.

При прокладке проводника задаётся его топологический маршрут. Это означает, что нет необходимости заботиться о точной геометрии проводника и о соблюдении конструкторско-технологических ограничений. На этапе ручного редактирования касание прокладываемого проводника и других элементов топологии не считается ошибкой. Ошибкой не является также чётное число пересечений с другими проводниками, если между ними отсутствуют элементы топологии. При переходе в режим «Редактирование топологии в стиле FreeStyle» подобные пересечения будут автоматически ликвидированы. Кроме того, будет автоматически рассчитана оптимальная форма проводника с учётом конструктивно-технологических ограничений.

РАБОТА С ФИКСИРОВАННЫМИ ПРОВОДНИКАМИ И ПЕРЕХОДАМИ

Для фиксации положения сегментов проводников и межслойных пе-

реходов следует выделить объект и нажать на кнопку . Функция доступна только в режиме ручного редактирования. Фиксированные проводники рисуются другим цветом. Цвет задаётся для каждого слоя на странице «Трассировочные слои» настроек в столбце «Фикс. проводники» (см. рис. 8).

Фиксированные межслойные переходы рисуются также другим цветом, который задаётся в настройках. Чтобы изменить зафиксированные объекты (редактировать проводник, подвинуть переходное отверстие), необходимо отменить фиксацию. Фиксация проводников и переходных отверстий сохраняется во всех режимах, кроме режима размещения .

ОБРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СЛУЧАЕВ

Выделен проводник, инцидентный переходному отверстию:

- при фиксации проводника фиксируются как проводник, так и инцидентные ему переходы;
- при снятии фиксации команда применяется только к выделенному проводнику, состояние переходов не меняется;
- если у перехода не остается ни одного фиксированного инцидентного проводника, то фиксация с перехода снимается.

Выделен переход:

- смена состояния перехода не влияет на инцидентные ему проводники, т.е. допускается ситуация: фиксированный проводник – нефиксированный переход.

Выделен компонент, инцидентный фиксированному проводнику:

- при перемещении компонента форма фиксированного проводника не меняется. Между компонентом и проводником создаётся связующий подвижный проводник.

Перемещение объектов, инцидентных зафиксированным проводникам:

- если среди выделенных объектов имеются зафиксированные, то перемещение запрещено;
- при перемещении переходного отверстия или компонента, инцидентного зафиксированному проводнику, между перемещаемым объектом и зафиксированным проводником создаётся незафиксированный проводник.

ИЗБЫТОЧНЫЕ МЕЖСЛОЙНЫЕ ПЕРЕХОДЫ

При переходе в режим «Ручное редактирование» можно разрешить автоматическое удаление избыточных межслойных переходов, появляющихся после оптимизации путей проводников (refine). Для этого следует выставить флаг в настройках (Инструменты → Настройки → Переходы и точки ветвления) в соответствующее положение. Этот же флаг можно установить при запросе об удалении избыточных переходов (см. рис. 9).

ПЕРЕНАЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО ЭКВИВАЛЕНТНЫХ КОНТАКТОВ

При переходе в этот режим редактирования группы функционально эквивалентных контактов компонента показываются разными цветами. Цвета группам назначаются автоматически из предварительно заданного набора (5 – 10 легко различаемых цветов). Помимо цвета, группа отмечается буквой [A – Z, a – z].

При клике на одном из контактов выбранный контакт выделяется (см. рис. 10).

Второй клик на одном из контактов группы приводит к смене назначения контактов. У контактов меняются номера цепей; проводники, подходившие к контактам, перебрасываются (см. рис. 11). Обычно после этого необходимо редактирование проводников для устранения пересечений с контактами (см. рис. 12).

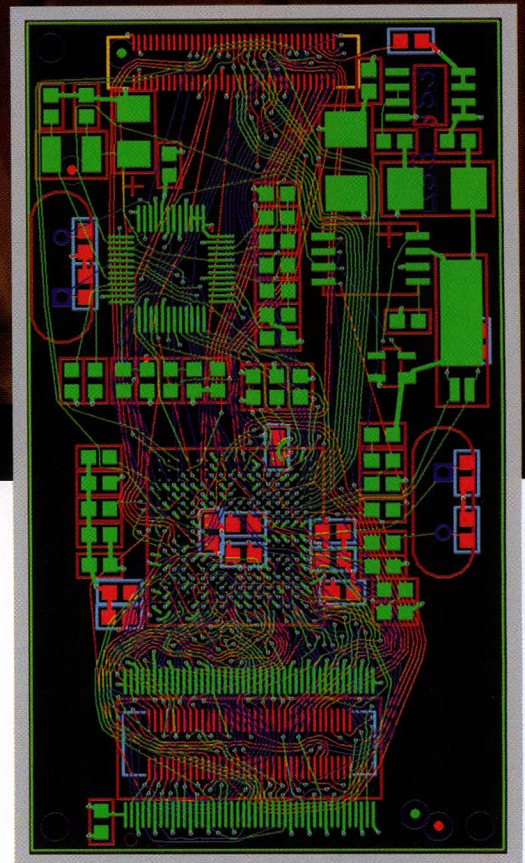
ТОРО

Инструмент для создания шедевра!



ТороR – трассировщик печатных плат

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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ТороR НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ, СТРАН СНГ И БАЛТИИ

PROSOFT[®]

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

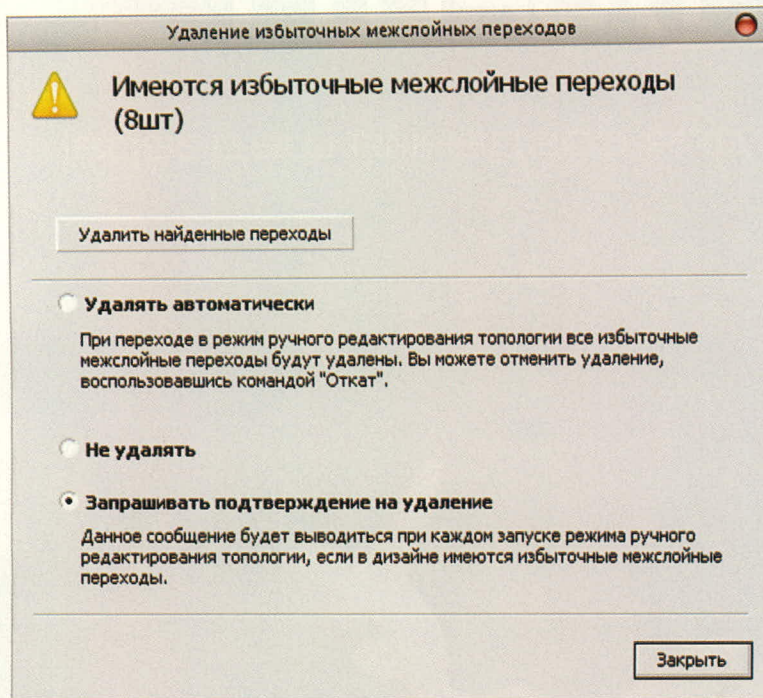


Рис. 9. Панель «Удаление избыточных межслойных переходов»

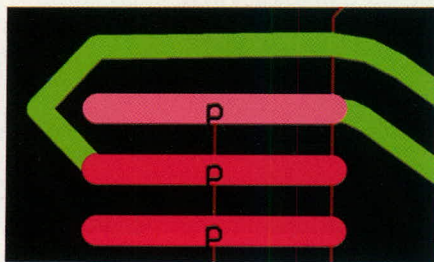


Рис. 10. Выделение функционально эквивалентных контактов

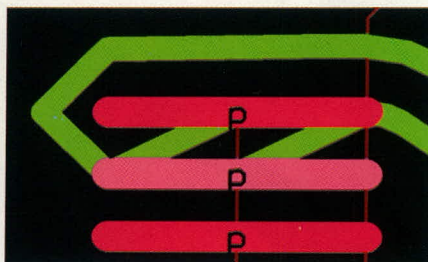


Рис. 11. Переименование функционально эквивалентных контактов



Рис. 12. Ликвидация нарушений после переименования контактов



Рис. 13. Окончательная форма проводников

Окончательная форма проводников определяется после перехода в режим редактирования в стиле FreeStyle или после нажатия кнопки (см. рис. 13).

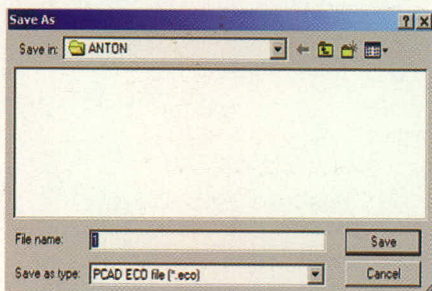


Рис. 14. Сохранение информации о переименованиях контактов

При переключении проводников, если контакты планарные и находятся на разных слоях, проводники остаются неподключенными (аналогично смене стороны установки планарного компонента). Если второй клик произошёл не на контакте из выделенной группы, то выделение первого контакта снимается и команда не выполняется. Информация о переименованиях записывается в ECO-файл (см. рис. 15).

Пример ECO-файла:

```
TopoR Version 3.0.56.83
[D:\PUBL\ANTON\1.fsx]--T13u Jan
26 13:56:42 2006
PinSwap «D1-73» «D1-74»
```

РАБОТА С НАДПИСЯМИ


Для создания надписи достаточно нажать на кнопку **A** и щёлкнуть мышкой на месте, где будет располагаться надпись. При этом на указанном месте появится прямоугольник со словом «Текст», а в «Окне свойств» появится панель редактирования надписей (см. рис. 15).

Возможности редактирования:

- редактировать текст надписи;
- поворачивать надпись на произвольный угол (угол поворота задаётся в градусах);
- зеркально отображать надпись;
- выбирать стиль надписи;
- задавать положение надписи (выбрать точку привязки) и выровнять надпись относительно точки привязки;
- выбирать слой, надпись может находиться на верхней и нижней сторонах размещения (шелкография), а также на трассировочных слоях;
- вызвать редактор стиля и создать свой стиль надписи.

Изменения вступают в силу после нажатия на кнопку «Применить» или Enter. Если выделен один объект типа надпись, в «Окне свойств» показываються параметры надписи.

При множественном выделении надписей:

- запрещается редактировать точку привязки;
- в случае совпадения значений параметры надписей отображаются, в случае несовпадения – соответствующие поля остаются пустыми;
- изменения распространяются на все выделенные надписи. Нажатие на кнопку  справа от окна выбора стиля приводит к появлению панели редактирования стиля надписей (см. рис. 16).

Для каждого стиля можно настроить:

- высоту символа;
- ширину символа;
- шрифт (поддерживаются векторные и растровые шрифты).

Список шрифтов берётся из папок шрифтов, выбранных в настройках. При выборе стиля заполняются соответствующие поля, в которых можно изменить настройку стиля. Изменения вступают в силу после нажатия на кнопку «Применить». Удаление стиля возможно, если ни одна надпись не использует этот стиль.

РЕДАКТИРОВАНИЕ

При изменении любого параметра надписи кнопка «Применить» становится активной. При добавлении нового стиля параметрами по умолчанию считаются параметры из стиля, выделенного в списке. Нельзя удалить стиль, который используется шрифтами, и стиль default. Стиль default можно редактировать. Выбор шрифта для стиля осуществляется в соответствующем окне. Шрифты не дублируются. В список подгружается первый встретившийся файл с уникальным именем.

СОЗДАНИЕ КОНТУРА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Для создания контура печатной платы достаточно выбрать команду «Создать запрет» и в выпадающем меню выбрать форму примитива (см. рис. 17). После того как примитив будет нарисован, необходимо установить его свойства: «Слой» – «На всех слоях» и «Роль» – «Контур платы» (см. рис. 18).

Вырезы в плате создаются аналогично контуру платы, но свойство «Роль» необходимо установить в значение «Вырез в контуре платы».

СОЗДАНИЕ ЗАПРЕТОВ

Для создания запрета достаточно выбрать команду «Создать запрет» и в выпадающем меню выбрать форму примитива (см. рис. 17). После того как примитив будет нарисован, следует установить его свойства (см. рис. 19).

Если выбран трассировочный слой либо слой размещения, то роль запрета – «Запрет трассировки» либо «Запрет размещения» соответственно. Если выбран пункт «Все слои», то роль можно выбирать из нескольких пунктов:

- запрет размещения компонентов на обеих сторонах платы;
- запрет трассировки на всех трассировочных слоях;
- запрет трассировки на всех внутренних трассировочных слоях.

СОЗДАНИЕ ОБЛАСТИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Для создания области металлизации достаточно выбрать команду «Создать область металлизации» и в выпадающем меню выбрать её форму (см. рис. 20). После того как

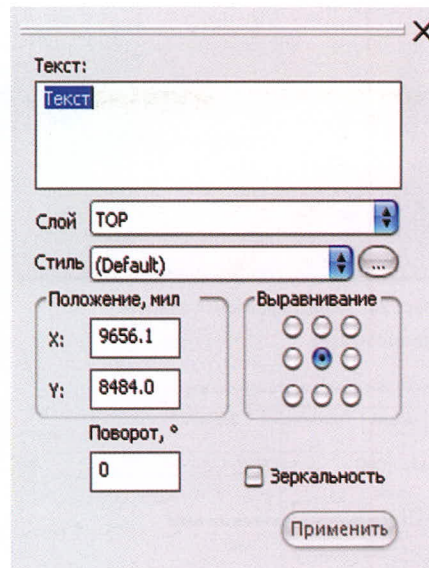


Рис. 15. Панель редактирования надписей

область металлизации будет создана, следует задать её свойства (см. рис. 21).

На вкладке «Общие» выбирается слой и состояние заливки. Слой – допустимы только трассировочные

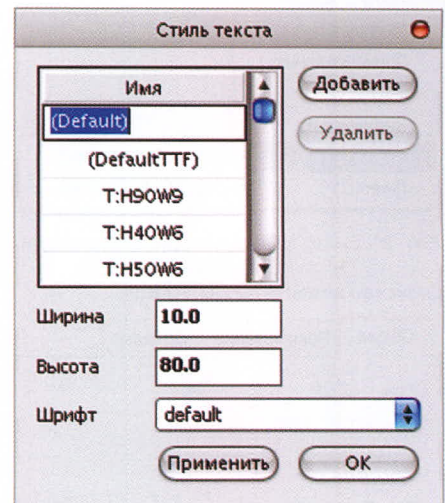


Рис. 16. Панель редактирования стиля надписей

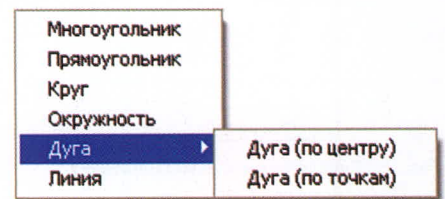


Рис. 17. Выбор формы запрета

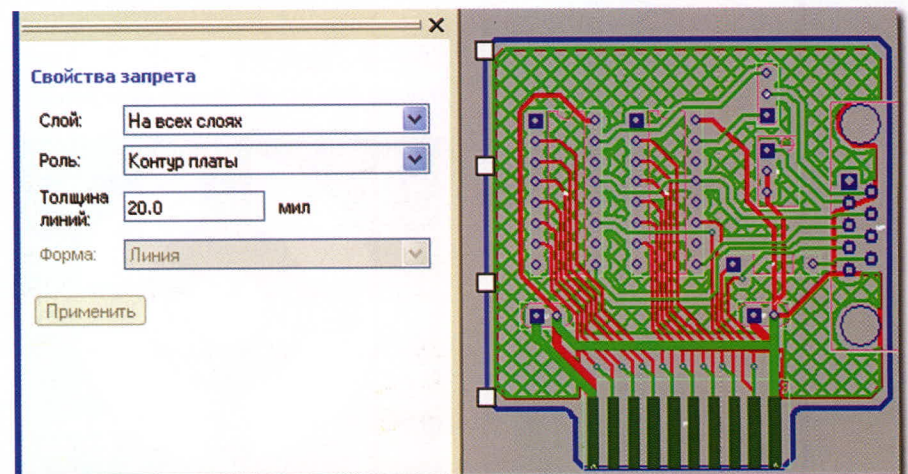


Рис. 18. Создание контура печатной платы

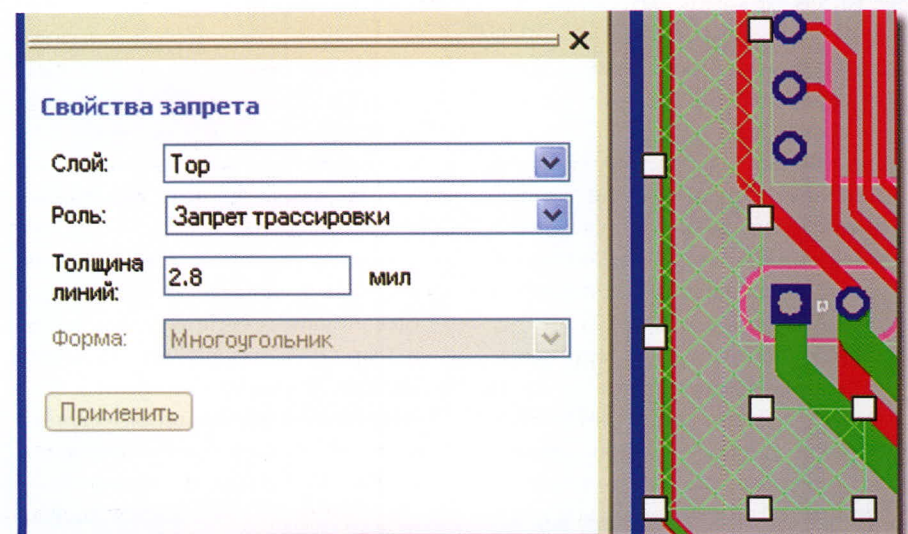


Рис. 19. Создание запретов

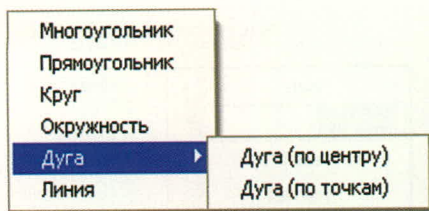


Рис. 20. Выбор формы области металлизации

Свойства области металлизации

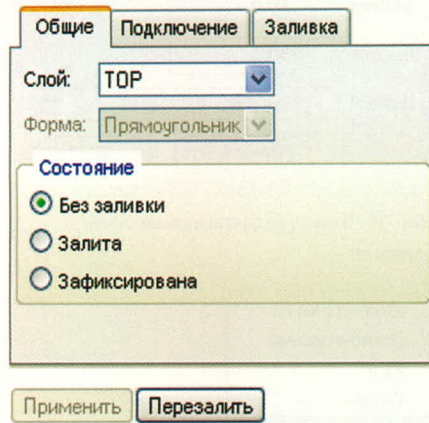


Рис. 21. Свойства области металлизации

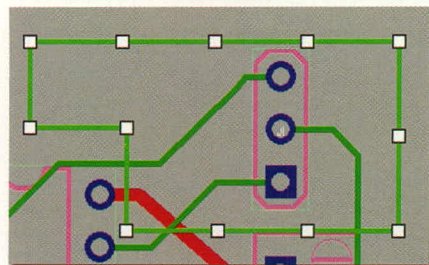


Рис. 22. Область металлизации без заливки

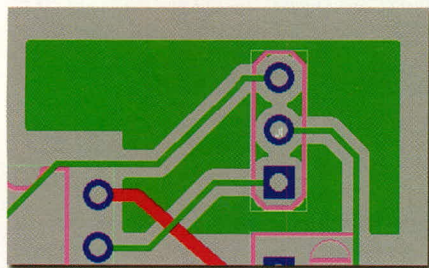


Рис. 23. Залитая область металлизации

слой. Состояние – область металлизации может находиться в одном из трех состояний:

- без заливки – области металлизации без заливки не учитываются автоматическими процедурами и не проверяются в DRC. Контур области металлизации доступен для модификации (см. рис. 22);
- залита – если область металлизации накладывается на область платы, содержащей некоторые объекты (контакты, проводники и т.д.), фрагменты, содержащие подобные объекты, «выкусываются» из области металлизации с необходимым зазором. При этом об-

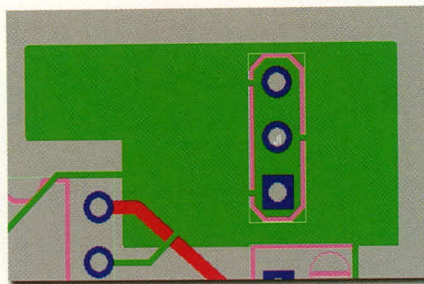


Рис. 24. Зафиксированная область металлизации

Свойства области металлизации

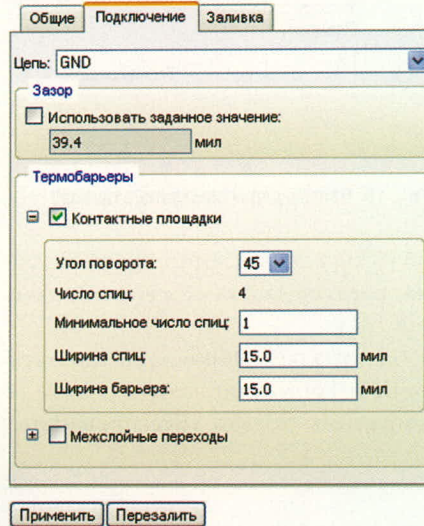


Рис. 25. Подключение области металлизации



Рис. 26. Термобарьер

- область металлизации может оказаться разбитой на несколько несвязанных частей (см. рис. 23). Островки, полученные после заливки, можно удалить (предварительно выделив);
- зафиксирована – если предыдущее состояние области металлизации было «Залита», то при фиксации на данную область не будут оказывать влияние команды «Перезалить все», «Перезалить выделенное», «Удалить заливку». Если же предыдущее состояние области металлизации было «Без заливки», то создаётся залитая область, повторяющая контур, заданный пользователем. Термобарьер

еры при этом не создаются; объекты, подключенные к другим цепям, не «выкусываются» (см. рис. 24).

На вкладке «Подключение» выбирается цепь, к которой подключается область металлизации, зазор до других элементов на слое, а также наличие термобарьеров и их параметры (см. рис. 25):


- цепь – выбор цепи, к которой будет подключена область металлизации. При заливке объекты, подключенные к той же цепи, не «выкусываются» из области металлизации;
 - зазор по умолчанию. Между объектами других цепей и областью металлизации выдерживается зазор, заданный в «Редакторе стиля». Если цепи области металлизации и «выкусываемого» объекта имеют разные значения зазоров, то выбирается максимальный из них. Если отмечен пункт «Использовать заданное значение», то выбирается максимальный зазор из трёх значений: заданного для выделенной области металлизации, заданного для цепи области металлизации и цепи выкусываемого объекта;
 - термобарьеры – можно задать способ подключения контактов и межслойных переходов той же цепи: напрямую или через термобарьер (см. рис. 26). Программа TороR старается создать у термобарьера четыре спицы. Если число спиц окажется меньше заданного в правилах, то будет выдано предупреждение. Можно управлять углом поворота термобарьера, шириной спиц и шириной барьера.
- На вкладке «Заливка» выбирается тип заливки (сплошная или штрихованная), а также параметры заливки (см. рис. 27):
- штриховка – можно выбрать одно из трёх значений: сплошная, прямоугольная и диагональная;
 - толщина линий – толщина линий, образующих заливку;
 - зазор между линиями – зазор между линиями заливки;
 - приоритет – влияет на порядок «выкусывания» перекрывающихся областей металлизации на одном слое. Области с большим приоритетом «выкусываются» из областей с меньшим приоритетом;
 - минимально допустимая площадь островка – если площадь островка

меньше заданной, то островок удаляется;

- удалять неподключенные островки – при включенной настройке будут удалены островки, в которые не попадают контакты, межслойные переходы или проводники той же цепи;
- точность аппроксимации – можно выбрать одно из трёх значений: низкая, средняя и высокая. Учитывается при «обкусывании» круглых/изогнутых объектов.

При изменении влияющих на заливку свойств залитой области металлизации происходит перезаливка выделенной области.

СОЗДАНИЕ ВЫРЕЗОВ В ОБЛАСТИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Команда доступна, только если выделена одна незалитая и незафиксированная область металлизации. Для создания выреза в области металлизации необходимо выбрать команду «Создать вырез в области металлизации»  и в выпадающем меню выбрать форму выреза (см. рис. 28).

Вырезы могут перекрываться и выходить за пределы своей области металлизации. Для удаления выреза необходимо выделить вырез и нажать клавишу Del.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ОБЛАСТЯМИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Толщину линии области металлизации рекомендуется установить не меньше ширины проводников, подключаемых к области металлизации. После заливки области металлизации рекомендуется перейти в режим редактирования в стиле FreeStyle (F8) и запустить процедуру оптимизации путей проводников.

В меню «Области металлизации» доступны следующие команды:

- по команде «Залить всё» осуществляется заливка всех незалитых областей металлизации;
- по команде «Удалить заливку у всех» удаляется заливка только у незафиксированных областей металлизации;
- по команде «Перезалить всё» перезаливаются все незафиксированные области металлизации.

Для зафиксированной области металлизации доступно изменение свойств. При изменениях свойств, влияющих на геометрию области металлизации, выполняется перезаливка.

РИСОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ




Во время создания и редактирования линий и многоугольников можно использовать функцию «Привязка к углу» (Snap to angle). При включенной функции сегмент, инцидентный перемещаемой вершине, выравнивается на угол, кратный 45 градусам.

Включение/выключение функции осуществляется клавишей «О». Если при редактировании перемещается вершина, которой инцидентны два сегмента, то выравнивается только один из них. Для переключения между инцидентными отрезками используется клавиша «Р».

Также при создании и редактировании графических примитивов доступна функция «Выравнивание по сетке» (Align to grid). Сетка определяется в настройках на панели «Отображение». Включение/выключение функции осуществляется клавишей «G». Информация об используемых функциях выводится в статусной строке, в правом углу. Для выделения любого примитива достаточно кликнуть ЛКМ на его контуре либо внутри его контура (если примитив залит).

Примитивы можно выделить окном. При выделении окном выделяются только примитивы, целиком попадающие в окно. Модификация контура осуществляется перемещением маркеров. Чтобы переместить примитив, достаточно кликнуть на его

Свойства области металлизации

Общие	Подключение	Заливка
Штриховка:   		
Толщина линий:	31.5	мил
Зазор между линиями:	63.0	мил
Приоритет:	51	
Минимально допустимая площадь островка:	0.0	мил ²
Удалять неподключенные островки:	<input type="checkbox"/>	
Точность аппроксимации:	Средняя	▼

Применить | Перезалить

Рис. 27. Параметры заливки области металлизации

Многоугольник	
Прямоугольник	
Круг	
Окружность	
Дуга	Дуга (по центру) Дуга (по точкам)
Линия	

Рис. 28. Выбор формы выреза в области металлизации

контуре (но не на маркере) и, не отпуская кнопки мыши, потащить.

Линия

Каждое нажатие ЛКМ добавляет вершину в создаваемую линию. Завершение ввода линии выполняется нажатием ПКМ либо нажатием клавиши Esc. Для удаления вершины достаточно кликнуть ПКМ на вершине



neon
Электронные компоненты

НЕОН-ЭК
www.e-neon.ru

НОВИНКА!

CREE 



Одноваттный светодиод CLN6A

80 люмен
при токе 300mA

101,8 люмен — максимальный световой поток

44 руб.

тел./факс: (812) 335-00-65, (495) 725-26-79
(4732) 39-44-46

Реклама

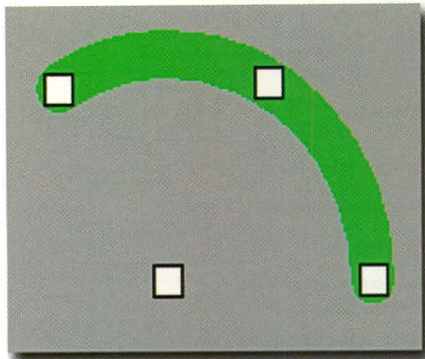


Рис. 29. Редактирование дуги

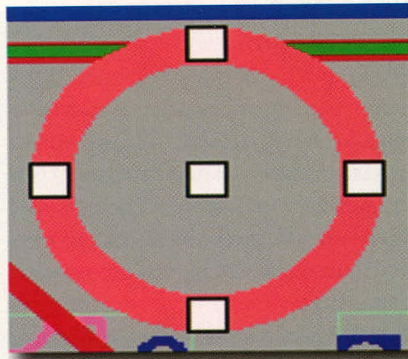


Рис. 30. Редактирование окружности

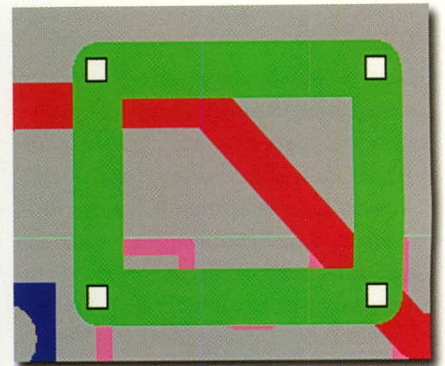


Рис. 31. Редактирование прямоугольника

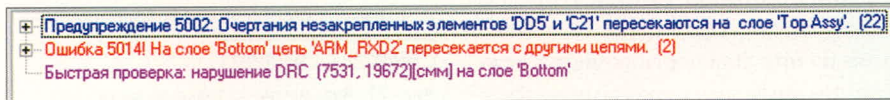


Рис. 32. Окно сообщений

и в появившемся меню выбрать пункт «Удалить вершину».

Дуга

При создании примитива предусмотрены два способа ввода:

- по центру: первый клик мыши задаёт центр дуги, второй клик задаёт начальную точку дуги (фиксируется радиус), третий – конечную точку (на окружности фиксированного радиуса);
- по точкам: первый клик мыши задаёт начальную точку дуги, второй – конечную, третий позволяет изменить положение центра (находится между начальной и конечной точками после второго клика).

Дуга отображается от начальной к конечной точке по направлению против часовой стрелки.

При выделении на дуге появляются четыре маркера (см. рис. 29). При перемещении маркера центра дуги фиксируются начальная и конечная точки, изменяется положение центра (и, как следствие, радиус дуги), но не изменяется изгиб дуги. При перемещении маркера середины дуги также фиксируются начальная и конечная точки, изменяется положение центра и предусмотрена возможность изменения изгиба дуги.

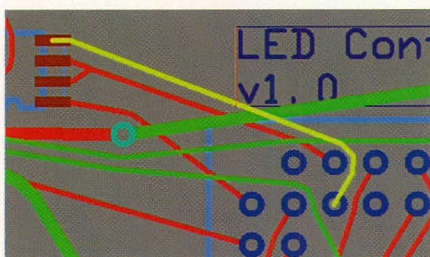


Рис. 33. Подсветка объектов при клике на сообщении об ошибке

Перемещение конечных маркеров дуги может осуществляться двумя способами:

- в случае, если удерживается клавиша Ctrl, фиксируется положение центра и противоположного конечного маркера, перемещение выделенного маркера осуществляется по фиксированному радиусу (если активирована функция «Привязка к углу» (Snap to angle), то перемещение по радиусу осуществляется с выравниванием на угол, кратный 45 градусам);
- в случае, если клавиша Ctrl не нажата, фиксируется положение центра дуги, при перемещении изменяется радиус дуги и положение перемещаемого маркера на дуге; противоположный маркер при этом перемещается по прямой, соединяющей его с центром дуги.

Круг, окружность

При создании примитива первый клик мыши задаёт центр, второй – точку на окружности. При выделении на окружности появляются пять маркеров (см. рис. 30). Для перемещения примитива достаточно потянуть за центральный маркер либо за контур. Чтобы изменить размер примитива, необходимо потянуть за любой маркер, расположенный на окружности. Круг является залитым примитивом, а окружность – нет.

Прямоугольник

При создании примитива первый клик мыши задаёт одну из вершин, второй – противоположную вершину. При выделении на прямоугольнике появляются четыре маркера (см.

рис. 31). Чтобы изменить размер примитива, необходимо потянуть за один из маркеров, расположенных в углах прямоугольника.

Многоугольник

Каждое нажатие ЛКМ добавляет вершину в создаваемый многоугольник. Завершение ввода многоугольника выполняется нажатием ПКМ либо нажатием клавиши Esc. Если многоугольник имеет менее трёх вершин, то он удаляется. Если контур создаваемого многоугольника пересекается с существующими многоугольниками (на том же слое, с той же ролью), то многоугольники не объединяются.

Для удаления вершины необходимо кликнуть ПКМ на вершине и в появившемся меню выбрать пункт «Удалить вершину». Если контур многоугольника содержит самопересечение, то примитив не учитывается при трассировке, при этом в окне сообщений выдаётся соответствующее предупреждение.

УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК. Окно сообщений

Сообщения об ошибках, предупреждениях, а также о нарушениях проектных норм отображаются в окне сообщений в виде дерева, в котором сообщения группируются по типам (см. рис. 32).

При двойном клике мышкой на сообщении или выборе пункта «Перейти к ошибке/предупреждению» контекстного меню окна сообщений центр изображения перемещается к месту конфликта, и объекты, о которых говорится в сообщении, подсвечиваются (см. рис. 33).

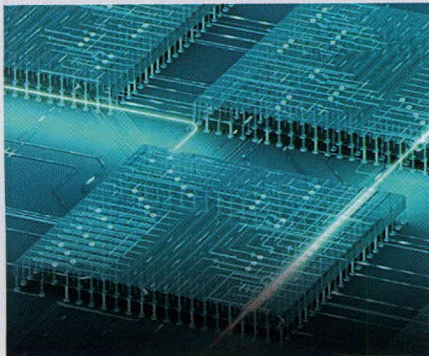
ЛИТЕРАТУРА

1. Лузин С., Петросян Г., Полубасов О. САПР TopoR. Редактирование в стиле FreeStyle. Современная электроника. 2009. № 1. ©

Первый взгляд на посткремниевую электронику

Стремительное развитие полупроводниковой индустрии легко описывается известным законом Мура, сформулированным ещё в далёком 1965 г. и гласящим, что каждые два года количество компонентов интегральных схем будет удваиваться. С середины шестидесятих годов до наших дней закон Мура оставался справедливым, несмотря на множество скептических возгласов, – мол, ещё год-два, и темпы развития отрасли значительно снизятся.

Одновременно с усовершенствованием технологий изготовления интегральных микросхем велось усовершенствование и вычислительных систем их использующих, что вылилось в резкий рост производительности компьютеров, начиная от домашних и заканчивая кластерными системами. В свою очередь большие вычислительные возможности положительно сказались на научных исследованиях, особенно тех, что требуют обработки колоссальных объёмов данных.



Несмотря на справедливость закона Мура, уже в течение четвёртого десятка лет всё большее число специалистов указывает на скорое замедление темпов развития микроэлектроники. Постепенная миниатюризация компонентов и повышение точности оборудования позволяют формировать транзисторы размерами в десятки нанометров, и через несколько лет размеры элементов вплотную приблизятся к размеру атомов кремния. По оценкам специалистов, произойдёт это уже к 2020 г., если развитие интегральных микросхем не затормозится ранее.

При этом масштабе кремний теряет столь ценные микроэлектронные свойства, и использование этого материала для создания привычных микросхем оказывается невозможным. В этом случае возможны два варианта развития событий – либо ищется альтернативный материал, обладающий нужными свойствами, либо развитие вычислительной техники

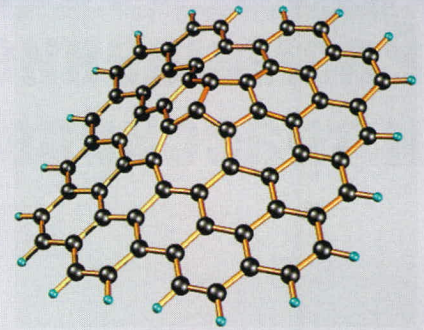
на некоторое время приостанавливается. До создания кардинально новых систем, например, квантовых компьютеров.

Впрочем, есть и несколько иные пути модернизации интегральных микросхем, которые позволяют повысить их производительность и сделать более миниатюрными. Здесь стоит отметить интереснейшую и перспективную инновацию разработчиков Intel – трёхзатворный транзистор. Разумеется, затвор в данном случае единственный, однако он огибает канал транзистора, что приводит к лучшему управлению режимом работы компонента микросхемы и, как следствие, повышению её производительности и снижению потребляемой ей энергии. Согласно мнению специалистов, подобное ноу-хау будет применяться практически во всех микросхемах следующих поколений, изготавливаемых по CMOS-процессу.

Однако производительность интегральной микросхемы зависит далеко не только от возможностей её основных составных частей, но ещё и от скорости передачи электрического сигнала между ними. Но вполне возможно повышение этого показателя до скорости света – за счёт интеграции на кристалл ещё и миниатюрных источников и приёмников оптического излучения. «Побочным эффектом» является возможность дальнейшей миниатюризации интегральных микросхем за счёт более плотного размещения её компонентов – это ещё некоторое время даст возможность исполнения закона Мура, причём без снижения размеров транзисторов.

Однако подобные усовершенствования – лишь временное решение основной проблемы: невозможности бесконечной миниатюризации кремниевых микросхем. И здесь на помощь разработчикам должны прийти альтернативные материалы, а одним из наиболее вероятных кандидатов на замену кремнию является графен – структура из атомов углерода толщиной всего в один атом. Уникальные свойства графена таковы, что электроны свободно перемещаются вдоль слоя графена, не испытывая взаимодействия с атомами, как это происходит в привычных нам трёхмерных структурах. Таким образом, «лист» графена можно рассматривать в качестве идеального канала транзистора, причём его толщина составляет не десятки нанометров, как сегодня, а всего в один атом.

Таким образом, сегодня мы стоим на пороге довольно интересной эры – перехода от традиционной полупроводниковой кремниевой микроэлектроники к более совершенным решениям, отличающимся



высочайшей производительностью, рекордной миниатюризацией и экономичностью. Впрочем, для достижения столь многообещающих результатов ведущим исследовательским лабораториям и производителям интегральных микросхем придётся вложить огромные инвестиции в разработку новейших технологий. Что же касается закона Мура, то вполне возможно, что его полномочия будут сложены отнюдь не в 2020 г., к которому нам обещают полный уход от кремния.

newscientist.com

Intel даст мобильным устройствам энергию из окружающей среды

Компания Intel разработала энергонезависимый чип-сенсор, который можно имплантировать в человеческое тело, встраивать в мобильные устройства или стены зданий. Устройство, называемое WISP (wireless identification and sensing platform, или беспроводная идентификационно-сенсорная платформа) может работать неограниченно долго, аккумулируя энергию из окружающей среды. Источником питания может служить практически любой вид энергии: солнечная, механическая, энергия электромагнитного поля или тепло человеческого тела.

Свои слова Intel подкрепила показом вполне реальных устройств. Компания продемонстрировала энергонезависимые датчики контроля чистоты воздуха, прототип мобильного телефона с дисплеем, солнечной батареей и наручные часы, питающиеся от тепла руки владельца. WISP-чипы накапливают энергию в очень малых количествах и поэтому работают в импульсном режиме. В случае с датчиком контроля воздуха, устройство большую часть времени работает в пассивном режиме, аккумулируя энергию, и лишь набрав необходимый заряд, выполняет свою функцию. Компания пока не собирается выпускать коммерческие продукты с WISP-чипами, но готова предоставить лицензии на эту технологию другим производителям.

InformationWeek

Altium Designer Win er 09 – Размещение компонентов на плате и трассировка печатных проводников

Алексей Сабунин (Москва)

Основным этапом разработки платы является процедура расположения компонентов с учётом технического задания и формирование топологии печатных проводников. В данной статье будут рассмотрены ручные и автоматические средства размещения компонентов и трассировки. Указанная работа должна проводиться с учётом схемотехнических особенностей разработки, поэтому будут рассмотрены и вопросы, касающиеся параллельной работы схема – плата.

Для описания инструментов размещения компонентов и трассировки проводников, а также приёмов одновременной работы со схемой и платой воспользуемся проектом *Example_Rule*, который можно найти в дополнительных материалах на интернет-странице журнала (www.soel.ru). Описанный проект содержит несколько документов схем и один файл платы, в котором имеются загруженные компоненты и установлены простейшие правила проектирования, создание которых было описано в предыдущей статье (СЭ № 9, 2008). Несмотря на то что программа *Altium Designer* оснащена автоматическими и полуавтоматическими инструментами размещения компонентов на плате, любой опытный конструктор знает, что ни одна программа не способна разместить компоненты на плате лучше человека. Учитывая низкую эффективность автоматического размещения, в статье будут рассмотрены только ручные и полуавтоматические средства размещения, к которым относятся инструменты группы *Tools > Component Placement*. Большую роль здесь играют т.н. «комнаты» (*Rooms*) – области платы, за которыми закреплены некоторые группы компонентов. Прежде чем приступить к описанию инструментов полуавтоматического размещения, рассмотрим, как сформировать комнаты на плате.

СВЯЗАННОСТЬ МЕЖДУ СХемой И ПЛАТОЙ

При передаче информации из схемы в плату программа *Altium Designer* автоматически формирует комнаты на плате, если это не отключено в настройках. Комнаты формируются согласно листам схемы, и наиболее целесообразно применять комнаты в тех случаях, когда имеются повторяющиеся фрагменты схемы. В нашем случае проект содержит несколько блоков *PortIO* с индексами *A, B, C* и *D* в правой части главной схемы (см. рис. 1). В цикле публикаций пока не обсуждались иерархические проекты, как в рассматриваемом примере, – им будет посвящена одна из последующих статей. Сейчас можно выполнить синхронизацию схемы с платой, и информация о комнатах будет передана на плату. Мы выполним эту процедуру позднее, т.к., во-первых, имеет смысл проверить настройки синхронизации и, во-вторых, возможность установки классов цепей и правил проектирования на схеме и их передачу в плату. Настройки синхронизации задаются в окне *Project > Project Options* на вкладке *Comparator* (см. рис. 2).

Для чего это необходимо? Например, после создания схемы информация была передана в плату, и на плате были созданы классы цепей. При обновлении схемы и попытке передать информацию на плату программа обнаружит классы цепей, которые не

совпадают на схеме и плате, и предложит либо удалить их, либо объединить с существующими и т.д. Также по умолчанию программа не переносит дифференциальные пары со схемы на плату! Чтобы исправить указанные элементы, необходимо указать параметры синхронизации, как показано на рисунке 2.

Теперь посмотрим, как на схеме создать класс цепей, правило проектирования или описать дифференциальную пару. Для всех этих элементов используется одна метка (*Parameter Set*), которую можно установить с помощью команд *Place > Directives*. Так, метки *PCB Layout*, *Net Class* и *Differential Pair* используются для создания правила, класса цепей и дифференциальной пары соответственно. Рассмотрим описанные возможности на примере формирования правила проектирования; другие применения метки *Parameter Set* можно посмотреть в документе *TR0111 Schematic Editor and Object Reference.pdf* фирменной документации Altium.

В качестве примера зададим правило, которое будет ограничивать толщину всех цепей шины *OUT* значением 0,15 мм. Для этого откроем схему *PCB_PortIOID.SchDoc* из проекта *example_rules.PriPcb* и командой *Place > Directives > PCB_Layout* установим метку на шину *OUT[16..0]*, как показано на рисунке 3. Установленная метка пока не несёт никакой информации, поэтому следует описать её свойства, для чего выполняем на ней двойной щелчок мыши. В свойствах нажимаем кнопку *Edit* и далее в появившемся окне – кнопку *Edit Rule Value*. На экране появится список всех правил проектирования, из которого следует выбрать правило толщины проводников (*Width Constrain*). Теперь на экране показано окно, знакомое по статье в СЭ № 9, 2008 (см. рис. 4).

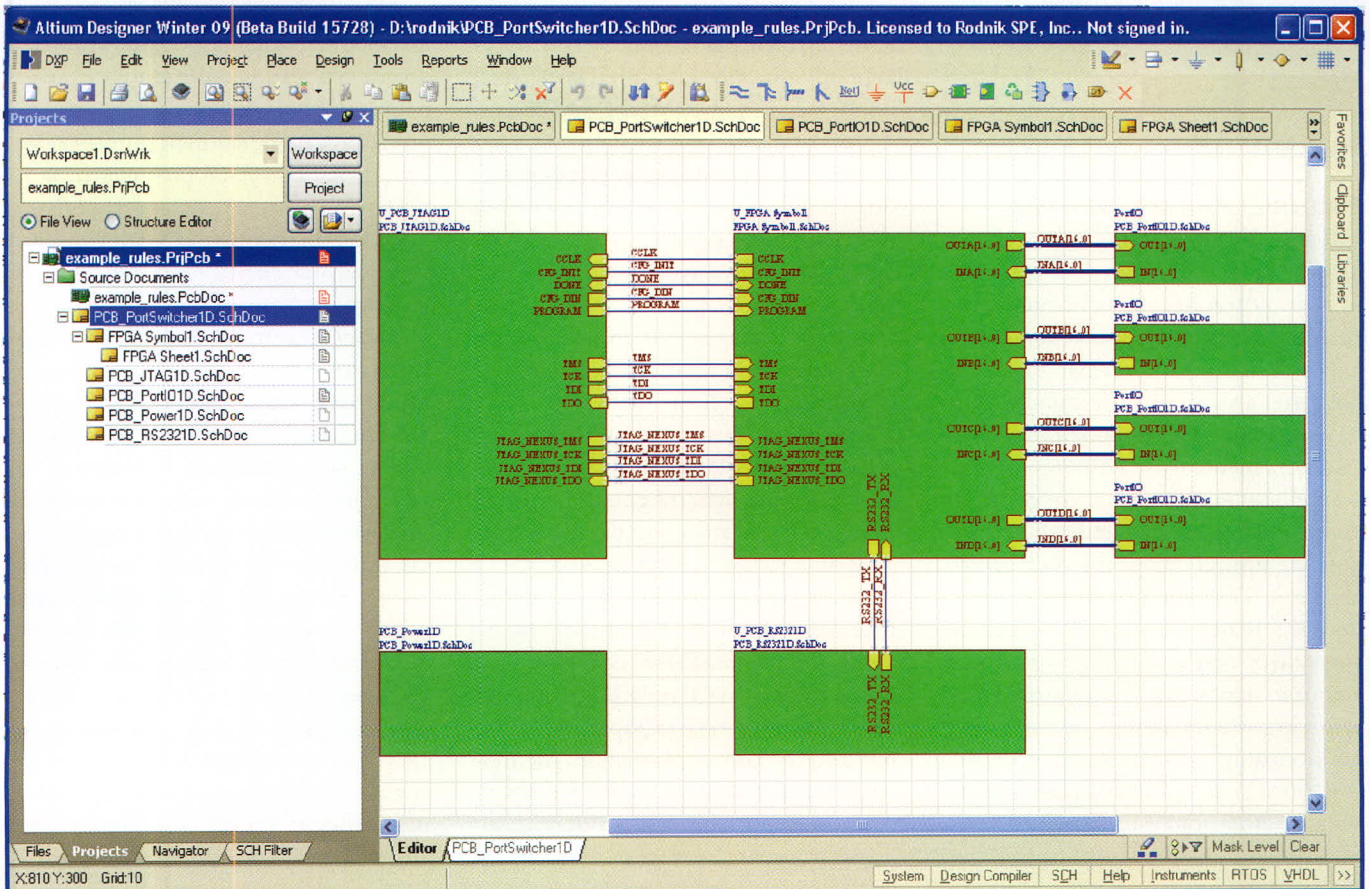


Рис. 1. Структура проекта

Здесь необходимо указать минимальную, рекомендуемую и максимальную толщину проводника, после чего следует закрыть все окна нажатием кнопки ОК.

Итак, теперь мы имеем на схеме правила, которые необходимо передать в плату, т.е., другими словами, необходимо синхронизировать схему с платой. В программе P-CAD для этого существовали две различные процедуры: во-первых, загрузка списка соединений (NetList), во-вторых, загрузка списка изменений (ECO). В программе Altium Designer они заменены одной процедурой, которая может выполняться в любой момент работы с проектом. Причём можно синхронизировать не только схему с платой, но и плату с ПЛИС, ПЛИС со схемой и т.д. Для синхронизации схемы с платой (или для первичной загрузки элементов схемы на плату) необходимо, находясь в редакторе схем, выполнить команду *Design > Update PCB Document Example_rules.PcbDoc*, после чего появится окно с надписью *Engineering Change Order*, знакомой всем разработчикам P-CAD по аббревиатуре ECO (см. рис. 5). Здесь перечислены все отличия между двумя документа-

ми, и предлагается выбрать пункты для импорта изменений. В конце этого списка находятся две группы (*Add Room* и *Add Rules*), которые добавляют созданные нами правило и комнаты на плату. Для внесения изменений в плату необходимо последовательно нажать кнопку *Validate Changes*, которая проверит возможность внесения указанных изменений, и затем *Execute Changes* и *Close*.

В результате проделанных действий на плате появятся комнаты, которые автоматически располагаются в

начале координат. Эти комнаты следует аккуратно расположить на плате с учётом конфигурации групп компонентов, которые привязаны к областям. Помните, что при перемещении комнаты перемещаются и компоненты, закреплённые за ней. Поэтому для позиционирования комнаты необходимо её выделить, а затем изменять форму и положение, перетаскивая метки, расположенные в вершинах комнаты. Для данного проекта следует расположить комнаты так, как показано на рисунке 6.

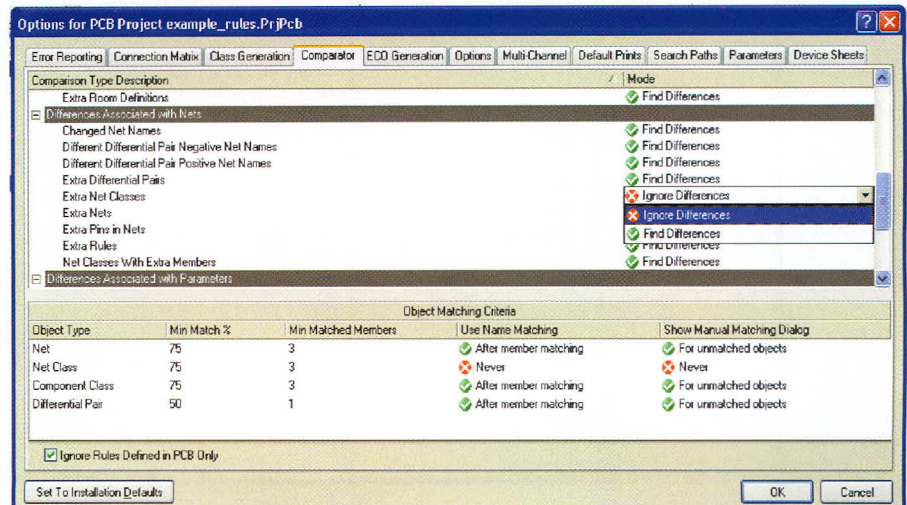


Рис. 2. Настройки синхронизации проекта

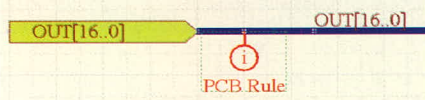


Рис. 3. Метка правила

РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

Теперь можно приступить к размещению компонентов. Сначала разместим компоненты, относящиеся к комнате *PortO1*. Первым действием переместим соответствующие компоненты в комнату, затем подправим размещение компонентов внутри участка. Выполним команду *Tools > Component Placement > Arrange Within Room*, которая перемещает компоненты, принадлежащие указанной комнате, и выберем на плате комнату *PortO1*. Выполненная команда не учитывает правила проектирования, а просто перемещает элементы в указанную комнату. Теперь скорректируем положение элементов вручную (см. рис. 7). В процессе размещения можно пользоваться интуитивной подсказкой в виде линии связи, цвет которой меняется от красного к зелёному. Зелёный цвет говорит об уменьшении суммарной длины цепей, отходящих от выбранного компонента.

После ручного размещения компонентов, принадлежащих комнате *PortO1*, можно автоматически разместить три комнаты с аналогичным составом. Для этого выполним команду *Design > Rooms > Copy Room*

Format, которая позволяет копировать параметры комнат. При этом курсор приобретает вид крестика, после чего следует последовательно задать комнате – образец и конечную комнату. В нашем случае сначала выбираем комнату *PortO1*, затем *PortO4*; в появившемся окне предлагается скопировать следующие параметры (см рис. 8):

- размещение компонентов в комнате;
- положение и форматирование позиционного обозначения;
- топологию внутри комнаты;
- форму и размеры комнаты;
- применить вышеперечисленные команды не ко всем объектам комнаты, а только к выбранным.

Выбираем параметры, отмеченные на рисунке 8, и кнопкой ОК завершаем размещение компонентов второй комнаты. В результате наших действий комната, оформленная по образцу, встаёт вертикально, и программа не выходит из инструмента копирования формата комнаты, поэтому выполняем ту же самую команду для остальных типовых комнат, и правой кнопкой выходим из этого инструмента. После этого можно перемещать комнаты с расположенными в них объектами. Поэтому позиционируем четыре комнаты, с которыми велась работа, так, как они были размещены на предыдущем этапе (согласно рисунку 6).

Описанная ситуация, когда на плате имеются несколько одинаковых

каналов, встречается не часто, но различные элементы описанной последовательности можно использовать и в других случаях. Рассмотрим теперь более востребованный инструмент, который позволяет размещать компоненты на плате кластерами, поштучно. Выглядит это следующим образом: на схеме выделяются компоненты, которые по схемотехническим соображениям должны быть размещены определённым образом и заранее известным способом (наиболее часто это относится к микросхемам с элементами их «обвязки»), затем специальный инструмент будет предлагать размещать эти компоненты поштучно в едином цикле. Посмотрим, как это делается на конкретном примере. Прежде чем приступить к решению описанной задачи, убедимся, что на схеме и плате включена настройка *Tools > Cross Select Mode*, которая обеспечивает одновременное выделение объектов в обоих редакторах. Теперь на схеме *FPGA Sheet1.SchDoc* выделим компонент U1A, затем переключимся на схему *FPGA Symbol1.SchDoc* и рамкой выделим все конденсаторы в правой нижней части схемы.

После открытия файла платы можно заметить, что компоненты, указанные ранее на схеме, выделены на плате. Далее выполняем команду *Tools > Component Placement > Reposition Selected Components*, в результате программа будет поштучно предлагать устанавливать выбранные компоненты, начиная с микросхемы, которая на схеме была выделена первой. Разместим последовательно микросхему и относящиеся к ней конденсаторы, как показано на рисунке 9. Как правило, не у каждого разработчика получится быстро установить конденсаторы ровными линиями. Поэтому после размещения элементов их можно выровнять в указанном порядке или с заданным интервалом, для чего используется группа команд *Align*. В нашем случае выделим рамкой группу конденсаторов слева от микросхемы и выполним команду *Align > Align Right* (выровнять по правому краю). В результате будет получено более удачное размещение выделенного фрагмента (см. рис. 10). Большинство команд группы *Align*, вызываемых ПКМ, интуитивно понятны разработчикам. Размещение остальных компонен-

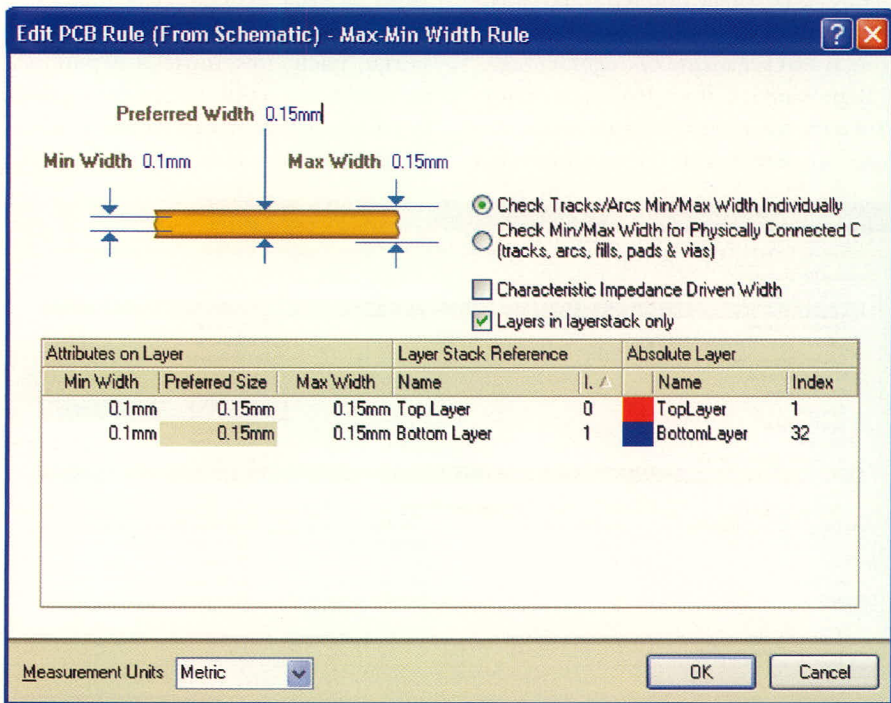


Рис. 4. Создание правила проектирования на схеме

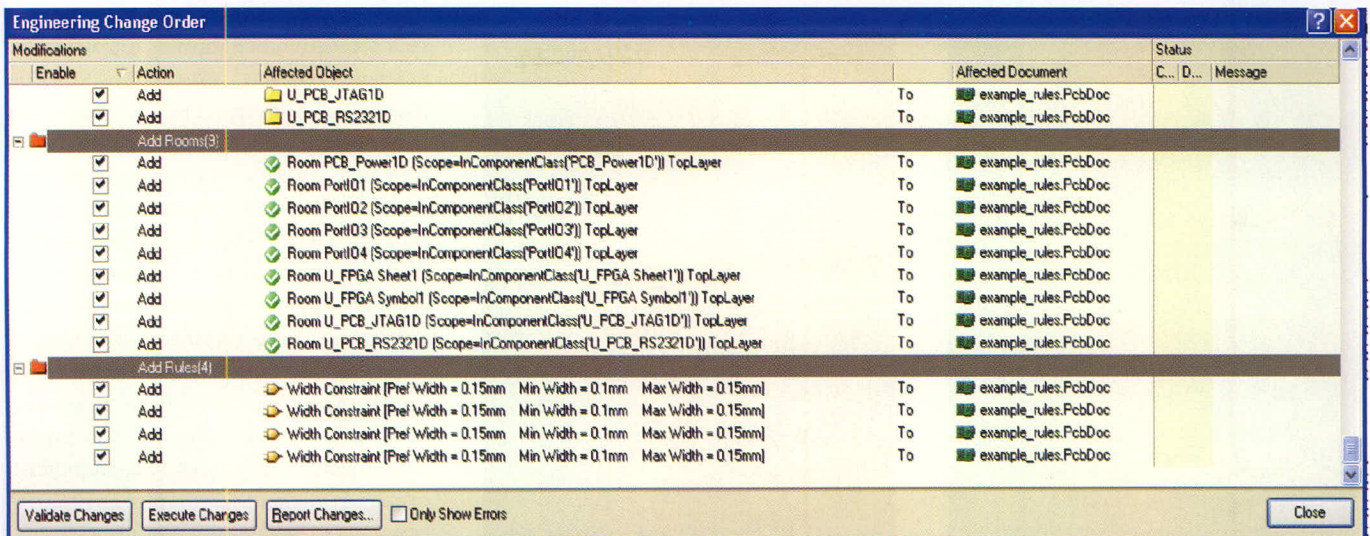


Рис. 5. Внесение изменений из схемы в плату (Синхронизация проекта)

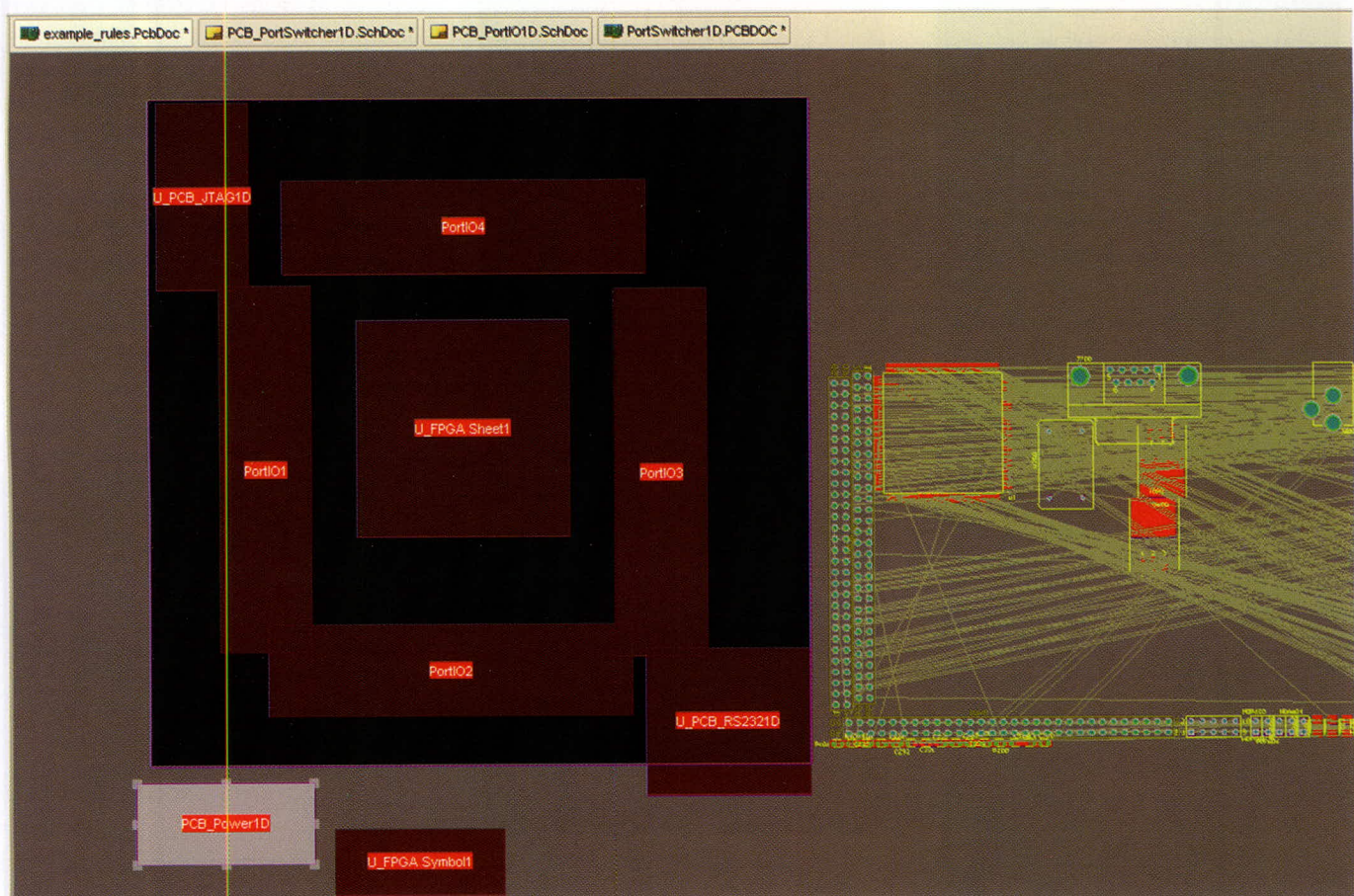


Рис. 6. Размещение компонентов с помощью комнат (Rooms)

тов приведено в файле *example_rules_Full.PcbDoc*.

ТРАССИРОВКА ПРОВОДНИКОВ

В редакторе P-CAD данная задача могла решаться с помощью команд *Manual Route*, *Advanced Route* или с помощью одного из двух автотрассировщиков (Specstra или Situs для P-CAD 2006). В описываемой программе имеется схожий инструментарий, который, в отличие от P-CAD, обладает большей гибкостью в настройках.

Начнём с интерактивной трассировки, которая в *Altium Designer* окончательно вытеснила ручной режим. Прежде чем приступить к трассировке, следует ознакомиться с некоторыми настройками, которые будут полезны в режиме прокладки проводников. Сначала обратимся к настройке *DXP > Preferences > PCB Editor > General*. Здесь большинству пользователей, имеющих опыт работы с P-CAD, будет неудобна опция автоматического панорамирования (*Autopan*

Options), поэтому рекомендуется её отключить (*Disable*). На этой же вкладке стоит обратить внимание на число команд, которые можно отменить (*Undo/Redo*). При длинной истории команд отмены и недостаточном объёме оперативной памяти компьютера программа будет завершать работу всякий раз при нехватке памяти с сообщением «Access violation at address XXXXXXXX in module 'ADVPCB.DLL'. Read of address XXXXXXXX at XXXXXXXX».

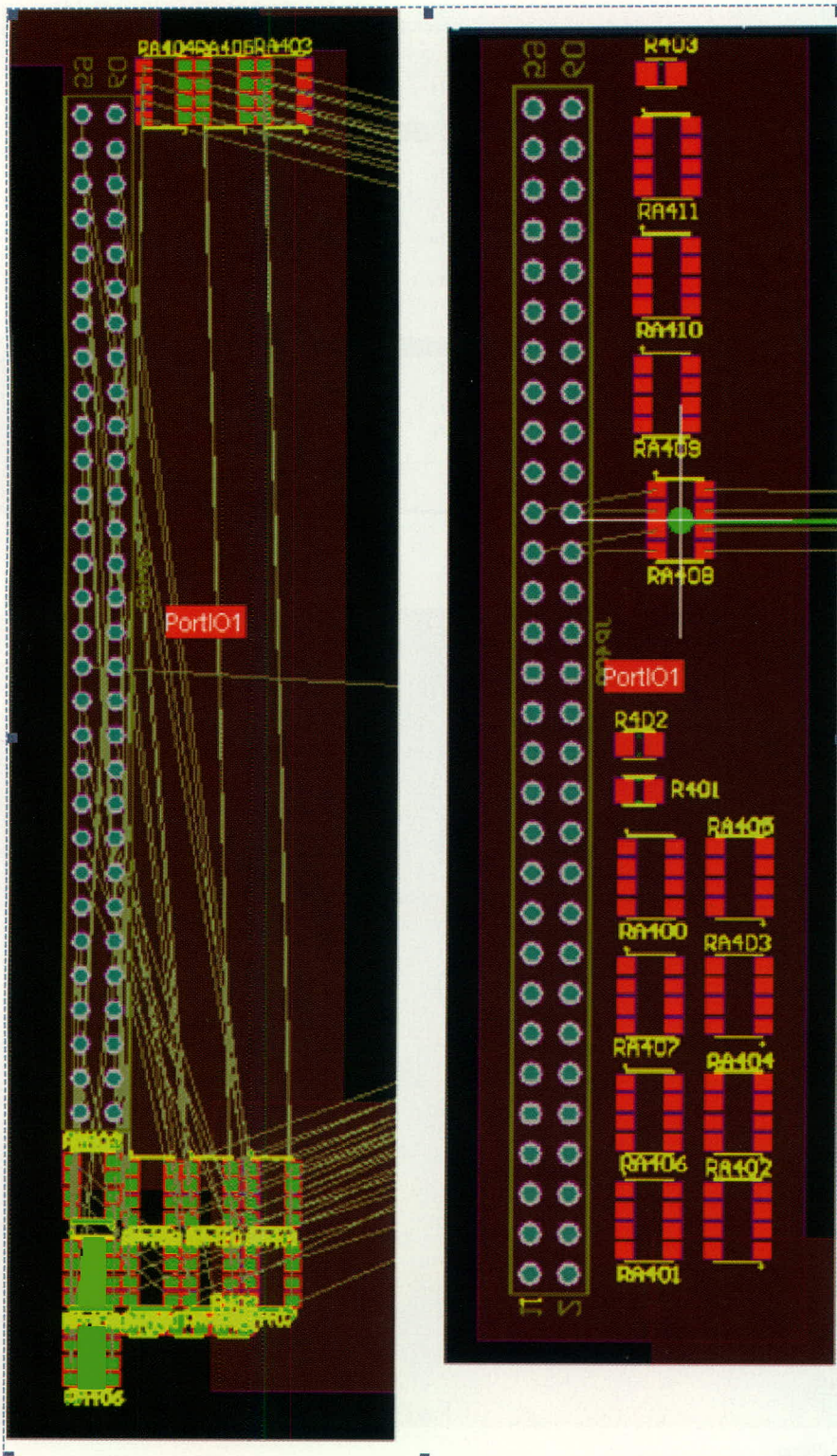



Рис. 7. Работа с комнатами

Следующей страницей настроек, важной с точки зрения трассировки, является *DXP > Preferences > PCB Editor > Interactive Routing*. Здесь в группе *Routing Conflict Resolution* перечислены режимы трассировки, которые определяют действие, применяемое к прокладываемой трассе и близлежащей топологии, при возникновении конфликтной ситуации. Во время трассировки эти режимы переключаются комбинацией клавиш

Shift+R, и мы рассмотрим их ниже на конкретном примере.

В группе *Interactive Routing Connections* перечислены дополнительные параметры трассировки, из которых можно отметить *Automatically Remove Loops* – удалять старую дорожку при прокладке новой (в отличие от P-CAD, эта команда удаляет не только сегменты трассы в одном слое, но и повторяющиеся петли с переходными отверстиями), *Auto Complete* – ав-

томатически завершать прокладку трассы при доведении дорожки до центра. Группа *Interactive Routing Width/Via Sources* задаёт значение толщины дорожки и переходного отверстия, которое будет использоваться по умолчанию, – здесь рекомендуется выбрать настройку *Rule Preferred* (предпочтительное по правилам). В этой же группе кнопки *Favorite* задают типоразмер толщины дорожек и параметров контактных площадок, которые могут быть использованы при трассировке. Следует отметить, что возможность создавать перечень стандартизованных переходных отверстий с указанием толщины площадки по слоям появилась только в версии программы *Altium Designer Winter 09* (см. рис. 11). Толщина во время трассировки изменяется комбинацией клавиш *Shift+W*, переходное отверстие – *Shift+V*. Если устанавливаемое значение выходит за рамки, оно автоматически ограничивается верхним или нижним значением.

Режим размещения проводника на плате включается командой меню *Place > Interactive Routing* или соответствующей пиктограммой из инструментов меню . Рассмотрим режимы интерактивной трассировки, для чего после выбора инструмента *Place > Interactive Routing* выберем начальную контактную площадку и нажимаем клавиши *Shift+R* до появления режима *Ignore*. Название режима отображается в строке состояния под вкладками слоёв или во всплывающей информации в левом верхнем углу рабочей области; в данном случае должна быть видна надпись *Track45:Ignore Obstacle*. Теперь по порядку:

- *Ignore Obstacle* – игнорирование препятствий. Практически ручной режим, в котором не соблюдаются ранее созданные правила проектирования;
- *Walkaround Obstacle* – огибание препятствий. Программа огибает конфликтный объект с учётом минимальных зазоров и по оптимальной траектории;
- *Push Obstacle* – «расталкивание» препятствий; приоритет отдаётся прокладываемой дорожке, и все встречающиеся элементы топологии (трассы, переходные отверстия) расталкиваются с учётом правил;
- *Hug and Push Obstacle* – огибание и расталкивание препятствий. В от-

личие от режима *Walkaround*, программа обгибает препятствия только в заданном направлении, а не предлагает оптимальный вариант. Причём в узких участках, при невозможности обогнуть конфликтный объект, дорожка отталкивает его в сторону. Например, имея два проложенных параллельно идущих проводника, мы начинаем прокладывать третью дорожку (см. рис. 12а). Обратите внимание, что новая трасса идёт сверху от имеющейся топологии, а курсор расположен снизу, – этим обеспечивается создание параллельной топологии. Около конденсатора C204 для новой трассы не хватает места, но после проведения курсора левее и ниже имеющихся проводников новая дорожка «отталкивает» существующие дорожки вниз.

Во время интерактивной трассировки используются горячие клавиши, показанные в таблице.

Интерактивная трассировка также может быть выполнена для нескольких параллельно идущих проводников (трассировка шин). Для этого используется специальная команда *Place > Interactive Multi-Routing*, которую можно запустить, используя пик-

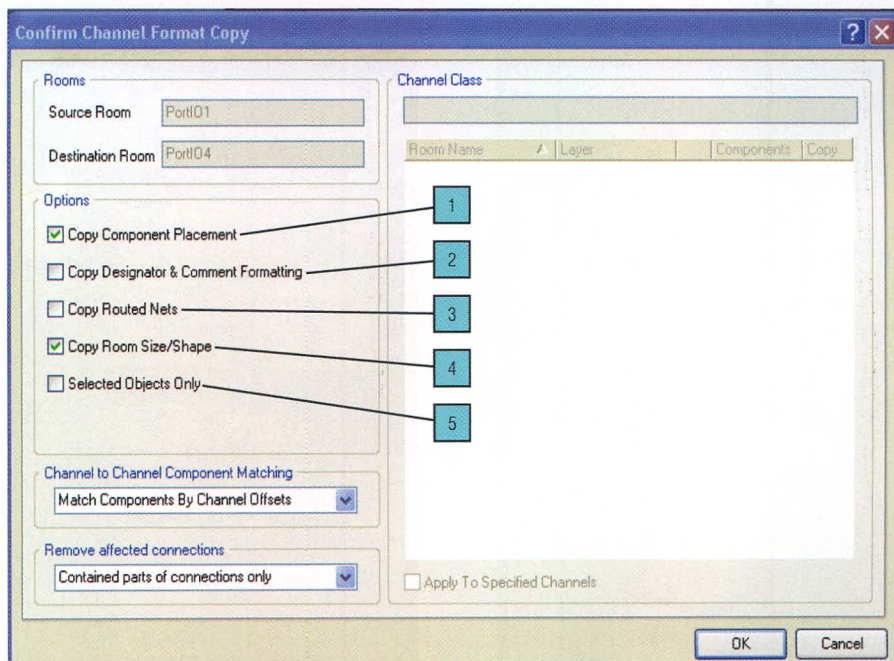



Рис. 8. Копирование параметров комнаты

тограмму . Прежде чем использовать команду трассировки шин, следует выбрать контактные площадки, от которых отходят параллельные связи, а затем выполнить команду *Interactive Multi-Routing*.

Выбрать несколько контактных площадок можно рамкой выделения, а также одиночным выделением с на-

жатой клавишей Shift. После того как указаны площадки, запускается команда *Interactive Multi-Routing*, и затем необходимо указать любую из выбранных площадок. Во время трассировки шины действуют те же горячие клавиши, что и в обычной трассировке (см. таблицу), например, режим обгибания препятствий (см. рис. 13а).

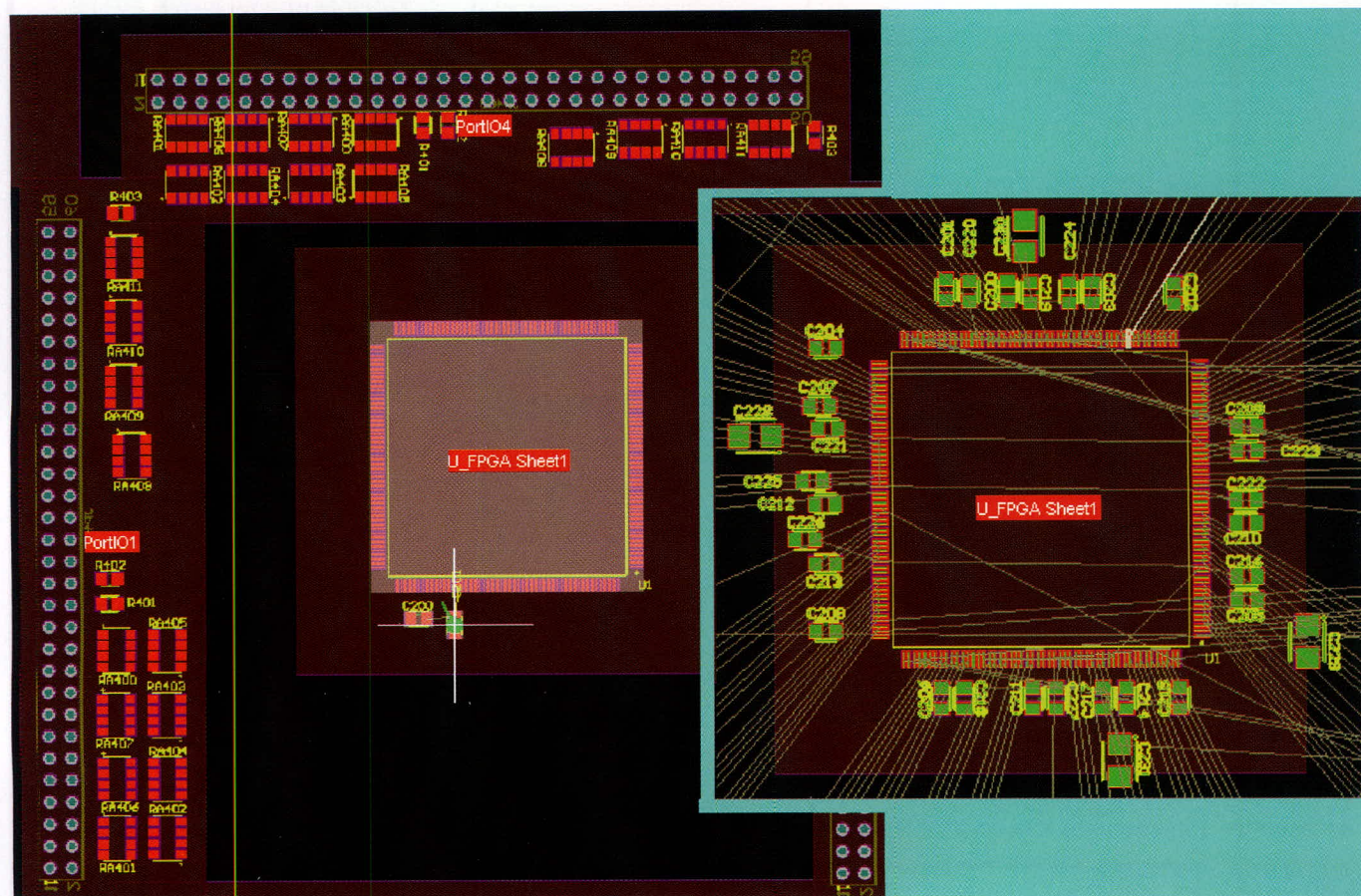


Рис. 9. Последовательное размещение выбранных объектов

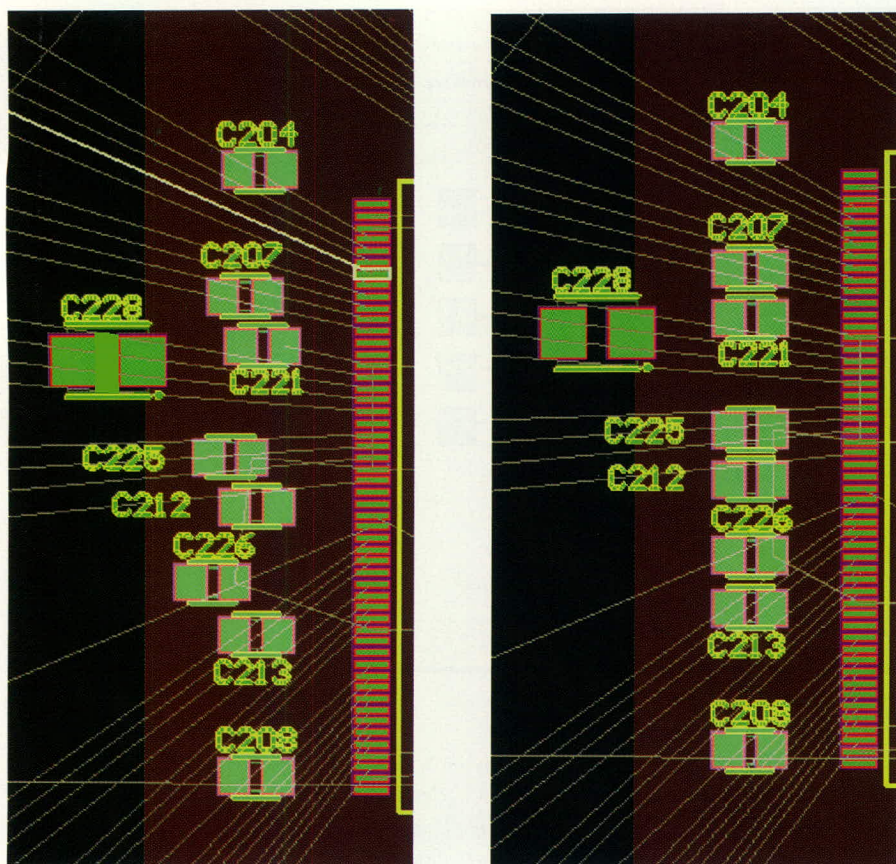


Рис. 10. Выравнивание компонентов (Edit > Align)

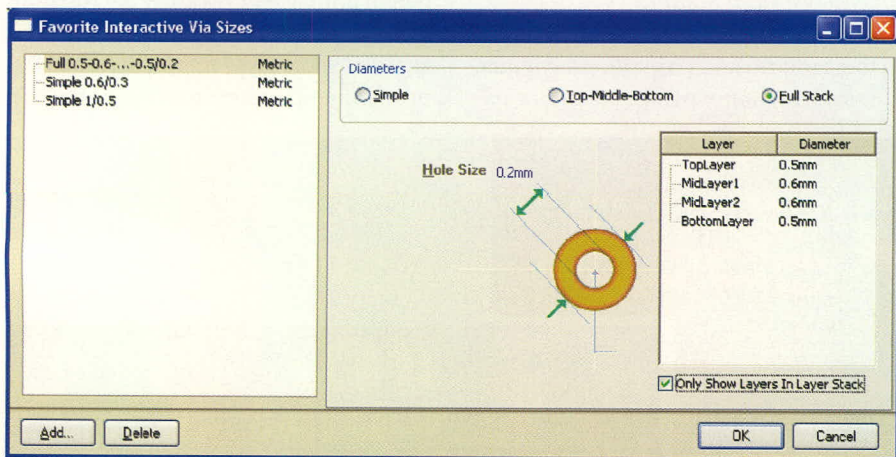


Рис. 11. Создание списка используемых переходных отверстий

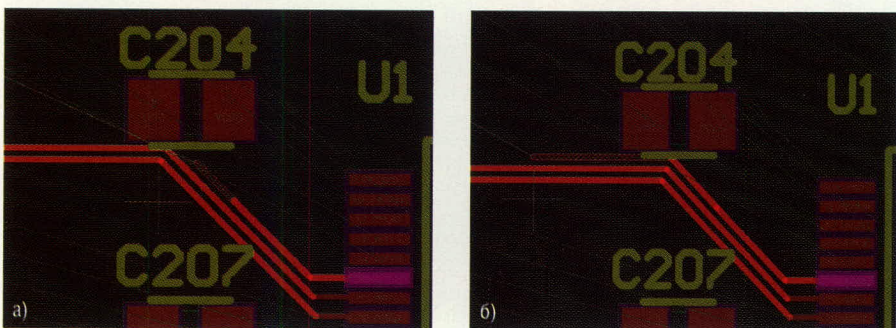


Рис. 12. Режим Hug and Push Obstacle

Кроме того, можно изменять зазор между проводниками шины, используя клавиши «.» (точка увеличивает зазор между проводниками) и «<» (запятая уменьшает зазор). К интерак-

тивной трассировке также относится ещё один инструмент – трассировка дифференциальной пары, который по выполнению не отличается от трассировки шин.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТРАССИРОВКА (SITUS)

Инструментарий автоматической трассировки расположен в меню *Auto Route*, в котором имеются следующие инструменты:

- *All* – трассировать все проводники;
- *Net* – трассировать одну цепь;
- *Net Class* – трассировать класс цепей;
- *Connection* – трассировать все цепи, подсоединённые к данному выводу;
- *Area* – трассировать все проводники, соединяющие выходы в выделенной области;
- *Room* – трассировать все проводники между компонентами в выбранной области размещения (комнате);
- *Component* – трассировать все проводники, подходящие к выбранному компоненту;
- *Component Class* – трассировать все проводники, подходящие к выбранному классу цепей;
- *Connections on selected components* – трассировать все проводники внутри выбранных компонентов;
- *Connections between selected components* – трассировать все проводники между выбранными компонентами;
- *Fanout* – трассировать *Fanout* для выбранного элемента (цепь, КП, компонент и т.д.).
- Автоматическая трассировка отдельных элементов даёт неудовлетворительный результат, т.к. отсутствует возможность настройки её алгоритма, который может быть указан только для трассировки всей платы. Соответственно, чтобы удалить один или несколько разведённых проводников, следует выполнить *Tools > Un-Route > All (Net, Connection, Component, Room)*.

Предположим, что у нас имеется «расстановленная» и частично разведённая плата и необходимо выполнить оставшуюся трассировку автоматически. Для этого выполним *Auto Route > All*, после чего появится окно *Situs Routing Strategies* (это же окно появляется при выполнении *Auto Route > Setup*, см. рис. 14). Данное окно служит для настройки стратегии трассировщика *Situs*. В верхней части окна перечислены все правила проектирования, заданные для данного проекта; здесь они доступны для редактирования.

Ниже, на вкладке *Routing Strategy*, присутствуют шесть заранее заданных эталонных стратегий трассировки:

- *Cleanup* – «чистка» топологии;

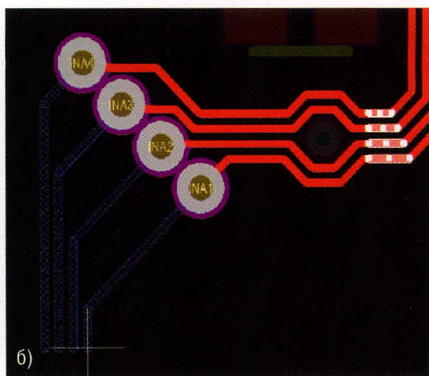


Рис. 13. Трассировка шин

- *Default 2 Layer Board* – простая двухслойная плата;
 - *Default 2 Layer With Edge Connectors* – двухслойная плата с торцевым разъёмом;
 - *Default Multilayer Board* – многослойная плата;
 - *General Orthogonal* – преимущественно ортогональная трассировка;
 - *Via Miser* – трассировка с минимизацией числа переходных отверстий. Включение параметров:
 - *Lock All Pre-Routing* – позволяет зафиксировать все ранее разведённые цепи;
 - *Rip-Up Violations After Routing* – удаляет конфликтующие участки топологии после трассировки.
- При необходимости пользователь может задавать свои стратегии трассировки, для чего следует нажать кнопку *Add* в окне *Situs Routing Strategies*, после чего появится окно *Situs Strategy Editor* (см. рис. 15).

В стратегию можно добавить следующие важные процедуры:

- *Adjacent Memory* – соединяет выводы U-образными проводниками;
- *Clean Pad Entries* – «чистит» подходы к контактным площадкам;
- *Completion* – добивается завершённости трассировки, для чего использует методы разрыва и расталкивания препятствий;
- *Memory* (память) – находит все цепи, связанные с устройствами памяти или похожие на таковые и использует эвристический алгоритм. Рекомендуется включать эту процедуру всегда, даже в тех случаях, когда на плате нет запоминающих устройств. Если на разрабатываемой вами плате присутствует настоящий банк памяти и его местоположение, ориентация и привязка строго оговорены, для оценки его разводки рекомендуется включить

- только эту процедуру, а все остальные выключить;
- *Fan Out Signal* – прорисовывает стрингеры у КП поверхностного монтажа на сигнальных слоях;
- *Fan Out to Plane* – прорисовывает стрингеры у КП поверхностного монтажа с переходами на внутренние слои питания и заземления;
- *Hug* – уплотняет проложенные дорожки;
- *Layer Pattern* (шаблон для слоя) – использует шаблоны трассировки с учётом преобладающего направления на слое;
- *Main* – главная процедура топологической трассировки с использованием методов разрыва и расталкивания препятствий;
- *Recorner* – добавляет сглаживание прямых углов;
- *Spread* – равномерно использует доступное для прокладки место;
- *Straighten* – выполняет общую чистку топологии.

После выбора стратегии трассировки запускаем программу *Situs* нажатием кнопки *Route All* в окне *Situs Routing Strategies*.

В программе *Altium Designer* имеется интерфейс обмена данными с программой *Specctra*. Для импорта в программу *Specctra* плата сохраняется с

Функции горячих клавиш

Клавиша	Описание выполняемого действия
Tab	Отображает окно свойств текущего проводника
Enter	Завершает трассировку прокладываемой дорожки
Backspace	Удаляет последний излом проводника
Esc	Отменяет текущую трассировку
Правая кнопка мыши	Приостанавливает трассировку
Spacebar	Переключает режим размещения трассы Start или End
Shift+пробел	Изменяет режим размещения проводников
Shift+R	Изменяет режим преодоления препятствий
Shift+W(V)	Изменяет толщину проводника (размер переходного отверстия)
*	Переключает слои трассировки в процессе размещения проводников
/	Устанавливает переходное отверстие и завершает прокладку трассы
~	Показывает все доступные в данный момент комбинации горячих клавиш



KERAFOL®
Качество из Германии







- Керамические мягкие пленки для отвода тепла
- Теплопроводные пасты для заполнения зазоров
- Клеи, компаунды
- Графитовые, ферритовые пленки

KERATHERM®
Материалы для отвода тепла

Официальный дистрибьютор в России:
ЗАО «РЕОМ СПб»

Тел./Факс: (812) 327-96-60,
387-55-06, 387-65-64,
387-86-94

E-mail: reom@reom.ru
Web: www.reomspb.ru

Россия, 196105, Санкт-Петербург,
просп. Ю. Гагарина, д. 1

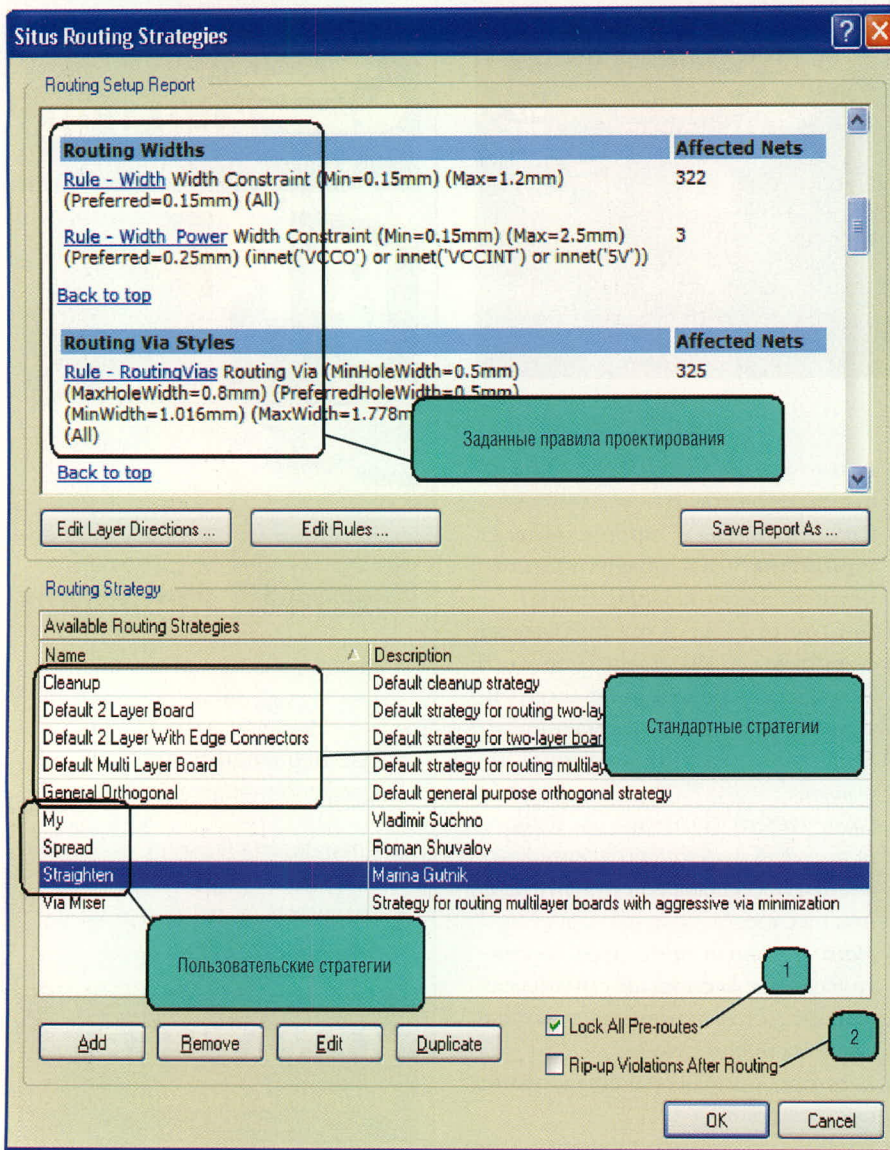


Рис. 14. Настройки автоматического трассировщика Situs

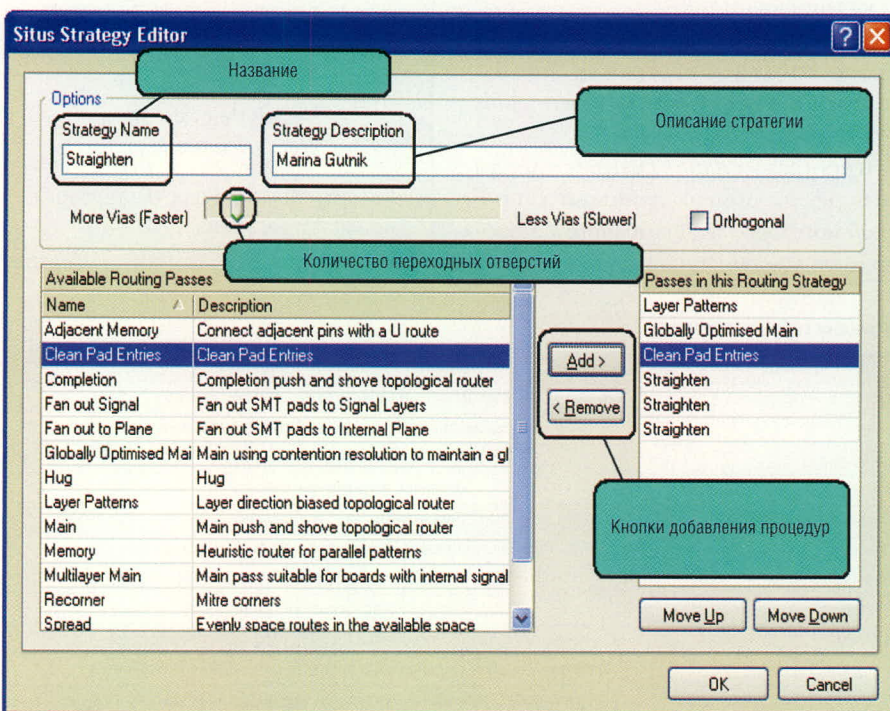


Рис. 15. Описание стратегии трассировки

расширением *.dsn, для этого выполним команду меню File > Save As. На экране появится диалоговое окно, предлагающее сохранить файл в одном из поддерживаемых форматов экспорта. В выпадающем списке в нижней части окна выберем тип файла Export Spectra Design File (*.dsn). Предлагаемое по умолчанию название файла автоматически получит расширение *.dsn. Далее следует указать папку, в которую будет сохранён наш проект.

Помните, что программа Spectra не поддерживает имена папок с пробелами, поэтому во избежание затруднений с последующей обработкой файла создадим в корневой директории одного из дисков новую папку с названием Spectra. Оставим название проекта без изменений и закроем окно нажатием кнопки «Сохранить». На экране появится диалоговое окно Setup Spectra Router, которое содержит настройки, управляющие передачей данных о правилах проектирования и стратегии в программу Spectra. На самом деле это окно никак не влияет на содержимое экспортируемого файла и все эти настройки можно выставить в самой программе Spectra, поэтому просто закроем окно.

После трассировки платы в программе Spectra в созданной папке будут созданы файлы отчёта, главным из которых является файл *.rte, содержащий описание проложенных проводников. Именно его мы и будем импортировать в программу Altium Designer. Выполним команду File > Import и в появившемся окне выберем файл *.rte. Нажмём кнопку «Открыть». Программа загрузит нужный файл и одновременно автоматически откроет файл *.sts, содержащий отчёт о выполненной трассировке. Щелчком на вкладке с именем файла *.PcbDoc вернёмся в редактор печатных плат.

ПРОВЕРКА ПРАВИЛ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (DRC)

Программа Design Rule Checker (DRC) представляет собой высокопроизводительный автоматизированный программный модуль, проверяющий как логическую, так и физическую целостность проекта печатной платы. Использование этого модуля при трассировке обязательно для контроля соблюдения минимальных зазоров и отсутствия других нарушений. Так как редактор

печатных плат позволяет в любое время вносить изменения в проект, рекомендуется всегда выполнять проверку правил проектирования перед окончательным выводом чертежей.

Функция проверки правил проектирования в режиме реального времени активизируется на вкладке *PCB > General* диалогового окна *Preferences*. Включение этой функции в режиме ручной трассировки позволяет незамедлительно обнаружить и выделить ошибки. Правила, проверка которых будет производиться в режиме реального времени, настраиваются на вкладке *Rule To Check* диалогового окна *Design Rule Checker* (см. рис. 16), вызываемого командой меню *Tools > Design Rule Check*. Для включения правила в постоянную (online) или ручную (batch) проверку следует установить флаг в соответствующем столбце напротив данного правила (см. рис. 16).

Чтобы включить/выключить все правила, следует нажать ПКМ на названии любого правила и в выпадающем списке выбрать соответствующее значение. Рекомендуется для постоянной проверки выключить все правила (*Online DRC-All Off*) и включить только проверку зазоров по металлизации и между компонентами (*Clearance* и *Component Clearance*). В ручную проверку желательно включить все правила, которые были созданы для данного проекта (*Batch DRC-Used On*).

Перед запуском ручной проверки можно указать дополнительные параметры на вкладке *Report Options*, которые позволяют:

- *Create Report File* – автоматически создавать файл отчёта программы

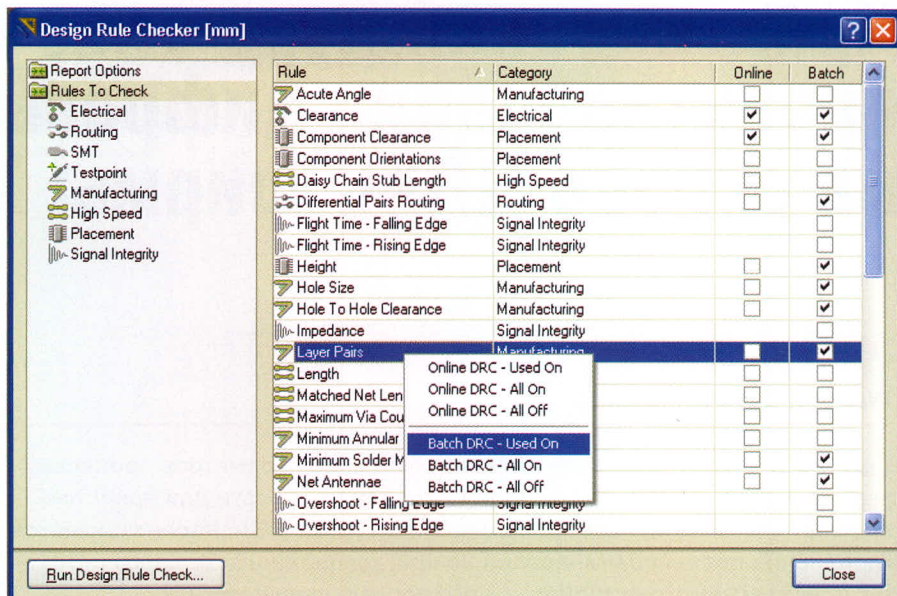


Рис. 16. Список правил постоянной и ручной проверки

проверки правил проектирования с расширением *.DRC*, который затем открывается текстовым редактором;

- *Create Violations* – подсвечивать нарушения; при включении этой настройки места нарушения правил (примитивы) будут выделяться заданным цветом;
- *Sub-Net Details* – работать совместно с правилом проектирования *Unrouted Net Rule*. Включается в случаях, когда требуется просмотреть все детали неразведённых цепей. Правило проектирования *Unrouted Net Rule* должно включаться только после трассировки всех соединений, т.к. виртуальная линия связи соединений воспринимается программой проверки как разомкнутая цепь;
- *Stop When XX Violations* – автоматически остановить процесс проверки правил проектирования при на-

хождении заданного числа нарушений.

После трассировки проводников выполните команду меню *Tools > Design Rule Check*, после чего появится диалоговое окно *Design Rule Check*. О верификации проекта будет рассказано в одной из последующих статей. Более подробно ознакомиться с вопросами, описанными в данной статье, можно в следующих файлах оригинальной документации Altium: AP0135 Interactive and Differential Pair Routing.pdf, AR0128 Situs Autorouting Essentials.pdf, TR0112 PCB Editor and Object Reference.pdf.

На момент написания данной статьи фирма Altium объявила о выпуске новой версии программы – *Altium Designer Winter 09*. Некоторые инструменты, описанные в данной статье, работают только в новой версии, но концептуальные этапы работы одинаковы для всех версий.



КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

- АС/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
- DC/DC ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
- УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И ФИЛЬТРАЦИИ
- ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ
- СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

- БЛОКИ С КОНВЕКЦИОННЫМ И ВЕНТИЛЯТОРНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ
- АКССУАРЫ
- РАЗРАБОТКА И СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
- ПРИЁМКА ОТК И ПЗ

**НОВЫЕ ЦЕНЫ
НИЖЕ!
ДО 50%**

АЛЕКСАНДР ЭЛЕКТРИК
www.aeps-group.ru

ВОРОНЕЖ:
ТЕЛ./ФАКС: (4732) 519-518
ALEXDON@VMAIL.RU

МОСКВА:
ТЕЛ./ФАКС: (495) 674-93-70
AEI@AEDON.RU

ПРАГА:
ТЕЛ.: +420 266-107-455
ФАКС: +420 266-107-609
AEPS@AEPS-GROUP.COM

WWW.AEPS-GROUP.RU

Практический курс сквозного проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы Xilinx

(часть 20)

Валерий Зотов (Москва)

В двадцатой части курса завершается описание параметров процесса формирования конфигурационной последовательности для проектов, разрабатываемых на базе ПЛИС с архитектурой FPGA. Рассматривается выполнение процессов генерации конфигурационного битового потока для проектируемого устройства и его последующей загрузки в кристалл. Представлена подробная информация о процедуре генерации файлов программирования для конфигурационных ПЗУ и ППЗУ, выпускаемых фирмой Xilinx. Приводятся необходимые сведения о выполнении операций программирования конфигурационной памяти и обратного чтения информации из ПЗУ и ППЗУ.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЛИС ИЗ РЕЖИМА ПОНИЖЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ В АКТИВНЫЙ РЕЖИМ

При разработке проектов цифровых устройств, реализуемых на базе кристаллов семейств Spartan-3A и Spartan-3AN, разработчику предоставляется возможность определения параметров процесса генерации конфигурационной последовательности, предназначенных для управления операцией переключения ПЛИС из режима пониженного потребления (Suspend) в активный режим. Данные параметры представлены на странице *Suspend/Wake Options*.

Значение параметра *Enable Suspend/Wake Global Set/Reset* разрешает или запрещает выполнение глобального сброса или установки триггеров кристалла при переключении ПЛИС из режима пониженного потребления в активный режим. По умолчанию для данного параметра используется значение «выключено», запрещающее глобальный сброс или установку триггеров ПЛИС при переходе из режима пониженного потребления в активный режим.

С помощью параметра *Enable Power-On Reset Detection* осуществля-

ется управление режимом сброса ПЛИС при снижении напряжения питания ниже допустимого уровня в состоянии пониженного потребления (Suspend). При использовании значения «включено», предлагаемого по умолчанию, режим сброса кристалла при включении (Power-On Reset) осуществляется во всех случаях, когда уровень напряжения питания оказывается ниже граничного значения, указанного в документации для выбранного семейства ПЛИС. Если для параметра *Enable Power-On Reset Detection* выбирается значение «выключено», то выполнение операции сброса ПЛИС при снижении напряжения питания зависит от уровня сигнала на входе Suspend. В этом случае сброс кристалла осуществляется только при лог. 0 на указанном входе.

Параметр *Drive Awake Pin During Suspend/Wake Sequence* предназначен для выбора типа выхода сигнала Awake. Уровень сигнала на данном выходе информирует о том, используется ли режим пониженного потребления (Suspend) или нет. По умолчанию для параметра *Drive Awake Pin During Suspend/Wake Sequence* задано значение «выключено», при котором выход сигнала Awake конфигурируется по схеме с открытым стоком. В этом случае к данному выходу необходимо подключить внешний подтя-

гивающий резистор. Для формирования обычного выхода сигнала Awake следует перевести индикатор *Drive Awake Pin During Suspend/Wake Sequence* в состояние «включено».

Значение параметра *Enable Filter on Suspend Input* определяет необходимость использования специального фильтра на входе сигнала перевода ПЛИС в состояние пониженного потребления (Suspend). Значение «включено», установленное по умолчанию для рассматриваемого параметра, разрешает применение фильтра, предотвращающего возможность случайного переключения ПЛИС в режим пониженного потребления, вызванного шумами или кратковременными паразитными импульсами. При переводе индикатора *Enable Filter on Suspend Input* в состояние «выключено» этот фильтр не используется.

С помощью параметра *WakeUp Clock* разработчику предоставляется возможность выбора тактового сигнала, используемого в процессе переключения ПЛИС из режима пониженного потребления (Suspend) в активный режим. В выпадающем списке возможных значений этого параметра представлено два варианта: *Startup Clock* и *Internal Clock*. При использовании варианта *Startup Clock*, предлагаемого по умолчанию, в качестве тактового сигнала задействуется исходный сигнал синхронизации, применяемый в процессе фазы активизации логических ресурсов ПЛИС. Если для параметра *WakeUp Clock* выбрано значение *Internal Clock*, то для тактирования процесса переключения используется внутренний генератор.

Параметр *GWE Cycle During Suspend/Wakeup Sequence* предназначен для определения длительности задержки активизации глобального сигнала разрешения записи GWE (Global

Write Enable) в регистры и элементы ОЗУ (распределённые и блочные) при переходе из состояния пониженного потребления (Suspend) в активный режим. Допустимый диапазон значений этого параметра составляет от 1 до 1024 периодов тактового сигнала. По умолчанию параметр *GWE Cycle During Suspend/Wakeup Sequence* принимает значение, равное пяти периодам сигнала синхронизации.

Значение параметра *GTS Cycle During Suspend/Wakeup Sequence* определяет значение задержки формирования разрешающего уровня глобального сигнала управления «третьим» состоянием GTS (Global Three-State Signal), которая выражается в количестве тактов синхросигнала. Данный параметр может принимать любые значения в диапазоне от 1 до 1024. По умолчанию для параметра *GTS Cycle During Suspend/Wakeup Sequence* используется значение, равное 4 периодам тактового сигнала.

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ КОНФИГУРАЦИОННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТОВ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОВ С АРХИТЕКТУРОЙ FPGA

Установив требуемые значения параметров процесса генерации конфигурационной последовательности, следует подтвердить их нажатием клавиши ОК в нижней части диалоговой панели. После этого для активации процесса формирования файла конфигурирования ПЛИС необходимо дважды щёлкнуть левой кнопкой мыши (ЛКМ) на строке *Generate Programming File*, расположенной в окне процедур *Processes Window* управляющей оболочки Навигатора проекта (Project Navigator). Информация о ходе его выполнения отображается в окне регистрации консольных сообщений *Transcript Window* и строке состояния.

После успешного завершения этого процесса, отмеченного соответствующей пиктограммой в строке *Generate Programming File*, создаётся файл конфигурационного битового потока (имеющий расширение *.bit*), который можно непосредственно использовать для загрузки в кристалл, используя программу iMPACT. Для просмотра отчёта о выполнении про-

цедуры формирования конфигурационной последовательности следует дважды щёлкнуть ЛКМ на строке *Programming File Generation Report*. Этот отчёт содержит информацию обо всех значениях параметров, при которых формировался файл конфигурации, а также об ошибках и предупреждениях.

В качестве примера ниже приводится текст отчёта о формировании конфигурационной последовательности для проекта счётчика Джонсона, процессы синтеза, размещения и трассировки в кристалле которого были рассмотрены в предыдущих частях данного курса. В начале этого отчёта представлены сведения о параметрах ПЛИС, для которой создавалась конфигурационная последовательность, и используемом файле временных и топологических ограничений, а также командная строка запуска соответствующей утилиты:

```
Release 10.1.02 - Bitgen K.37
(nt)
Copyright (c) 1995-2008 Xilinx,
Inc. All rights reserved.
Loading device for application
Rf_Device from file '3s700a.nph'
in environment
D:\Xilinx\10.1\ISE.
"jc2_top" is an NCD, version
3.2, device xc3s700a, package
fg484, speed -5
Opened constraints file
jc2_top.pcf.
D:\Xilinx\10.1\ISE\bin\nt\unwrapp
ed\bitgen.exe -intstyle ise -w
-g DebugBitstream:No -g
Binary:yes -g IEEE1532:Yes -g
CRC:Enable -g Reset_on_err:No -g
ConfigRate:25 -g ProgPin:PullUp
-g DonePin:PullUp -g
TckPin:PullUp -g TdiPin:PullUp
-g TdoPin:PullUp -g
TmsPin:PullUp -g
UnusedPin:PullDown -g
UserID:0xFFFFFFFF -g
StartupClk:JtagClk -g
DONE_cycle:4 -g GTS_cycle:5 -g
GWE_cycle:6 -g LCK_cycle:NoWait
-g Security:None -g Persist:No
-m -g ReadBack -g DonePipe:No -g
DriveDone:No -g en_sw_gsr:No -g
en_porb:Yes -g drive_awake:No -g
suspend_filter:Yes -g
sw_clk:Startupclk -g
sw_gwe_cycle:5 -g sw_gts_cycle:4
jc2_top.ncd
```

Далее приводится информация о выбранных значениях всех параметров процесса генерации конфигурационной последовательности для разрабатываемого проекта. Эта информация представлена в форме таблицы с заголовком *Summary of Bitgen Options*, которая содержит две колонки. В первом столбце данной таблицы – *Option Name* – отображается название параметра, а во втором – *Current Setting* – его текущее значение:

```
Summary of Bitgen Options:
+-----+-----+
| Option Name | Current |
| | Setting |
+-----+-----+
|Compress | (Not Specified)*|
|Readback |(Enabled)|
|CRC | Enable**|
|DebugBitstream | No** |
|ConfigRate | 25 |
|StartupClk | JtagClk |
|DonePin | Pullup**|
|ProgPin | Pullup**|
|TckPin | Pullup**|
|TdiPin | Pullup**|
|TdoPin | Pullup**|
|TmsPin | Pullup**|
|UnusedPin | Pulldown**|
|GWE_cycle | 6** |
|GTS_cycle | 5** |
|LCK_cycle | NoWait**|
|DONE_cycle | 4** |
|Persist | No** |
|DriveDone | No** |
|DonePipe | No** |
|Security | None** |
|UserID 0xFFFFFFFF** |
|ActivateGclk | No* |
|ActiveReconfig | No* |
|PartialMask0 | (Not
Specified)*|
|PartialMask1 | (Not
Specified)*|
|PartialMask2 | (Not
Specified)*|
|PartialGclk | (Not Specified)*|
|PartialLeft | (Not Specified)*|
|PartialRight | (Not
Specified)*|
|drive_awake | No** |
|Reset_on_err | No** |
|suspend_filter | Yes** |
|en_sw_gsr | No** |
|en_suspend | No* |
|en_porb | Yes** |
|sw_clk | Startupclk** |
|sw_gwe_cycle | 5** |
|sw_gts_cycle | 4** |
|glutmask | Yes* |
```

```
|next_config_addr | 0x00000000* |
|next_config_new_mode | No* |
|next_config_boot_mode | 001* |
|next_config_register_wr|Enable*|
|ICAP_Enable | Auto* |
|IEEE1532 | Yes |
|Binary | Yes |
+-----+-----+
* Default setting.
** The specified setting matches
the default setting.
```

Следующая часть отчёта содержит сообщения о количестве обнаруженных ошибок и соответствующие предупреждения. В случае отсутствия ошибок далее приводится информация о создании соответствующих результирующих файлов. Завершает данный отчёт сообщение об успешном окончании процесса генерации конфигурационного битового потока для разрабатываемого проекта:

```
Running DRC.
DRC detected 0 errors and 0
warnings. Please see the previ-
ously displayed
individual error or warning mes-
sages for more details.
Creating bit map...
Saving bit stream in
"jc2_top.bit".
Saving bit stream in
"jc2_top.bin".
Saving bit stream in
"jc2_top.isc".
Saving Readback bit file
jc2_top.rbb.
Saving Readback golden data file
jc2_top.rbd.
Saving mask data in
"jc2_top.msd".
Creating bit mask...
Saving mask bit stream in
"jc2_top.msk".
Bitstream generation is complete.
```

Подключение загрузочного кабеля для конфигурирования ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx в режиме периферийного сканирования

Процедура загрузки конфигурационного битового потока в кристалл с архитектурой FPGA не является обязательной. Она предназначена, в основном, для верификации проектируемого устройства на аппаратном уровне, которую целесообразно вы-

полнять перед программированием ПЗУ или ППЗУ. Такая проверка особенно актуальна при использовании однократно программируемых ПЗУ. Процесс загрузки конфигурационной битовой последовательности в ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx с помощью программы *iMPACT* может выполняться в различных режимах. В настоящей статье подробно рассматривается последовательность операций, необходимых для конфигурирования кристаллов FPGA в режиме периферийного сканирования и в подчинённом последовательном режиме.

Для загрузки конфигурационной последовательности из файла (*.bit) в кристалл FPGA с помощью программы *iMPACT* можно использовать любой из следующих кабелей:

- JTAG-кабель, подключаемый к параллельному порту (LPT) персонального компьютера Parallel Download Cable™ IV;
- универсальный кабель Platform Cable™ USB II, подключаемый к последовательной шине USB персонального компьютера;
- универсальный кабель MultiLinx, подключаемый к последовательной шине USB персонального компьютера (MultiLinx Download Cable USB);
- JTAG-кабель, подключаемый к параллельному порту персонального компьютера Parallel Download Cable III;
- универсальный кабель Platform Cable USB, подключаемый к последовательной шине USB персонального компьютера;
- кабель, входящий в состав комплекса MultiPro Desktop Tool™.

Последние четыре типа загрузочных кабелей в настоящее время сняты с производства, но продолжают поддерживаться новыми версиями САПР серии Xilinx ISE. Наиболее доступным для разработчиков вариантом средств конфигурирования ПЛИС с архитектурой FPGA является JTAG-кабель, подключаемый к параллельному порту (LPT) персонального компьютера. Поэтому далее рассматриваются различные режимы конфигурирования ПЛИС с применением такого JTAG-кабеля. Загрузка конфигурационного битового потока может производиться через JTAG-порт кристалла в режиме периферийного сканирования Boundary-Scan (JTAG)

или через специальные контакты ПЛИС, предназначенные для конфигурирования в ведомом последовательном режиме Slave Serial.

При использовании режима периферийного сканирования перед формированием конфигурационной последовательности необходимо установить для параметра *Start-Up Clock* значение *JTAG Clock*. После генерации файла конфигурации следует подключить сигнальные выводы загрузочного кабеля Test Data In (TDI), Test Mode Select (TMS), Test Clock (TCK) и Test Data Out (TDO) к одноимённым контактам кристалла, а выводы GND и VCC – к общей шине и цепи питания. После этого следует подать напряжение питания на плату инструментального модуля, используемого для аппаратной отладки или реализации разрабатываемого устройства. Такая последовательность обеспечивает возможность автоматического обнаружения и инициализации загрузочного кабеля и цепочки периферийного сканирования кристаллов ПЛИС и конфигурационных ПЗУ/ППЗУ при активизации программы *iMPACT*. Если загрузочный кабель подключается после запуска модуля программирования, то в этом случае необходимо выполнить «вручную» операции установки типа и параметров используемого кабеля и инициализации цепочки периферийного сканирования кристаллов.

Установка параметров конфигурирования ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx в режиме периферийного сканирования

Перед активизацией программы *iMPACT* непосредственно в среде управляющей оболочки САПР серии Xilinx ISE – Навигатора проекта целесообразно ознакомиться с установленными значениями параметров инициализации и при необходимости выполнить изменения. Для вывода на экран диалоговой панели параметров инициализации программы *iMPACT* следует в окне *Processes Window* щелчком ЛКМ выделить строку *Configure Target Device*, после чего нажать кнопку , расположенную на оперативной панели Навигатора проекта. С этой же целью можно воспользоваться командой *Properties* контекстно-зависимого всплываю-

шего меню, которое выводится щелчком ПКМ.

В открывшейся диалоговой панели *Configure Target Device Properties* представлена таблица, содержащая три параметра. С помощью параметра *iMPACT Project File* разработчик может явно указать идентификатор файла проекта для программы *iMPACT*. Данный файл содержит информацию о составе цепочки периферийного сканирования и значениях параметров процесса конфигурирования ПЛИС, установленных в предыдущей сессии работы с программным модулем *iMPACT*. Название файла должно иметь расширение *IPF*. Требуемый идентификатор файла может быть введён непосредственно с клавиатуры после активизации поля редактирования значения параметра *iMPACT Project File* или выбран при использовании стандартной диалоговой панели открытия файла, которая появляется при нажатии кнопки с пиктограммой в виде многоточия «...». По умолчанию для этого параметра предлагается значение *Default*. В этом случае используются значения параметров конфигурирования кристалла, установленные по умолчанию.

Параметр *Port to be used* позволяет разработчику выбрать порт ПК, который используется для подключения загрузочного кабеля. Выпадающий список возможных значений этого параметра в общем случае содержит следующие варианты: *Auto-default*, *LPT1*, *LPT2*, *LPT3*, *USB0*, *USB1*, *USB2*. Разработчик может явно указать порт, к которому подключен соответствующий загрузочный кабель. Значение *Auto-default*, предлагаемое по умолчанию, позволяет программе *iMPACT* автоматически определить порт ПК, к которому присоединён загрузочный кабель.

Значение параметра *Automatically Run Generate Target PROM/ACE File* разрешает или запрещает автоматический запуск процесса генерации файла программирования для выбранного конфигурационного ПЗУ или ППЗУ. Если для данного параметра указано значение «включено», то перед загрузкой конфигурационной последовательности в кристалл ПЛИС автоматически выполняется формирование файла «прошивки» ПЗУ/ППЗУ. По умолчанию для параметра *Automatically Run Generate*

Target PROM/ACE File используется значение «выключено», блокирующее автоматическую генерацию файла программирования конфигурационного ПЗУ/ППЗУ. Вновь установленные значения параметров инициализации программы *iMPACT* необходимо подтвердить нажатием клавиши ОК, представленной в нижней части диалоговой панели *Configure Target Device Properties*.

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ *iMPACT* В РЕЖИМЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Для активизации модуля программирования *iMPACT* следует поместить курсор на строку *Configure Target Device* в окне процессов Навигатора проекта и дважды щёлкнуть ЛКМ. В новой версии средств проектирования САПР серии *Xilinx ISE* при первоначальном запуске программы *iMPACT* для текущего проекта на экран выводится информационная панель, содержащая сообщение о том, что файл проекта *IPF* (*iMPACT Project File*) не найден. Для активизации этой программы с параметрами, предлагаемыми по умолчанию, следует нажать клавишу ОК, расположенную в этой информационной панели. В результате выполненных действий на экран выводится диалоговая панель с заголовком *Welcome to iMPACT*, в которой необходимо выбрать режим работы программы *iMPACT*, а также способ идентификации загрузочного кабеля и цепочки периферийного сканирования. Выбор режима работы модуля программирования осуществляется с помощью группы кнопок с зависимой фиксацией, расположенных в этой диалоговой панели.

Чтобы выполнить загрузку конфигурационной последовательности в ПЛИС в режиме периферийного сканирования *Boundary Scan* (*JTAG*) *Mode*, необходимо нажать кнопку *Configure devices using Boundary-Scan (JTAG)*. После этого автоматически переводится в доступное состояние поле выбора способа обнаружения подключенного загрузочного кабеля и инициализации цепочки периферийного сканирования. Для установки режима автоматической идентификации подключенного загрузочного кабеля и цепочки периферийного сканирования в выпадающем списке данного поля выбора следует указать вариант *Automatically connect*

to cable and identify Boundary-Scan chain.

Чтобы явно указать тип загрузочного кабеля и порт персонального компьютера, используемый для его подключения, нужно выбрать вариант *Enter a Boundary-Scan chain manually*. Выбранные параметры инициализации программы *iMPACT* необходимо подтвердить нажатием кнопки *Finish* в нижней части диалоговой панели *Welcome to iMPACT*. В результате этих действий в области расположения рабочих окон Навигатора проекта открывается новое окно, на закладке которого отображается название выбранного режима работы программы *iMPACT* – *Boundary Scan*. Кроме того, в окне исходных модулей *Sources Window* добавляется страница *Configuration Modes*, предназначенная для выбора режима работы средств программирования, а в окне процессов *Processes Window* – страница *Configuration Operations*, предоставляющая доступ к соответствующим командам конфигурирования ПЛИС, «прошивки» ПЗУ/ППЗУ, обратного считывания и проверки конфигурационных данных.

Если был установлен режим автоматической идентификации типа подключенного кабеля и цепочки периферийного сканирования, то далее программа *iMPACT* выполняет процедуру обнаружения загрузочного кабеля. Ход этого процесса отображается на экране дисплея с помощью всплывающего окна индикации и сопровождается соответствующей информацией в окне регистрации консольных сообщений *Transcript Window* управляющей оболочки Навигатора проекта. Ниже приводится протокол выполнения процедуры автоматического определения загрузочного кабеля *Parallel Download Cable*, подключаемого к параллельному порту персонального компьютера:

```
// *** BATCH CMD : setMode -bs
// *** BATCH CMD : setMode -bs
GUI --- Auto connect to cable...
// *** BATCH CMD : setCable
-port auto
AutoDetecting cable. Please
wait.
PROGRESS_START - Starting
Operation.
Connecting to cable (Parallel
Port - LPT1).
Checking cable driver.
```

```
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
LPT base address = 0378h.
ECP base address = 0778h.
Cable connection established.
PROGRESS_END - End Operation.
Elapsed time = 0 sec.
```

Если программе *iMPACT* не удаётся автоматически идентифицировать загрузочный кабель, то в окне регистрации сообщений *Transcript Window* выводится информация о последовательном сканировании доступных параллельных портов ПК:

```
// *** BATCH CMD : setMode -bs
// *** BATCH CMD : setMode -bs
GUI --- Auto connect to cable...
// *** BATCH CMD : setCable
-port auto
AutoDetecting cable. Please
wait.
PROGRESS_START - Starting
Operation.
Connecting to cable (Parallel
Port - LPT1).
Checking cable driver.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
LPT base address = 0378h.
ECP base address = 0778h.
Cable connection failed.
Connecting to cable (Parallel
Port - LPT2).
Checking cable driver.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
Cable connection failed.
Connecting to cable (Parallel
Port - LPT3).
Checking cable driver.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
Cable connection failed.
Connecting to cable (Parallel
Port - LPT4).
Checking cable driver.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
```

```
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
Cable connection failed.
```

Далее в этом же окне отображается информация о результатах сканирования USB-портов компьютера. После этого выводится соответствующее предупреждение об отсутствии подключенного загрузочного кабеля:

```
Connecting to cable (Usb Port -
USB21).
Checking cable driver.
Driver file xusb_emb.sys found.
Driver version: src=1029,
dest=1029.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
Cable connection failed.
Connecting to cable (Usb Port -
USB22).
Checking cable driver.
Driver file xusb_emb.sys found.
Driver version: src=1029,
dest=1029.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
Cable connection failed.
Connecting to cable (Usb Port -
USB23).
Checking cable driver.
Driver file xusb_emb.sys found.
Driver version: src=1029,
dest=1029.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
Cable connection failed.
Connecting to cable (Usb Port -
USB24).
Checking cable driver.
Driver file xusb_emb.sys found.
Driver version: src=1029,
dest=1029.
Driver windrvr6.sys version =
8.1.1.0. WinDriver v8.11 Jungo
(c) 1997 - 2006 Build Date: Oct
16 2006 X86 32bit SYS 12:35:07,
version = 811.
Cable connection failed.
PROGRESS_END - End Operation.
Elapsed time = 11 sec.
```

```
Cable autodetection failed.
WARNING:iMPACT:923 - Can not
find cable, check cable setup !
```

В этом случае следует проверить правильность подключения загрузочного кабеля, наличие напряжения питания и повторить перечисленные выше действия или указать его параметры «вручную». Описание процедуры «ручной» установки параметров загрузочного кабеля было приведено при рассмотрении процесса программирования ПЛИС семейств CPLD.


При успешной идентификации присоединённого загрузочного кабеля производится автоматический поиск и инициализация цепочки периферийного сканирования ПЛИС, подключенной к выбранному порту JTAG-интерфейса. После обнаружения каждого кристалла выводится стандартная диалоговая панель выбора файла, в которой необходимо указать название соответствующего модуля, содержащего конфигурационные данные для этой ПЛИС или ПЗУ/ППЗУ. Информация об идентифицированной цепочке периферийного сканирования ПЛИС отображается в графической форме в рабочем окне программы *iMPACT* и в текстовом виде в окне регистрации консольных сообщений *Transcript Window*. Под каждым условным графическим образом (УГО) ПЛИС указывается её тип и название соответствующего файла, содержащего конфигурационную последовательность. В качестве примера далее приведён протокол автоматического обнаружения цепочки периферийного сканирования инструментального модуля Xilinx Spartan-3A Starter Board, который входит в состав инструментального комплекта Spartan-3A Starter Kit™.

```
Attempting to identify devices
in the boundary-scan chain con-
figuration...// *** BATCH CMD :
Identify
PROGRESS_START - Starting
Operation.
Identifying chain contents
... '1': : Manufacturer's ID
=Xilinx xcf04s, Version : 15
INFO:iMPACT:1777 -
Reading
D:/Xilinx/10.1/ISE/xcf/data/xcf04
s.bsd...
INFO:iMPACT:501 - '1': Added
```

```

Device xcf04s successfully.
-----
'2': : Manufacturer's ID =Xilinx
xc3s700a, Version : 0
INFO:iMPACT:1777 -
Reading D:/Xilinx/10.1/ISE/spar-
tan3a/data/xc3s700a.bsd...
INFO:iMPACT:501 - '1': Added
Device xc3s700a successfully.
-----
done.
PROGRESS_END - End Operation.
Elapsed time = 1 sec.
// *** BATCH CMD : identifyMPPM
// *** BATCH CMD : assignFile -p
1 -file «D:/Prj_n/jc2_top.bit"
'1': Loading file
'D:/Prj_n/jc2_top.bit' ...
done.
-----
INFO:iMPACT:501 - '1': Added
Device xc3s700a successfully.
// **-----
* BATCH CMD : assignFile -p 2
-file «D:/Prj_n/Untitled.mcs"
'2': Loading file
'D:/Prj_n/Untitled.mcs' ...
done.
// *** BATCH CMD : setAttribute
-position 2 -attr readnextdevice
-value "(null)"
// **-----

```

При отсутствии информации о файле, содержащем конфигурационные данные, или для выбора другой конфигурационной последовательности достаточно поместить курсор на требуемый УГО в цепочке периферийного сканирования и дважды щёлкнуть ЛКМ. Можно также выделить соответствующий УГО, поместив на него курсор и щёлкнув ЛКМ, после чего воспользоваться командой *Assign Configuration File* из всплывающего меню *Edit* или кнопкой , расположенной на оперативной панели управления Навигатора проекта. Кроме того, можно использовать команду *Assign New Configuration File* из всплывающего контекстно-зависимого меню, активизируемого щелчком ПКМ на соответствующем УГО в рабочем окне программы *iMPACT*. В результате выполненных действий на экране отображается стандартная диалоговая панель открытия файла, с помощью которой производится выбор требуемого файла, содержащего конфигурационную последовательность разрабатываемого устройства.

После завершения процесса обнаружения цепочки периферийного сканирования и определения её состава на экран автоматически выводится диалоговая панель параметров конфигурирования ПЛИС, которая имеет заголовок *Device Programming Properties*. Эта панель может содержать несколько страниц, количество которых определяется числом элементов, представленных в цепочке периферийного сканирования. Каждая страница позволяет определить значения параметров для соответствующего элемента цепочки периферийного сканирования. Доступ к требуемой странице параметров предоставляет интерактивный список *Category*, который отображается в левой части диалоговой панели *Device Programming Properties*.

При конфигурировании кристаллов с архитектурой FPGA в режиме периферийного сканирования *Boundary Scan Mode* эта панель содержит следующие три параметра: *Verify*, *Pulse PROG* и *Assert Cable INIT during programming*. Значение параметра *Verify* разрешает или запрещает выполнение операции контроля конфигурационных данных по окончании программирования ПЛИС. Выбор значения «включено» устанавливает режим проверки конфигурационной последовательности после её загрузки в кристалл. По умолчанию установлено значение «выключено», при котором верификация загруженных конфигурационных данных не выполняется.


Параметр *Pulse PROG* доступен только при загрузке конфигурационной последовательности в ПЛИС семейств Spartan-3, Spartan-3E, Spartan-3A, Virtex-II и Virtex-II Pro. При установке значения «включено» для этого параметра осуществляется импульсное переключение сигнала PROG. При этом производится очистка внутренней (теневого) конфигурационной памяти кристалла перед инициализацией новой конфигурационной последовательности. По умолчанию индикатор *Pulse PROG* находится в сброшенном состоянии («выключено»).

С помощью параметра *Assert Cable INIT during programming* разработчику предоставляется возможность определения уровня сигнала на контакте INIT загрузочного кабеля во время конфигурирования кристалла. При

выборе значения «включено» для этого параметра сигнал на контакте INIT в процессе загрузки конфигурационных данных в ПЛИС устанавливается в состояние лог. 0. По умолчанию для параметра *Assert Cable INIT during programming* предлагается значение «выключено».

После установки требуемых значений параметров конфигурирования кристалла FPGA следует подтвердить их нажатием клавиши ОК, которая представлена в нижней части диалоговой панели *Device Programming Properties*. Для повторного вывода на экран диалоговой панели параметров процесса загрузки конфигурационной последовательности в ПЛИС следует выделить соответствующий УГО в цепочке периферийного сканирования, которая отображается в рабочем окне программы *iMPACT*, и выполнить команду *Set Programming Properties* из контекстно-зависимого всплывающего меню, активизируемого щелчком ПКМ.


ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ КОНФИГУРИРОВАНИЯ ПЛИС С АРХИТЕКТУРОЙ FPGA И СЧИТЫВАНИЯ СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ *iMPACT* В РЕЖИМЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Загрузка конфигурационной последовательности в выбранный кристалл с архитектурой FPGA осуществляется с помощью команды *Program*, доступ к которой предоставляет страница *Configuration Operations* в окне *Processes Window*, меню *Operations* или контекстно-зависимое всплывающее меню. Для активизации этой команды можно также воспользоваться кнопкой , расположенной на оперативной панели управления Навигатора проекта. Состояние процесса конфигурирования ПЛИС отображается с помощью всплывающего окна индикации. Завершение процесса загрузки конфигурационной последовательности сопровождается соответствующей информацией в рабочем окне программы *iMPACT* и окне регистрации консольных сообщений *Transcript Window*. В качестве примера ниже приведён протокол выполнения операций загрузки конфигурационной последовательности для проекта счётчика Джонсона, разработка кото-

рого рассмотрена в предыдущих статьях. В протоколе отражено выполнение всех фаз процесса конфигурирования: установки режима, проверки цепочки периферийного сканирования и программирования кристалла:

```
// *** BATCH CMD : Program -p 1
Maximum TCK operating frequency
for this device chain: 0.
Validating chain...
Boundary-scan chain validated
successfully.
'1': Programming device...
PROGRESS_START - Starting
Operation.
done.
'1': Reading status register
contents...
CRC error : 0
IDCODE not validated while writ-
ing FDRI : 0
DCM Locked : 1
status of GTS_CFG_B : 1
status of GWE : 1
status of GHIGH : 1
value of VSEL pin 0 : 1
value of VSEL pin 1 : 1
value of VSEL pin 2 : 1
value of MODE pin M0 : 1
value of MODE pin M1 : 0
value of MODE pin M2 : 0
value of CFG_RDY (INIT_B) : 1
DONEIN input from Done Pin : 1
POST_CRC_ERR error : 0
SYNC word not found : 0
INFO:iMPACT:2219 - Status regis-
ter values:
INFO:iMPACT - 0011 1111 1100 1100
INFO:iMPACT:579 - '1': Completed
downloading bit file to device.
INFO:iMPACT - '1': Checking done
pin...done.
'1': Programmed successfully.
PROGRESS_END - End Operation.
Elapsed time = 14 sec.
```

В режиме периферийного сканирования для кристаллов с архитектурой FPGA доступны также команды *Verify*, *Get Device ID*, *Get Device Signature/Usercode*, представленные на странице *Configuration Operations* окна *Processes Window*, в меню *Operations* и контекстно-зависимом всплывающем меню.

Команда *Verify* предназначена для проверки достоверности конфигурационных данных выбранного кристалла. Инициировать эту команду можно также нажатием кнопки .

представленной на оперативной панели управления Навигатора проекта. В процессе контроля выполняется обратное чтение конфигурационных данных из запрограммированной ПЛИС и сравнение с содержимым соответствующего файла программирования, который указан для выбранного элемента цепочки периферийного сканирования. Информация о результатах проверки выводится в рабочем окне программы *iMPACT* и окне регистрации консольных сообщений *Transcript Window*. Текст протокола успешного выполнения команды *Verify* выглядит следующим образом:

```
// *** BATCH CMD : Verify -p 1
Maximum TCK operating frequency
for this device chain: 0.
Validating chain...
Boundary-scan chain validated
successfully.
PROGRESS_START - Starting
Operation.
'1': Verifying
device...INFO:iMPACT:2495 -
Readback Size is 2731040.
done.
'1': Verification completed suc-
cessfully.
PROGRESS_END - End Operation.
Elapsed time = 19 sec.
```

При получении отрицательных результатов проверки достоверности конфигурационных данных для выбранного кристалла с архитектурой FPGA выводится следующая информация:

```
// *** BATCH CMD : Verify -p 1
Maximum TCK operating frequency
for this device chain: 0.
Validating chain...
Boundary-scan chain validated
successfully.
PROGRESS_START - Starting
Operation.
'1': Verifying
device...INFO:iMPACT:2495 -
Readback Size is 2731040.
ERROR:Bitstream:98 - Comparison
of bitstreams found 2045800 dif-
ferences.
INFO:iMPACT:395 - The number of
difference is 2045800
'1': Verification terminated.
done.
PROGRESS_END - End Operation.
Elapsed time = 19 sec.
```

Для чтения сигнатуры (пользовательского кода) запрограммированного кристалла следует использовать команду *Get Device Signature/Usercode*. Считанная сигнатура в шестнадцатеричном виде отображается в окне регистрации консольных сообщений. В качестве примера ниже приведены результаты процесса чтения пользовательского кода, установленного по умолчанию.

```
// *** BATCH CMD : ReadUserCode
-p 1
Maximum TCK operating frequency
for this device chain: 0.
Validating chain...
Boundary-scan chain validated
successfully.
'1': Usercode is 'fffffff'
```

Команда *Get Device ID* позволяет считать идентификационный код кристалла, установленный производителем. Этот код используется средствами программирования для определения типов ПЛИС, представленных в цепочке периферийного сканирования. Полученный результат отображается в окне регистрации консольных сообщений в двоичном и шестнадцатеричном виде. Формат идентификационного кода содержит 32 разряда. Первые четыре разряда определяют тип корпуса; следующие семь разрядов составляют код семейства кристаллов; предпоследние 11 разрядов представляют собой код фирмы-производителя (для фирмы Xilinx он имеет вид 000 0100 1001); последний разряд всегда принимает единичное значение. Результаты выполнения команды считывания идентификационного кода ПЛИС показаны на примере кристалла семейства Spartan-3A XC3S700A:

```
// *** BATCH CMD : ReadIdcode -p 1
Maximum TCK operating frequency
for this device chain: 0.
Validating chain...
Boundary-scan chain validated
successfully.
'1': IDCODE is
'00000010001000101000000010010011'
'1': IDCODE is '02228093' (in
hex).
'1': : Manufacturer's ID =Xilinx
xc3s700a, Version : 0
```

Кроме выполнения основных операций конфигурирования ПЛИС и

обратного чтения конфигурационных данных, программа *iMPACT* предоставляет разработчику возможность чтения содержимого внутреннего регистра статуса ПЛИС. Для этой цели предусмотрена соответствующая команда *Read Status Register*, которая представлена на странице *Configuration Operations* окна *Processes Window*. Кроме того, в составе всплывающего меню *Debug* имеется аналогичная команда *Read Device Status*. Информация, полученная из соответствующего внутреннего регистра кристалла с архитектурой FPGA в процессе выполнения этой команды, выводится в окне регистрации сообщений *Transcript Window* управляющей оболочки Навигатора проекта. Формат представления данных, считанных из регистра статуса ПЛИС, имеет следующий вид:

```
// *** BATCH CMD :
ReadStatusRegister -p 1
Maximum TCK operating frequency
for this device chain: 0.
Validating chain...
Boundary-scan chain validated
successfully.
'1': Reading status register
contents...
CRC error : 0
IDCODE not validated while writing
FDRI : 0
DCM Locked : 1
status of GTS_CFG_B : 1
status of GWE : 1
status of GHIGH : 1
value of VSEL pin 0 : 1
value of VSEL pin 1 : 1
value of VSEL pin 2 : 1
value of MODE pin M0 : 1
value of MODE pin M1 : 0
value of MODE pin M2 : 0
value of CFG_RDY (INIT_B) : 1
DONEIN input from Done Pin : 1
POST_CRC_ERR error : 0
SYNC word not found : 0
```

Конфигурирование ПЛИС семейств FPGA фирмы Xilinx с помощью программы iMPACT в ведомом последовательном режиме

При использовании ведомого последовательного режима программирования ПЛИС с архитектурой FPGA необходимо перед формированием конфигурационной последовательности установить для параметра

Start-Up Clock значение *CCLK*. После создания конфигурационного битового потока следует подключить сигнальные выводы загрузочного кабеля TDI, TMS, TCK и TDO соответственно к контактам кристалла DIN, PROG, CCLK, DONE, а выводы GND и VCC – к общей шине и цепи питания. Выводы ПЛИС M0, M1, M2, предназначенные для выбора режима конфигурирования, должны быть подключены к цепи сигнала лог. 1. Комбинация M0 = 1, M1 = 1, M2 = 1 соответствует ведомому последовательному режиму загрузки конфигурационного битового потока. Далее следует подать напряжение питания на инструментальный модуль, используемый для аппаратной отладки или реализации разрабатываемого устройства.

При активизации программы *iMPACT* следует в диалоговой панели с заголовком *Welcome to iMPACT* нажать кнопку *Configure Device*. После этого становится доступным поле выбора режима конфигурирования ПЛИС, расположенное под кнопкой *Configure Device*. Чтобы включить ведомый последовательный режим программирования кристалла, следует указать в этом поле выбора вариант *use Slave Serial mode*. Сразу после подтверждения выбранных значений параметров программы *iMPACT*, осуществляемого нажатием кнопки Готово (Finish) в нижней части диалоговой панели *Welcome to iMPACT*, в области расположения рабочих окон Навигатора проекта открывается новое окно, на закладке которого отображается название выбранного режима работы программы *iMPACT – Slave Serial*. Одновременно с этим на экран выводится диалоговая панель с заголовком *Add Device*, с помощью которой выбирается соответствующая конфигурационная последовательность.

При выборе требуемого файла конфигурационных данных в рабочем окне программы *iMPACT* отображается соответствующий УГО. Для загрузки конфигурационной последовательности в кристалл необходимо выделить этот УГО и выполнить команду *Program*, доступ к которой предоставляет страница *Configuration Operations* в окне *Processes Window*, меню *Operations* или контекстно-зависимое всплывающее меню.



Продолжение следует

Коммерческие источники питания для военной техники – зачем платить больше!

Низкая стоимость и короткие сроки поставки при соответствии военным стандартам



Основные характеристики DC/DC-преобразователей серии MTC:

- Диапазон входных напряжений 15,5...40 В
- Выходные напряжения от 3,3 до 28 В
- Выходные мощности от 5 до 35 Вт
- Диапазон рабочих температур от -55 до +100°C (основание корпуса)
- Электромагнитные помехи соответствуют требованиям MIL-STD-461E
- Импульсное перенапряжение и помехоустойчивость в соответствии с MIL-STD-1275A/B/C, 704A-F
- Стойкость к внешним воздействующим факторам в соответствии с требованиями MIL-STD-810F
- Сервисные функции: синхронизация частоты преобразования, дистанционное включение/выключение, регулировка выходного напряжения, внешняя обратная связь

Реклама



ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ



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

Реализация мультиплексного протокола для GSM-модулей Siemens

(часть 2)

Александр Седунов (Ленинградская обл.)

Статья знакомит читателей с мультиплексным протоколом для GSM-модулей Siemens, который позволяет реализовать дополнительные возможности управления и мониторинга. Приведено описание протокола.

СЛУЖЕБНЫЙ КАНАЛ

В мультиплексном протоколе важную роль играет служебный канал (DLCI = 0), по которому осуществляется контроль, управление и реализация других функций. Команды посылаются в поле информации управляющего фрейма протокола. Структура поля информации контрольного канала приведена в табли-

це 1. Минимальная длина поля составляет 1 байт (байт Type). Основные команды передаются в байте Type, т.е. байты Length и Value могут отсутствовать. Структура байта Type представлена в таблице 2.

Бит EA показывает, будут ли за байтом Type следовать другие. Если байт Type является последним в поле информации, то EA = 1, если нет,

Таблица 1. Структура поля информации контрольного канала

Тип (Type) 1 байт	Length (Длина) 1 байт	Value 1 (Значение 1) 1 байт	Value 2 (Значение 2) 1 байт	...	Value n (Значение n) 1 байт
----------------------	--------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----	--------------------------------

Таблица 2. Структура байта типа (Type)

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
EA	C/R	T1	T2	T3	T4	T5	T6

Таблица 3. Структура байта длины (Length)

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
EA	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7

Таблица 4. Значение байта типа (Type) команды закрытия мультиплексного протокола

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	C/R	0	0	0	0	1	1

Таблица 5. Значение байта типа (Type) команды тестирования

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	C/R	0	0	0	1	0	0

Таблица 6. Структура команды Modem Status Command

Байт Type 1 байт	Байт длины 1 байт	DLCI 1 байт	Сигналы V.24 1 байт	Сигнал разъединения (опционально) 1 байт
---------------------	----------------------	----------------	------------------------	---

Таблица 7. Значение байта Type для команды Modem Status Command

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	C/R	0	0	0	1	1	1

то EA = 0. Бит C/R указывает принадлежность последовательности – команда или ответ. Другие 6 бит используются для кодирования распространённых команд.

Структура байта длины представлена в таблице 3. Бит EA в данном байте несёт ту же функцию, что и байт Type (если этот байт последний в поле информации, то EA = 1, если нет, то EA = 0).

Рассмотрим далее команды, часто используемые для мультиплексного протокола первой версии (поддерживаются всеми модулями).

КОМАНДА ЗАКРЫТИЯ МУЛЬТИПЛЕКСНОГО ПРОТОКОЛА

Структура команды показана в таблице 4.

ТЕСТОВАЯ КОМАНДА

Тестовая команда предназначена для проверки связи между ПК и GSM-модулем. Тестовая команда содержит произвольный набор байт Value. Значение байта Type для тестовой команды приведено в таблице 5.

В байте Length указывается число посланных байт Value. Отвечающая сторона должна отвечать с точно той же битовой последовательностью в поле Value. Команда теста используется, например, для контроля версии.

КОМАНДА MODEM STATUS COMMAND

Команда Modem Status Command используется для передачи сигналов управления потоком (RTC, RTR, RING, DCD) в виртуальных последовательных каналах. При этом сигналы соответствующим образом отображаются друг на друга. Структура команды представлена в таблице 6. Байты Type, DLCI и V.24 показаны соответственно в таблицах 7, 8 и 9. Бит C/R показывает, является ли последовательность командой или ответом. В байте длины имеются следующие значения для данной команды: Length = 2 (если байт сигнала разъединения не используется), EA-Bit = 1.

Подробнее рассмотрим назначение битов байта сигналов V.24:

- **Бит 1.** EA = 1, если используется один байт для передачи поля сигналов V.24. Бит EA может быть равен нулю в будущих версиях, когда для данного поля может потребоваться более одного байта;
- **Бит 2.** Flow Control (FC) – бит контроля потока. Этот бит равен 1, когда модуль не в состоянии принять кадры из-за переполнения буфера. Поскольку скорость передачи от модуля до базовой станции может быть ниже скорости связи между модулем и ПК, такая ситуация возможна. Например, скорость передачи данных по CSD составляет 9,6 Кбит/с, тогда как скорость связи между ПК и модулем может быть 115,2 Кбит/с;
- **Бит 3.** Ready To Communicate (RTC) – сигнал готовности к сеансу связи. Равен 1 в случае готовности устройства к сеансу связи;
- **Бит 4.** Ready To Receive (RTR) – сигнал готовности к приёму данных. Равен 1, когда устройство готово к приёму данных;
- **Бит 5.** Зарезервирован для будущего использования. Биту присваивается 0 при отправке, при приёме бит игнорируется;
- **Бит 6.** Зарезервирован для будущего использования. Биту присваивается 0 при отправке, при приёме бит игнорируется;
- **Бит 7.** RING – сигнал, оповещающий о входящем звонке; равен 1 при входящем звонке;
- **Бит 8.** Data Carrier Detect (DCD) – обнаружение несущей. Бит равен 1 при успешном установлении связи. Возможность работы с рассматриваемыми ниже сигналами V.24 поддерживается только в версии 3 мультиплексного протокола. При необходимости работы с данными сигналами следует использовать версию 3 мультиплексного протокола.

Рассмотрим далее отображения сигналов.

Направление: главное приложение → модуль (только для запросов).

MUX V3:

- RTC: отображается на DTR;
- RTR: отображается на RTS;
- Bit 5, 6, 7, 8 не используются.

Направление: модуль → главное приложение (только для запросов).

MUX V3:

- RTC: отображается на DSR;
- RTR: отображается на CTS;
- RING: отображается на RING;
- DCD: отображается на DCD;
- Bit 5, 6 не используются.

Таблица 10 показывает отличия версий при работе с сигналами управления потоком. Начиная со второй версии мультиплексного протокола, существует возможность вместо

Таблица 8. Значение байта DLCI

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	1	DLCI					

Таблица 9. Значение байта сигналов V.24

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	FC	RTC	RTR	reserved 0	reserved 0	RING	DCD

Таблица 10. Различия версий команд статуса модема (MSC)

Номер версии	RTC RTR	RTC RTR RING DCD
	Главное → GSM-модуль приложение	GSM-модуль → Главное приложение
1	11 Если 0, то все вызовы завершены	Не используется
2	DTR RTS	Не используется
3	DTR RTS	DSR CTS RING DCD

Таблица 11. Байт сигнала разъединения (не обязательный)

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	Не используется						

Таблица 12. Значение байта типа (Type) команды контроля энергосбережения

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	C/R	0	0	0	0	1	0

Таблица 13. Байт Value (Length = 1)

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
P1	P2	P3	P4	0	0	0	0

Таблица 14. Значения первых 4 бит поля Value (Length=1) в командах

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Описание
0	0	0	0	Переход в тот же режим без октета Value
1	0	0	0	Переключение в полнофункциональный режим, подобно команде AT + CFUN = 1
0	1	0	0	Переключение в режим NON-CYCLIC SLEEP, подобно команде AT + CFUN = 0
1	1	0	0	Переключение в режим CYCLIC SLEEP, подобно команде AT + CFUN = 5
0	0	1	0	Переключение в режим CYCLIC SLEEP, подобно команде AT + CFUN = 5
1	0	1	0	Выключение, подобно команде AT^SMSO
0	1	1	0	Сброс, подобно команде AT + CFUN = 1,1
1	1	1	0	Переключение в режим CYCLIC SLEEP, подобно команде AT + CFUN = 7
0	0	0	1	Переключение в режим CYCLIC SLEEP, подобно команде AT + CFUN = 8

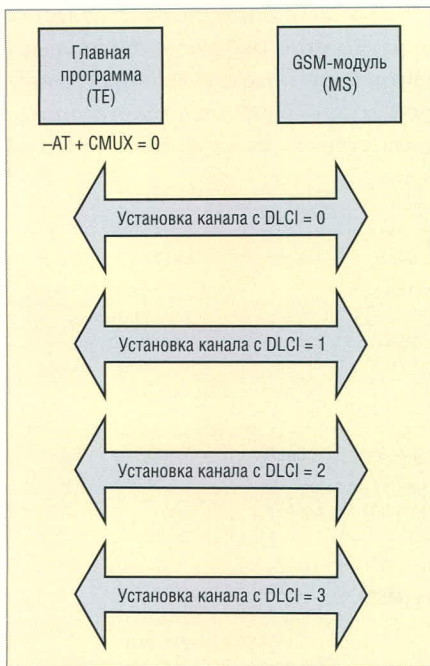


Рис. 1. Обмен фреймами для TE и MS с первой версией протокола

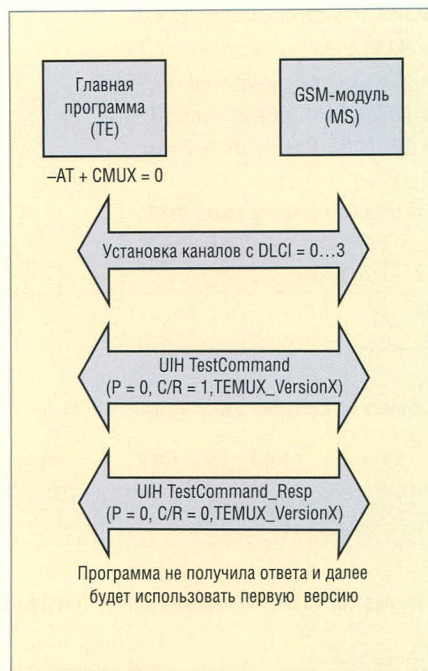


Рис. 2. Обмен фреймами, когда версия TE выше первой, а у MS – первая версия

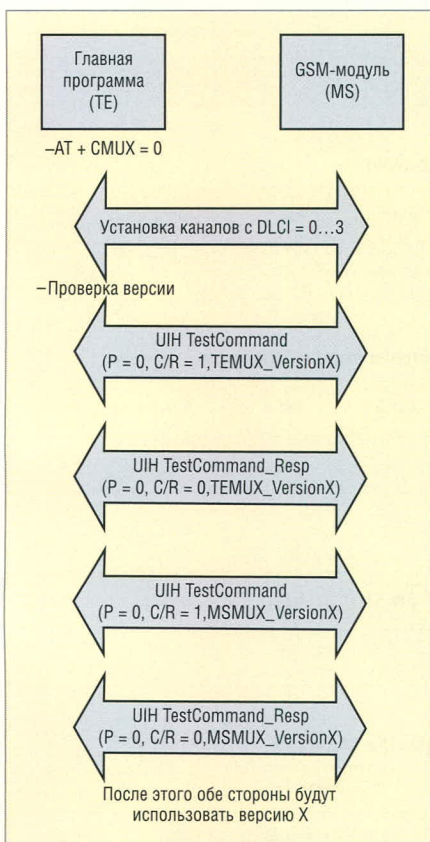


Рис. 3. Обмен фреймами, когда версии TE и MS выше первой и равны

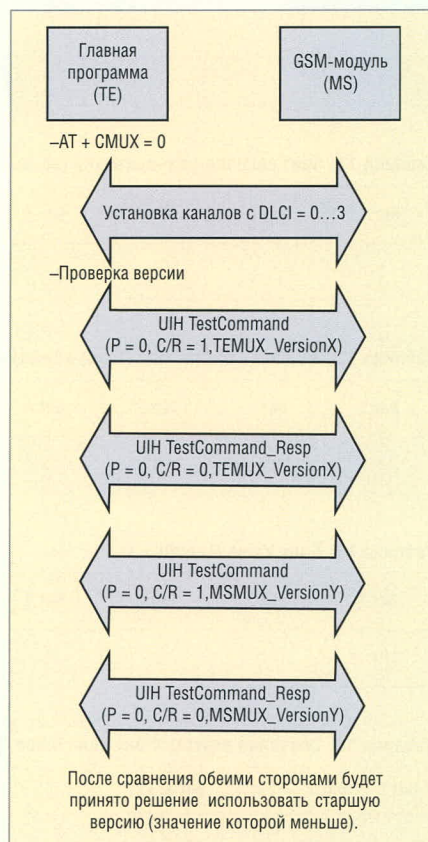


Рис. 4. Обмен фреймами, когда версии TE и MS выше первой и не равны

команды разрыва связи «+++», осуществлять разединение, добавляя в команду Modem Status Command байт разединения, формат которого показан в таблице 11.

Контроль энергосбережения

Разработанные в качестве замены командам семейства AT+CFUN, сообще-

ния PSC (Power saving control, далее PSC) рекомендованы для работы в режимах энергосбережения и выхода из них. Сообщение контроля энергосбережения PSC имеет следующую структуру: байт Type поля информации управляющего канала для команд PSC представлен в таблице 12; бит C/R показывает, является

последовательность командой или ответом.

В байте длины Length могут быть нули (не используются байты типа Value) или единицы (один байт типа Value). Согласно стандарту GSM 07.10, сообщение PSC не поддерживает использование байта Value. Возможность использования байта Value была осуществлена фирмой Siemens, чтобы увеличить гибкость контроля. Сообщение PSC без байта Value (Length = 0) переключает модуль в режим SLEEP, подобно команде AT + CFUN = 0.

Байт Value (см. таблицу 13) используется для кодирования команд энергосбережения; в текущей версии используются только первые четыре бита этого байта.

В таблице 14 показано соответствие между битами байта Value и кодируемыми AT-командами. Применение байта Value также позволяет проверять успешность выполнения команд модулем. В таблице 15 показаны значения информационных бит байта Value в ответном сообщении от модуля при успешном или неуспешном выполнении команды.

Команды, не поддерживающие ответ

Такой ответ (Non-supported command, далее NSC) посылается всякий раз, когда тип команды не поддерживается принимающей стороной. Содержание байтов Type и Value показано в таблицах 16 и 17 соответственно. Бит C/R указывает направление – команда или ответ.

Версии мультиплексного протокола

В настоящее время существует три версии мультиплексного протокола. Различия между ними незначительны и касаются в основном сигналов управления потоком (см. таблицу 10) [1]. Чтобы модуль или терминал (обобщающий термин Mobile Station, далее MS) и программа на ПК или МК (обобщающий термин Terminal Equipment, далее TE) могли согласовать применяемые версии мультиплексного протокола, существует процедура согласования версий.

В случае отсутствия необходимости применять версии протокола 2 или 3, разработчик может просто не реализовывать процедуру согласова-

ния версий; в этом случае модуль автоматически будет использовать первую версию мультиплексного протокола. Согласование версий происходит путём обмена сообщениями с номерами версий в пакетах типа UIN по служебному каналу (DLCI = 0) сразу после установки требуемого количества виртуальных каналов. Ниже перечислены возможные варианты взаимодействия между управляющей программой и модулем.

Вариант 1. Версия протокола в программе не поддерживает согласование версий. В этом случае не происходит никаких действий по согласованию версий, т.к. инициатива по согласованию версий исходит со стороны управляющей программы (см. рис. 1).

Вариант 2. Версия протокола в модуле не поддерживает согласование версий. Программа посылает тестовую команду с версией поддерживаемого протокола, но модуль воспринимает её просто как тестовую команду проверки связи и присылает в ответ сообщение с таким же содержанием (см. рис. 2).

Вариант 3. Версии протокола программы и модуля поддерживают согласование версий. В этом случае модуль после ответа на команду главной программы посылает тестовую команду с поддерживаемой версией протокола; программа отвечает сообщением с тем же заполнением, после этого обе стороны сравнивают версии и выбирают старшую (см. рис. 3 и 4).

В качестве примера рассмотрим заполнение пакета (см. таблицу 18) с тестовой командой, который отправляет программа (пакет-запрос), поддерживающая вторую версию протокола.

Поле информации состоит из трёх частей:

- версия IEI (Information Element Identifier). IEI – идентификатор, несущий информацию о принадлежности данного послания к TE или к MS. Кодировка IEI показана в таблице 19;
- набор символов TEMUXVERSION или MSMUXVERSION, посылаемых в кодировке ASCII;
- номер версии от 0 до 999. Если для обозначения версии хватает одного или двух байтов, оставшиеся байты должны быть заполнены нулевыми значениями (см. таблицу 19), но

Таблица 15. Значения первых 4 бит байта Value (Length = 1) в ответах

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Описание
0	0	0	0	Неудача
1	0	0	0	Успех

Таблица 16. Байт Type для ответа NSC

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
1	C/R	0	0	1	0	0	0

Таблица 17. Байт Value для ответа NSC

Бит 1	Бит 2	Бит 3	Бит 4	Бит 5	Бит 6	Бит 7	Бит 8
EA	C/R	Тип неподдерживаемой команды					

Таблица 18. Пример заполнения пакета с тестовой командой

Значение (ASCII 16)	Комментарии
F9	START Flag
03	Поле адреса DLCI = 0, C/R = 0, EA = 0
EF	Поле типа кадра UIN-фрейм, P/F = 0
25	Поле длины LENGTH = 18, EA = 1
23	Тестовая команда, C/R = 1, EA = 1
21	Length = 16, EA = 1
04	TEMUX_VERSION
54	T
45	E
4D	M
55	U
58	X
56	V
45	E
52	R
53	S
49	I
4F	O
4E	N
32	Номер версии (32 = 2 по ASCII 16)
00	
00	
XX	FCS (заполняется на основе расчёта)
F9	END Flag

Поле информации фрейма
Все поля фрейма

Таблица 19. Кодировка IEI

Код IEI								Значение IEI
8	7	6	5	4	3	2	1	
0	0	0	0	0	1	0	0	TEMUX_VERSION
0	0	0	0	1	0	0	0	MSMUX_VERSION
Другие значения								Зарезервированы для будущего использования

при просмотре данных, посылаемых по последовательному порту между ПК, на котором использовался драйвер WinMux2k, и терминалом Siemens TC65, выяснилось, что вместо символов нуля «00» ис-

пользуются символы пробела «20» (ASCII 16).

ЛИТЕРАТУРА

1. Multiplexer User's Guide (DocID: Mux_guide_v07). P. 36.

Особенности отладки программ для микроконтроллеров семейства 8051 в среде Keil uVision

Андрей Сошкин, Владимир Трубчанинов (Москва)

В статье рассматриваются специальные приёмы отладки программ для микроконтроллеров 8051. На примерах рассмотрена программная имитация внешних воздействий.

Среда Keil – пожалуй, лучшая среда разработки для процессоров с архитектурой 8051. Это касается не только чистоты генерируемого кода, продуманности пользовательского интерфейса, удобства подключения сторонних программ, но и, самое главное, развитых механизмов отладки и эмуляции процессоров различных производителей и с различной периферией.

В дополнение к обычным возможностям отладчика, таким как установка контрольных точек, пошаговое выполнение и просмотр текущего значения оперативной памяти и регистров, отладчик позволяет имитировать различные внешние воздействия, а также обладает возможностью написания собственных процедур и функций имитации внешних воздействий на языке Си.

В статье последовательно освещены следующие вопросы:

- обзор общих возможностей отладчика;
- варианты использования контрольных точек;
- имитация внешних воздействий на отлаживаемую программу;
- организация собственных процедур и функций имитации.

Для обеспечения скорейшего практического применения дополнительных возможностей отладки в интегрированной среде Keil рассматриваются несложные программы на языке Си.

Чтобы запустить режим отладки в среде Keil, необходимо откомпилировать проект и запустить собственно режим отладки одним из трёх способов:





- нажать комбинацию клавиш Ctrl+F5;
- выбрать пункт меню *Debug >> Start\Stop Debug Session*;










- нажать кнопку *Start\Stop Debug Session* на панели инструментов.

ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТЛАДЧИКА

В режиме отладки окно программы примет вид, показанный на рисунке 1. Область 1 соответствует появляющимся кнопкам панели управления отладчиком. Область 2 отображает состояние регистров процессора. Область 3 отображает инструкции процессора на языке ассемблера с привязкой к исходному коду на языке Си или на ассемблере и соответствует специальному окну *Disassembly*. Область 4 соответствует окну истории команд пользователя и сообщений отладчика. Область 5 соответствует окну просмотра состояния переменных программы. Область 6 соответствует строке ввода текстовых команд отладчика.

Для понимания возможностей управления отладчиком рассмотрим кнопки панели управления:

- сброс состояния процессора (*Reset CPU*) ;
- запуск программы на непрерывное выполнение (*Run*) ;
- завершение выполнения программы (*Halt*) ;
- пошаговое выполнение программы (*Step into*) ;
- пошаговое выполнение без входа в вызываемые подпрограммы (*Step over*) ;
- автоматическое выполнение до выхода из подпрограммы (*Step out*) ;
- автоматическое выполнение до выделенной курсором команды (*Run to cursor*) ;
- отобразить текущую позицию счётчика программы ;
- разрешение/запрет режима трассировки .

- отобразить результаты трассировки ;
- вызов окна дизассемблера ;
- вызов окна просмотра переменных и стека ;
- вызов статистики покрытия кода по блокам программы ;
- вызов окна просмотра передачи данных через последовательный порт ;
- вызов окна просмотра области памяти ;
- вызов окна статистики выполнения по блокам программы ;
- вызов окна логического анализатора ;
- вызов панели кнопок пользователя .

Окно регистров (область 2) отображает текущее состояние регистров процессора. Окно просмотра переменных (область 5) организовано в виде четырёх страниц. Страница *Locals* отображает локальные переменные текущей выполняемой подпрограммы (если программа написана на языке Си), две следующие страницы служат для отображения любых переменных, заданных пользователем, последняя страница *Call Stack* отображает последовательность вызова вложенных подпрограмм.

Окно отображения содержимого оперативной памяти позволяет не только просматривать, но и изменять значения отдельных ячеек памяти. Для удобства анализа информации окно содержит четыре страницы. Начальный адрес отображения данных на странице определяется выражением, которое может быть как именем переменной из текста программы, так и числовым значением.

В системе Keil существует определённое правило для ввода и вывода адресных значений: они начинаются префиксом, за которым следует числовое значение адреса. Префиксы адресных значений определяют тип памяти и имеют приведённые в таблице 1 обозначения.

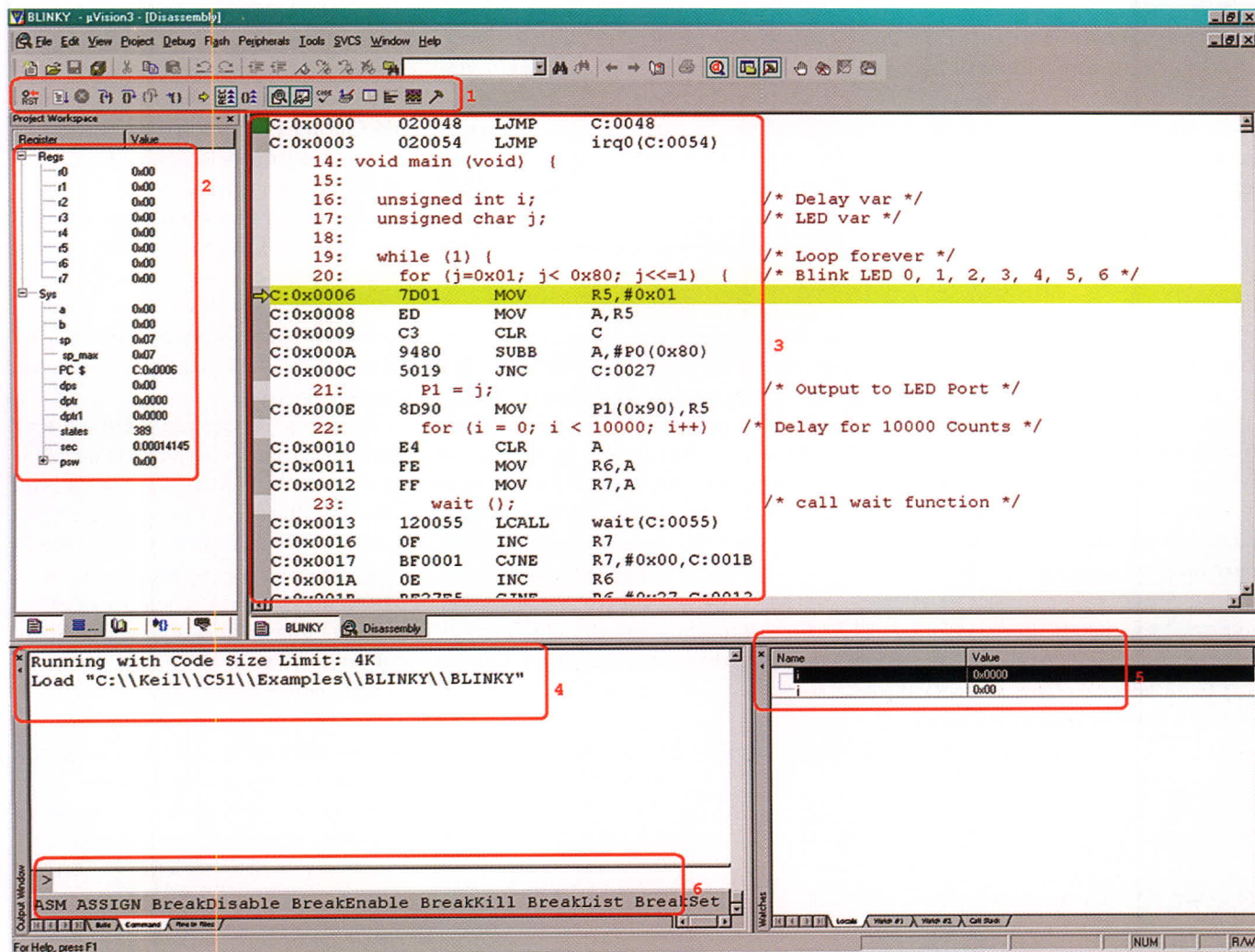


Рис. 1. Окно программы в режиме отладки

Страничная организация окна просмотра позволяет сгруппировать переменные в логически связанные множества и тем самым облегчить визуальное восприятие информации.

Для добавления переменных в окно просмотра существует ряд удобных способов:

- выделить название переменной в исходном тексте, установив курсор рядом с именем, щелчком правой кнопки мыши вызвать контекстное меню, выбрать пункт *Add to Watch window*;
- выбрать одну из страниц отображения переменных, нажать клавишу F2 и ввести символьное название переменной;
- добавить переменную с помощью текстовой команды отладчика.

Формат вывода значений переменных может быть установлен с помощью контекстного меню или текстовой команды отладчика. Удалить переменную из списка просмотра можно нажатием на клавишу Delete.

Следует отметить, что значения, отображаемые окнами просмотра переменных или регистров, актуальны на момент достижения программой активной точки останова. Для отображения актуального содержимого регистров и переменных в процессе выполнения программы следует установить соответствующий режим *Periodic Window Update* в главном меню программы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ОТЛАДКИ ПРОГРАММ

Наиболее часто применяемым приёмом при отладке программы является расстановка точек останова в программе. Отладчик среды Keil под-

держивает развитую логику останова программы, что может значительно ускорить нахождение ошибок.

В первую очередь, точки останова характеризуются типом:

- тип E подразумевает остановку выполнения программы перед началом выполнения процессором инструкции с заданным адресом;
- тип A подразумевает остановку выполнения программы перед доступом (чтение или запись) к оперативной памяти;
- тип C подразумевает остановку выполнения программы при условии истинности какого-либо условного выражения.

Точки останова типа E используются для разделения непрерывного

Таблица 1. Префиксы адресных значений

Префикс	Область	Описание
B:	BIT	Побитно адресуемая внутренняя оперативная память процессора
C:	CODE	Память хранения программы
Bx:	CODE BANK	Банк внешней памяти хранения программы
D:	DATA	Внутренняя оперативная память процессора
I:	IDATA	Косвенно адресуемая внутренняя оперативная память процессора
X:	XDATA	Внешняя оперативная память

выполнения программы на этапы. После остановки программы можно детально проанализировать состояние переменных и регистров процессора. Таким образом, реализуется проверка входных и выходных данных для любого из блоков программы.

После нахождения блока программы с несоответствующими результатами можно повторно запустить выполнение блока в пошаговом режиме, точно определить место в программе, формирующее неправильный результат, и локализовать ошибку.

Другим методом поиска ошибок в программе является определение момента присваивания недопустимого значения переменной. *Точка останова типа C* реализует механизм контроля одной или нескольких переменных и немедленно останавливает выполнение программы при присваивании переменной недопустимых значений.

Программист может детально проанализировать выделенную последовательность команд, приводящую к появлению ошибки.

Следует понимать, что проверка условия осуществляется после выполнения каждой инструкции процессора, что сильно замедляет общее быстродействие системы, поэтому большое количество проверок задавать нецелесообразно.

Точка останова типа A помогает выполнять системную отладку без привязки к коду программы. Дело в том, что в сложных микропроцессорных системах часто реализуются механизмы прямого доступа устройств к оперативной памяти или отображения управляющих регистров устройств в оперативную память процессора. Изменение состояния этих устройств и оперативной памяти может происходить асинхронно с

основным процессом выполнения программы. Точки останова типа A позволяют отслеживать доступ (чтение или запись) к ячейкам оперативной памяти и регистрам процессора и тем самым наблюдать за изменением состояния устройств.

Возможна также ситуация, когда программа производит обработку или пересылку массивов данных, хранящихся в оперативной памяти. Точка останова на доступ к оперативной памяти позволяет отслеживать и такие события.

Одной из сложных (для поиска ошибок) является ситуация некорректного доступа к оперативной памяти, когда хранящиеся в ней данные затираются другими данными, осуществляя перекрытие областей памяти. Отследить момент некорректной записи данных можно с помощью точки останова типа A.

Ещё один схожий класс точек останова – это прерывание по критической ошибке доступа к отсутствующей области оперативной памяти. Причиной такой ситуации часто является ошибка адресной арифметики. Эту ситуацию можно отследить, задав диапазон действующих адресов оперативной памяти, после чего отладчик будет автоматически контролировать правильность адресов обращения к оперативной памяти.

Таблица 2. Команды управления памятью

ASM	Добавить ассемблерные инструкции к тексту программы
DEFINE	Определить символ для использования в языке сценариев отладчика
DISPLAY	Отобразить содержимое памяти
ENTER	Записать число в память
EVALUATE	Вычислить выражение и вывести результат
MAP	Определить параметры доступа для области памяти
UNASSEMBLE	Дизассемблировать код с указанного адреса

Таблица 3. Команды управления выполнением программы

Esc	Остановить выполнение программы
GO	Запустить выполнение программы в автоматическом режиме
PSTEP	Пошаговое выполнение программы без захода в подпрограммы
QSTEP	Автоматически выполнить подпрограмму
ISTEP	Пошаговое выполнение программы
UNASSEMBLE	Дизассемблировать код с указанного адреса

Таблица 4. Команды управления точками останова

BREAKDISABLE	Запретить одну или несколько точек останова
BREAKENABLE	Разрешить одну или несколько точек останова
BREAKKILL	Удалить одну или несколько точек останова
BREAKLIST	Вывести список точек останова
BREAKSET	Добавить точку останова в список
MAP	Определить параметры доступа для области памяти
UNASSEMBLE	Дизассемблировать код с указанного адреса

Таблица 5. Дополнительные команды

ASSIGN	Источник данных для эмулируемого последовательного порта
COVERAGE	Вывести статистику покрытия кода
DEFINE BUTTON	Создать пользовательскую кнопку на панели инструментов
DIR	Вывести список символьных имён
EXIT	Завершить отладку
INCLUDE	Считать и выполнить файл
KILL	Удалить кнопку с панели инструментов
ASSIGN	Источник данных для эмулируемого последовательного порта
COVERAGE	Вывести статистику покрытия кода
DEFINE BUTTON	Создать пользовательскую кнопку на панели инструментов
DIR	Вывести список символьных имён
EXIT	Завершить отладку
INCLUDE	Считать и выполнить файл
KILL	Удалить кнопку с панели инструментов
ASSIGN	Источник данных для эмулируемого последовательного порта

Использование команд отладчика

Кроме кнопок панели управления и команд меню, программист имеет возможность управлять отладчиком и средой выполнения с помощью текстовых команд. Во время ввода текста команды в строку синтаксический генератор отображает под строкой ввода все доступные команды и параметры в качестве подсказки. Рассмотрим команды отладчика подробнее.

Команды управления памятью приведены в таблице 2.

Команды управления выполнением программы приведены в таблице 3.

Команды управления точками останова приведены в таблице 4.

Дополнительные команды приведены в таблице 5.

Вместо ввода полного символьного представления команды иногда достаточно ввести несколько символов, которые в таблице отмечены подчёркиванием. В языке сценариев отладки и командах отладчика можно испол-

зовать имена специализированных внутренних переменных, которые приведены в таблицах 6 и 7.

Имеется возможность интерактивно запрашивать и изменять значения программных переменных и регистров из командной строки. Для вывода значения переменной в окно сообщений достаточно ввести имя переменной. Для изменения значения переменной требуется ввести имя переменной, знак «равно» и значение переменной; как указано в таблице 8.

Панель кнопок пользователя

Очень полезным инструментом в среде Keil является панель кнопок пользователя, создаваемых с помощью команды *Define Button*. На панели кнопок, прежде всего, находится кнопка *Update Windows*, нажатие на которую приводит к обновлению значений во всех окнах просмотра.

Кнопки пользователя добавляются на панель вслед за кнопкой обновления и автоматически нумеруются. Единственное ограничение – название кнопки может содержать только латинские символы.

Для каждой кнопки может быть написан обработчик события на внутреннем языке сценариев, что позволяет программисту управлять процессом эмуляции.

Язык сценариев отладчика

В дальнейшем обзоре возможностей среды будем использовать простейшую программу, написанную на языке Си:

```
#include <REG51F.H>
void wait (void) { /* подпрограмма задержки
; используется для формирования
небольших
задержек за счет вызова функции */
}
void main (void) {
unsigned int i; /* счетчик интервала задержки */
unsigned char j; /* текущее значение светящегося индикатора выводимое в порт */
while (1) { /* основной цикл выполнения программы */
for (j=0x01; j< 0x80; j<=1) { /* Сдвиг позиции с установленным в единицу битом по позициям в байте с 0 по 6 */
P1 = j; /* Вывод сформированного байта в порт */

```

```
for (i = 0; i < 10000; i++) /*
Задержка на 10000 приращений
счетчика */
wait (); /* Вызов функции задержки*/
}
for (j=0x80; j> 0x01; j>>=1) { /*
Сдвиг позиции с установленным
в единицу битом по позициям в
байте с 6 до 0*/
P1 = j; /* Вывод сформированного
байта в порт */
for (i = 0; i < 10000; i++) /*
Задержка на 10000 приращений
счетчика */
wait (); /* Вызов функции заде-
ржки */
}
}
}
```

Приведённая программа управления выводами процессора периодически изменяет состояние порта вывода P1 с фиксированными задержками. Файл проекта этой программы *blink.uw3* входит в состав примеров, поставляемых со средой Keil, и хранится в папке *Examples\BLINKY* в каталоге установки среды.

Рассмотрим более подробно язык сценариев отладчика. Операторы и синтаксис языка сценариев полностью соответствует языку Си, но имеются следующие отличия:

- в языке сценариев прописные и строчные символы не различаются;
- существуют ограничения по работе с указателями и адресной арифметикой;

- язык сценариев не может использоваться для вызова процедур и функций отлаживаемой программы;
- язык сценариев не поддерживает определение структур.

Язык сценариев позволяет программисту определить поведение внешних устройств и реализовать механизмы их взаимодействия с отлаживаемой программой. Код сценариев оформляется в виде подпрограмм, которые могут вызываться программистом из командной строки или пользовательскими кнопками панели; интересной возможностью является вызов подпрограмм сценариев в качестве обработчиков точек останова.

Исходный текст подпрограмм хранится в одном или нескольких файлах, которые подключаются к проекту автоматически при запуске режима отладки или могут быть загружены в ходе отладки из командной строки.

Для автоматического подключения файла с подпрограммами сценариев в свойствах проекта следует записать название файла в строке *Initialization File* на странице *Debug* настроек проекта.

Рассмотрим возможности применения процедур сценариев. Первый пример – процедура, выводящая сообщение о состоянии нулевого бита порта ввода-вывода:

```
func void check_p10(void) {
if (PORT1 & 1) /* применяем маску для выделения состояния 0-го бита*/
printf("Индикатор вкл!\n"); /*

```

Таблица 6. Общие встроенные переменные

\$	Счётчик команд
break	Признак останова выполнения программы
iip	Номер обрабатываемого прерывания
states	Счётчик выполненных процессором инструкций
itrace	Признак записи файла трассировки
radix	Основание системы счисления 10 или 16

Таблица 7. Переменные эмуляции аппаратуры процессора

AINx	Выводы аналогового входа АЦП
CLOCK	Тактовая частота работы процессора
PORTx	Порт ввода/вывода общего назначения
SxIN	Буфер для ввода данных в последовательный порт
SxOUT	Буфер для вывода данных из последовательного порта
SxTIME	Признак вычисления временных задержек при последовательной передаче данных
XTAL	Тактовая частота внешнего источника, подключенного к процессору

Таблица 8. Изменение значения переменной

MDH	Вывести значение регистра MDH
R7 = 12	Присвоить регистру R7 значение 12
time.hour	Вывести значение атрибута hour структуры time
time.hour++	Увеличить на 1 значение атрибута hour структуры time
index = 0	Присвоить переменной index значение 0

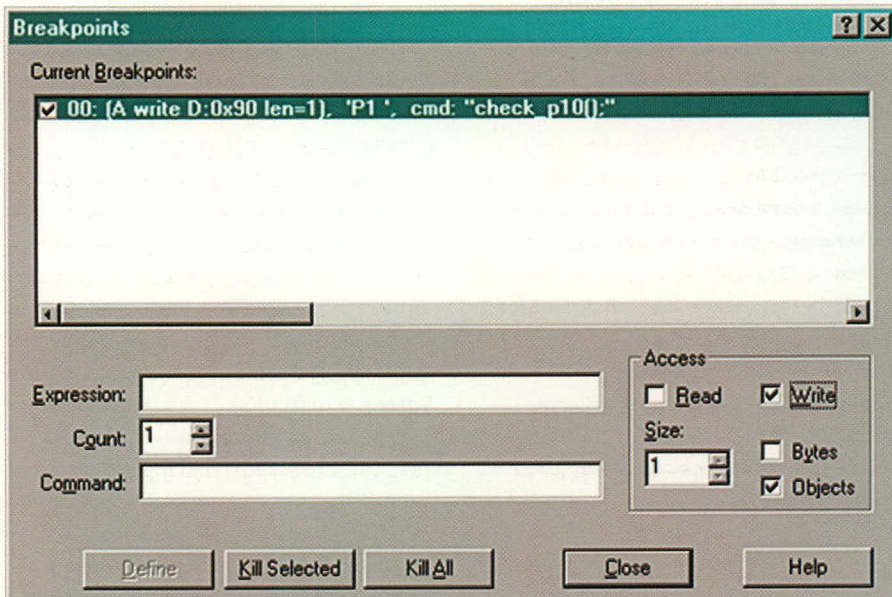


Рис. 2. Окно управления списком точек останова

```
вывод текста в окно сообщений*/
else
printf("Индикатор выкл!\n");
}
/* _ */
```

Текст процедуры набираем в редакторе среды Keil и сохраняем в файле под названием *check.ini* в каталоге текущего проекта.

Обратите внимание, что после процедуры в конце файла содержится текст пустого комментария; это – обязательный элемент, который должен добавляться в конец ini-файла для его правильной компиляции отладчиком (можно ограничиться пустой строкой). Фактически последний синтаксический элемент текста не должен находиться в последней строке файла – такова особенность встроенного компилятора языка сценариев. После сохранения файла открываем проект *blink.uv3*, запускаем отладчик и вводим в командной строке

```
INCLUDE check.ini
```

Отладчик автоматически загрузит указанный файл и проведёт его анализ и трансляцию. Таким образом, процедура *check_p10* становится доступной для вызова. Чтобы «привязать» выпол-

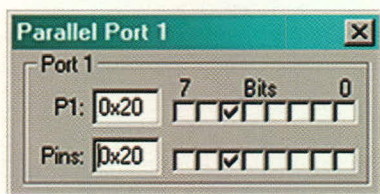


Рис. 3. Окно портов ввода-вывода

нение процедуры к событию изменения состояния порта ввода-вывода, используем точку останова по доступу (тип «A»), вводя следующую команду:

```
BS WRITE P1 , 1 , "check_p10();"
```

Теперь запустим программу на выполнение вводом команды *GO* или с помощью визуальных средств отладчика. В окне сообщений наблюдаем вывод сообщений «Индикатор вкл!» и «Индикатор выкл!». Разумеется, сообщение об установке бита будет встречаться значительно реже сообщения о том, что бит сброшен.

Остановим выполнение программы и, нажав сочетание клавиш *Ctrl+B*, выведем на экран окно управления списком точек останова, показанное на рисунке 2. В этом окне строка *Expression* соответствует условию проверки. Строка *Command* соответствует команде выполнения (работчику точки останова) на языке описания сценариев. Счётчик *Count* указывает, сколько раз должно выполняться условие для вызова обработчика точки останова. В рамке *Access* содержатся условия доступа для соответствующей точки останова.

Попробуем, повторно вызвав окно списка точек останова, ввести в строку *Expression* значение *wait*. Кнопка *Define* станет активной; нажмём на неё и тем самым добавим точку останова типа *E* на вызов процедуры *wait*. Запустим отладчик на непрерывное выполнение программы; через некоторое время выполнение программы остановится на вызове процедуры *wait*.

Теперь кнопкой мыши сбросим «галочки», стоящие слева возле каждой точки останова, – эта возможность позволяет, не удаляя определения точки останова, устанавливая ей неактивное состояние.

Введём в строке *Expression* следующее выражение:

```
PORT1==32
```

Таким образом, мы добавили точку останова типа *C*. Запустим программу на выполнение и убедимся, что отладчик остановит выполнение, когда в порт выведется значение 32.

Сделаем неактивными все точки останова, запустим программу и выберем пункт *Peripherals* главного меню отладчика. Этот пункт меню формируется динамически при запуске отладчика и в точности соответствует описанию процессора из настроек проекта. По умолчанию в проекте используется стандартный процессор Intel C80C51F.

Для этого процессора определена следующая периферия: контроллер прерываний (*Interrupt*), порты ввода-вывода (*I/O Ports*), последовательный порт ввода-вывода (*Serial*), таймеры (*Timer*). Выбор каждого пункта меню приводит к отображению соответствующего окна с регистрами и элементами управления.

Можно открыть окно отображения портов ввода-вывода и просмотреть состояние используемого порта 1 в процессе выполнения программы. Изображение этого окна приведено на рисунке 3.

Визуализация цифровых сигналов

Отладчик Keil обладает мощным средством визуализации цифровых сигналов – логическим анализатором (*Logic Analyzer*). Средства логического анализатора позволяют полностью контролировать и документировать обмен процессора с периферией, во многом заменяя аппаратную платформу. В целом логический анализатор аналогичен подобным инструментам, присутствующим в средах разработки ПЛИС, и имеет сходное назначение – максимально полное тестирование функционирования микросхемы.

Вызов логического анализатора осуществляется с помощью кнопки меню управления. В появившееся пустое окно анализатора можно добавлять отображение состояния как регистров, так

и отдельных выводов. Добавлять в окно анализатора новые сигналы можно с помощью визуальных средств и с помощью команды *LA* отладчика:

```
LA PORT1
LA PORT&1
LA PORT&2
LA PORT&4
LA PORT&8
LA PORT&16
LA PORT&32
LA PORT&64
```

Затем в окне логического анализатора нажимаем кнопку *Setup* или выбираем пункт основного меню *Debug > Logic Analyzer*. Появляется окно редактирования отображения сигналов, показанное на рисунке 4. В окне можно настроить особенности отображения временного графика сигнала. В частности, для порта 1 настроим максимальное значение (строка *Max Value*) 0x81 (129). Для остальных сигналов установим тип (строка *Display Type*) битовый.

Теперь запустим программу на выполнение, затем остановим через несколько секунд и нажмём кнопку *All* справа вверху окна. Результат показан на рисунке 5. Обратите внимание на кнопки управления масштабом (*Zoom*), находящиеся справа вверху окна. Эти кнопки позволяют выбрать степень детализации по времени. Ещё одна особенность окна – линия среза времени; на рисунке 5 она установлена в крайнем правом положении, с отметками значений сигналов, установившихся синхронно в выбранный момент времени.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭМУЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

Эмуляцию входных сигналов производят с помощью процедуры, имеющей в определении ключевое слово *signal*. Сгенерируем для примера на входе 2 порта 3 сигнал прямоугольной формы; заметим, что этот же вывод процессора используется для генерации прерывания *IRQ0*:

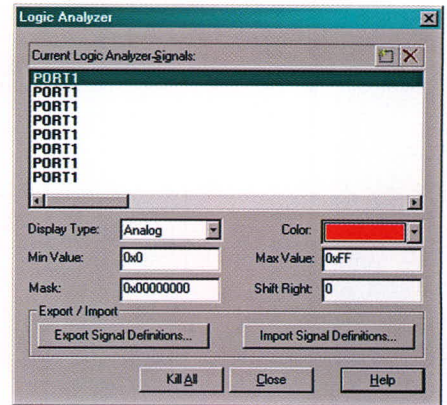


Рис. 4. Окно редактирования отображения сигналов

```
signal void irq0 (void){
while(1){
PORT3 |= 4; /* установим бит 2 */
PORT3 &= ~4; /* сбросим бит 2 */
twatch(CLOCK/4); / задержка на
1/4 секунды */
PORT3 |= 4; /* установим бит 2 */
twatch(CLOCK); /* задержка на 1
секунду*/
}
```

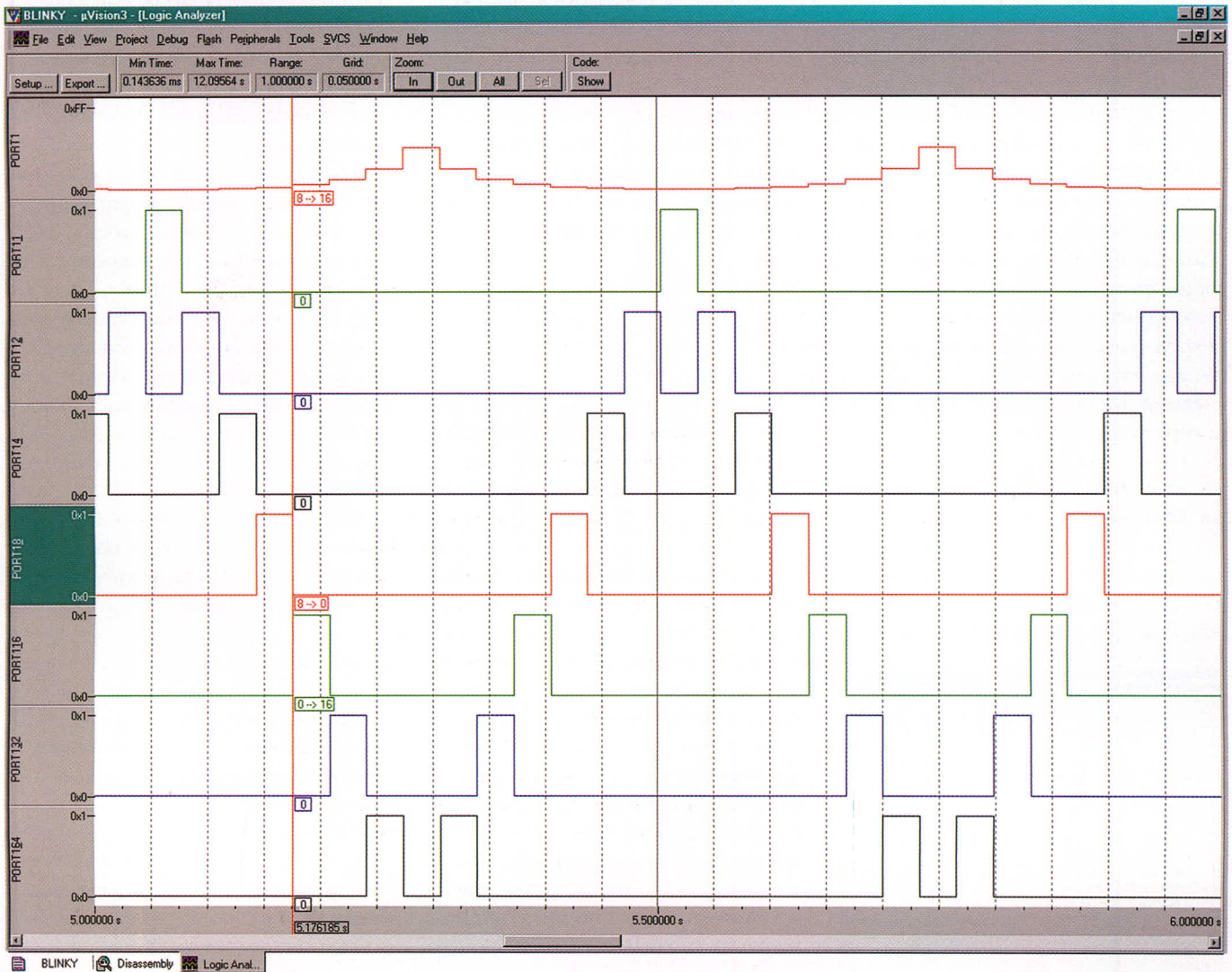


Рис. 5. Временной график сигнала

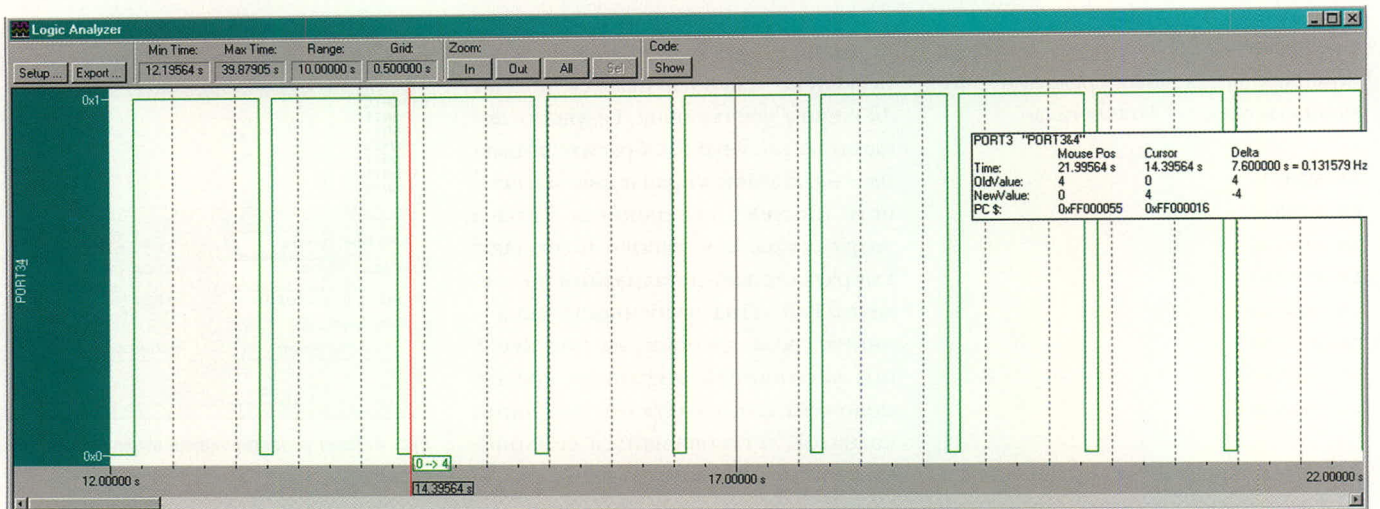


Рис. 6. Сгенерированный на выводе порта сигнал

```
}
/* */
```

Текст процедуры набираем в редакторе среды Keil и сохраняем в файле под именем *irq0.ini* в каталоге текущего проекта. Особенности процедуры:

- определение сигнальной процедуры ключевым словом *signal*;
- для формирования задержек используется встроенная функция *twatch*, которая может применяться только в сигнальных процедурах.

Функция *twatch* формирует задержки на заданное число тактов процессора; аргумент функции – целое число. В языке сценариев также имеется удобная процедура *swatch*, которая формирует задержки в секундах; аргумент функции – вещественное число, что позволяет устанавливать задержки менее одной секунды.

Настроим окно логического анализатора при помощи команд:

```
LA KILL *
LA PORT3&4
```

После сохранения файла открываем проект *blinku.uw3*, запускаем отладчик и вводим в командной строке:

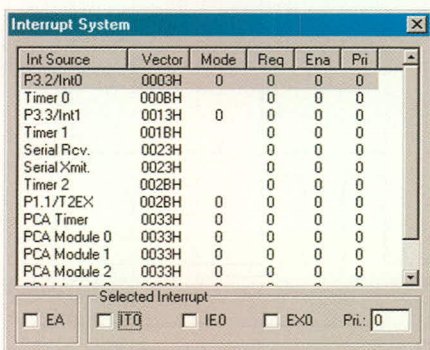


Рис. 7. Главное меню *Peripherals > Interrupt*

```
INCLUDE irq0.ini
irq0()
```

Таким образом, мы не только определили и загрузили в отладчик процедуру внешней генерации сигнала, но и запустили её на выполнение второй строкой.

Запускаем программу на выполнение и в окне логического анализатора видим сгенерированный на выводе 2 порта 3 прямоугольный сигнал, показанный на рисунке 6.

Остановим программу и выйдем из режима отладчика. Перед определением функции *wait* введём в программу простейший обработчик прерываний:

```
void irq0 (void) interrupt 0 {
;
}
```

Скомпилируем проект и установим точку останова на обработчике прерывания:

```
BS irq0
```

Запускаем программу в отладчике и устанавливаем генерацию сигнала, как описано выше. Откроем окно отображения состояния прерываний – главное меню *Peripherals > Interrupt*, как показано на рисунке 7.

Обратим внимание на периодическое мелькание «галочки» на индикаторе *IE0* и периодическое появление «1» в столбце *Req* и в строке *P3.2/Int0* таблицы. Чтобы наш обработчик сработал, вспомним про правила разрешения и маскировки прерываний и установим «галочку» сначала в индикаторе *EX0*, затем в индикаторе *EA*. Прерывание должно сработать, и выполнение про-

граммы остановится на обработчике прерывания. Отметим также продемонстрированную выше возможность изменения флагов установки, маскирования и разрешения прерываний.

Рассмотрим теперь применение отладчика для эмуляции последовательного порта ввода-вывода. Здесь, конечно, разработчики среды несколько упростили задачу и не привязали состояние соответствующих выводов процессора к выводам последовательного порта: ввод и вывод осуществляется через переменные *SIN* и *SOUT* или *SxIN* и *SxOUT*, если портов несколько, где символ *x* означает номер порта.

При написании программы работы с последовательными портами следует учитывать, что библиотечные функции ввода-вывода строк и символов в языке Си реализованы для обмена информацией через последовательный порт. Впрочем, настройка и включение последовательного порта остаётся целиком за пользовательской программой.

Для дальнейшей отладки будем использовать демонстрационную программу на языке Си, выводящую сообщение *Hello World!*:

```
#include <REG51F.H>

#include <REG52.H>
#include <stdio.h> /* использование стандартных подпрограмм ввода/вывода*/
void main (void) {
/*****
/* Настройка последовательного порта*/
/*****
SCON = 0x50; /* режим - 1, данные 8 бит, приёмник включен */
```

```

TMOD |= 0x20; /* установить 2-й
режим работы таймера 1
(8-битный счетчик с автоматичес-
кой перезагрузкой) */
TH1 = 221; /* значение счётчика
таймера 1,
для скорости 1200 бод при частоте
тактирования 16 Гц */
TR1 = 1; /* включить таймер 1 */
TI = 1; /* установка флага TI
для активизации вывода данных */
while (1) {
P1 ^= 0x01; /* формирование пря-
моугольных импульсов
на выводе 1 порта 1 */
printf ("Hello World!\n"); /*
Вывести сообщение
в последовательный порт */
}
}

```

Файл проекта этой программы *hello.uv3* входит в состав примеров, поставляемых со средой Keil, и хранится в папке *Examples\HELLO* в каталоге установки среды.

Напишем простейшую процедуру сценария, которая понадобится нам в дальнейшем:

```

func void uart (void){
SIN = 'A';
}
/* */

```

Текст процедуры набираем в редакторе среды Keil и сохраняем в файле под именем *uart.ini* в каталоге текущего проекта. Скомпилируем программу, запустим режим отладчика и затем запустим программу на выполнение.

Если открыть окно вывода данных, передающихся через последовательный порт, то можно увидеть результаты работы программы в виде постоянно появляющихся строк сообщения. Введём следующие команды, чтобы добавить сигналы для просмотра в логическом анализаторе:

```

LA SOUT
LA (PORT1 & 0x1) >> 0

```

В окне логического анализатора настроим отображение сигналов:

- для сигнала *PORT1* установим максимальное значение отображения равным 1;

- для сигнала *SOUT* установим максимальное значение отображения равным 128.

В результате получим примерно следующие графики сигналов (см. рисунок 8). Таким образом, мы реализовали программу постоянного вывода данных через последовательный порт.

Добавим в нашу программу после команды вывода строки (в тело цикла) строку:

```
getchar();
```

Таким образом, мы изменили логику работы программы: после вывода строки символов программа ожидает ввод любого символа. После ввода символа выполняется основной цикл программы, и программа опять переходит в режим ожидания.

Добавим и настроим в окне анализатора (аналогично *SOUT*) сигнал *SIN*. Теперь выйдем из режима отладчика, скомпилируем проект и снова запустим выполнение программы в отладчике. После вывода сообщения программа ожидает ввода символа; введём

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ»

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЕ



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»



ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ» ПРИГЛАШАЕТ К СОТРУДНИЧЕСТВУ И ОСУЩЕСТВЛЯЕТ:

поставку

электронных компонентов в качестве второго поставщика (номенклатура порядка 400 тыс. наименований более 60 зарубежных производителей) при сотрудничестве с группой компаний ПРОСОФТ

производство

промышленных и встраиваемых компьютеров (в форматах Compact PCI, VME, EPIC, 3,5", PC/104, MicroPC, AT96, PICMG, Mini-ITX, ATX), плат для монтажа на DIN-рейку, а также каркасов, шлейфов, кабелей и аксессуаров, предназначенных для работы в жестких условиях эксплуатации с военной приёмкой

разработку

программных и аппаратных средств по техническому заданию заказчика под контролем военного представительства

контрактную сборку

изделий по конструкторской документации заказчика, включая поставку печатных плат, поверхностный монтаж и тестирование электронных модулей, изготовление механических деталей корпусов и передних панелей под контролем военного представительства

Производственное высокоавтоматизированное оборудование для поверхностного монтажа электронных модулей ЗАО «НПФ «Доломант» соответствует уровню требований мировых производителей. Оборудование адаптировано к использованию бессвинцовой технологии, позволяет производить автоматическую разбраковку и рентгеновский контроль качества пайки.

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ»

имеет лицензии на разработку и производство электронных средств для вооружения и военной техники и атомных электростанций, свидетельство об аттестации второго поставщика, а также систему менеджмента качества, сертифицированную в системе «Военный регистр» на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ РВ 15.002.

117437, Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
Тел./факс: (495) 232-20-33
E-mail: info@dolomant.ru
Web: www.dolomant.ru

Реклама



Рис. 8. График для сигналов PORT1 и SOUT

символ (например, нажав клавишу Enter); программа выдаст очередное сообщение и перейдёт в режим ожидания. Остановим программу.

Графики сигналов в логическом анализаторе примут вид (при достаточно большом увеличении), показанный на рисунке 9. Обратите внимание, что заголовок одного из сигналов, отображающихся в левой части окна, выделен цветом, поскольку к его изменениям привязана линия среза времени. Выделение сигнала производится щелчком мыши по его заголовку. Линия среза перемещается по графику под управлением клавиш «стрелка влево» и «стрелка вправо», при этом перемещение линии среза происходит скачкообразно от одного изменения состояния сигнала до другого. Такое управление достаточно удобно использовать для точного позиционирования линии среза.

Рассмотрим подробно изменения сигналов на графиках. Цифрой 1 обозначен момент ввода символа пользователем. Программа переходит из режима ожидания к активному функционированию и дублирует введённый символ на линии SOUT (момент времени 2). Далее программа переходит к началу выполняемого цикла и изменяет состояние сигнала PORT1 на противоположное значение (момент времени 3). Затем следует подготовка данных функцией printf и выдача самих данных (момент времени 4).

Можно заметить неточность в длительности отображения состояния входного сигнала SIN: создаётся впечатление, что скорость ввода данных через последовательный порт значительно больше скорости вывода, хотя скорости должны совпадать.

В процессе выполнения программы наберём в командной строке:

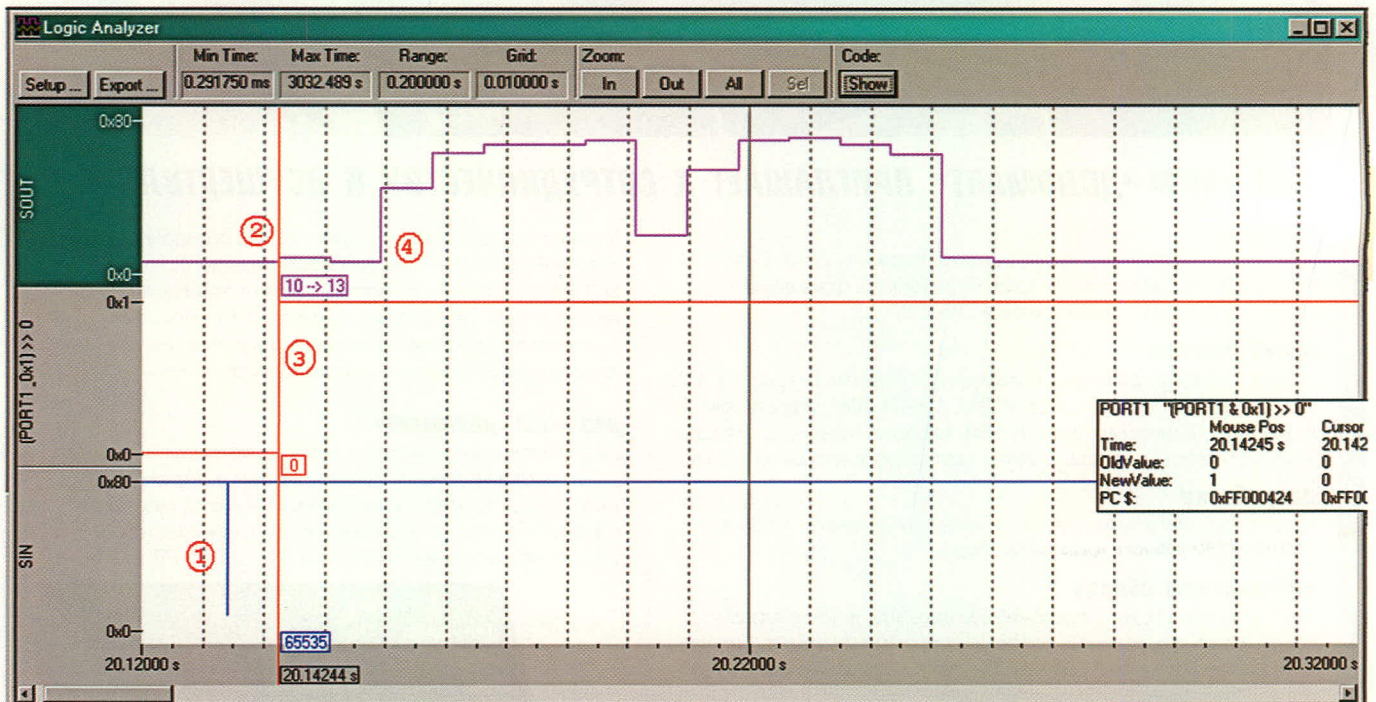


Рис. 9. Графики сигналов в логическом анализаторе

SIN = 'Q'

В результате символ 'Q' будет обработан программой, аналогично символам, вводимым в окне Serial #1. Введём следующие команды:

```
INCLUDE uart.ini
DEFINE BUTTON "Uart_in",
"uart_in();"

```

Теперь вызовем панель кнопок пользователя и убедимся в наличии нашей кнопки с именем Uart_in, как показано на рисунке 10. Нажатие на кнопку вызовет обработчик нажатия (процедура uart_in()), который, в свою очередь, введёт очередной символ в последовательный порт.

Рассмотрим ещё одну интересную возможность языка сценариев, для этого добавим в код программы объявление переменной:

```
unsigned int val;
```

Вместо вызова функции getch в конце программы вставим строку:

```
printf("Введённое значение равно %u.\n", val);
```

Создадим в файле сценариев следующую процедуру:

```
signal void on_read (unsigned long adr) {
```

```

unsigned int val;
printf ("Отследить доступ к па-
мяти по адресу 0x%X\n", adr);
while (1) {
rwatch (adr); // ожидаем доступа
к переменной по адресу
val = getint ("Введите целое
значение");
if (0 == val)
break_ = 1; // выходим из бес-
конечного цикла,
останавливая выполнение программы
else {
WRITE (adr, (val>>8)); // пере-
дать в программу
старший байт
WRITE (adr+1, (val&0xff)); //
теперь младший байт
}
}
    
```

Теперь скомпилируем программу, запустим отладчик и введём команды:

```

INCLUDE uart.ini
on_read(&val)
    
```

Запускаем программу. На экране появляется модальное окно для ввода

целых значений. Ввод значений мож- но осуществлять как в десятичной, так и в шестнадцатеричной системе счисления. После ввода значения бу- дет выполнен основной цикл про- граммы, и в окне *Serial #* появятся со- ответствующие сообщения. Для прек- ращения вывода модального окна достаточно ввести нулевое или пус- тое значение.

Рассмотрим подробно механизм работы процедуры сценария. Прежде всего, отметим использование про- цедуры *rwatch*, которая принимает адрес на область памяти или регистр и ожидает, пока отлаживаемая про- грамма не обратится за значением, со- держащимся по этому адресу. Меха- низм работы сценария напоминает работу точки останова типа А, но от- личается возможностью произвести автоматическое вычисление запра- шиваемого значения.

В нашем случае вычисление значе- ния сводится к отображению стандарт- ного диалогового окна запроса, что са- мо по себе является полезной возмож- ностью языка сценариев. Неудобство заключается в том, что диалоговое окно

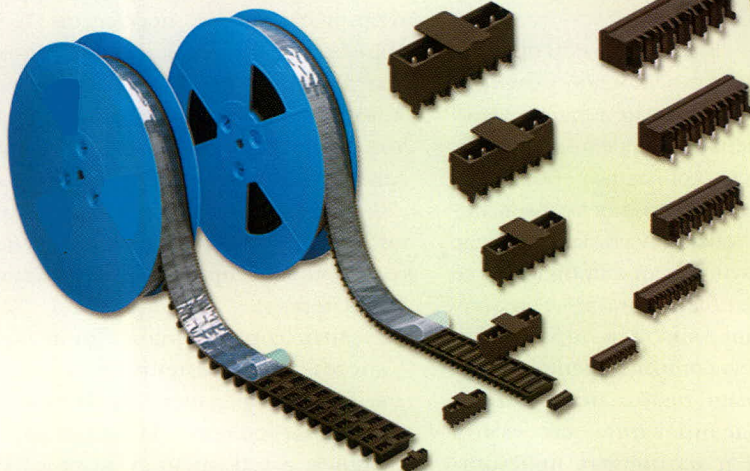


Рис. 10. Дополнительная кнопка

выводится в модальном режиме и бло- кирует все возможности управления программой, поэтому в коде процеду- ры сценария предусмотрена возмож- ность остановки выполнения програм- мы путём установки встроенной пере-менной *break_* в единичное значение. Установка переменной *break_* в нену- левое значение в процедуре сценариев или их командной строке приводит к немедленной остановке выполнения отлаживаемой программы.

Таким образом, мы рассмотрели наиболее интересные и полезные для практического использования воз- можности отладчика среды разработ- ки Keil. Надеемся, что данная статья окажет действенную помощь в ис- пользовании неочевидных возмож- ностей, предоставляемых отладчи- ком Keil uVision. ©

Клеммы и соединители для печатных плат



К монтажу
ГОТОВЫ!

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ WAGO В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

PROSOFT®

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

Применение эргодической гипотезы для измерения параметров и обработки результатов измерений в инфракрасной (ИК) области спектра

Григорий Зеленов (Московская обл.)

В статье показано, что для обработки сигналов с матриц, а также измерения их параметров можно использовать эргодическую гипотезу. Описывается проект экспериментальной установки для измерения параметров матриц в ИК-диапазоне.

ВВЕДЕНИЕ

Одиночные и матричные приёмники электромагнитных излучений являются одной из составляющих систем технического зрения, которые могут быть разработаны для различных диапазонов – сверхвысокочастотного (СВЧ), крайне высокочастотного (КВЧ), инфракрасного (ИК) и видимого света. Такие приёмники могут иметь необходимые чувствительность, минимально-разрешимый сигнал и другие параметры, позволяющие выполнять возложенные на них задачи.

Матричные приёмники для роботов, в том числе обладающих искусственным интеллектом, как правило, являются аналогом сетчатки глаза человека. Известно, что сигнал с сетчатки глаза человека поступает в мозг и там обрабатывается для получения изображения. В настоящей статье описывается применение эргодической гипотезы для измерения параметров матриц, которые могут быть использованы в системе технического зрения робота.

Прежде чем использовать матрицу в качестве чувствительного элемента системы технического зрения, необходимо определить, является ли матрица пригодной для этого. С этой целью производятся измерения параметров матрицы. Поскольку автор не имеет доступа к измерительным приборам, для получения данных, подтверждающих возможность применения эргодической гипотезы при измерениях параметров матриц, в настоящей статье используется моде-

лирование матриц и условий измерения. Для этого на основе имеющихся данных о материалах и с учётом физических явлений была разработана модель болометрической матрицы.

Измерение параметров матриц с использованием эргодической гипотезы является не единственным применением этой гипотезы, поэтому в статье введены основные определения, которые поясняют применение эргодической гипотезы при измерениях параметров матриц и обнаружении и идентификации различных сигналов и объектов. Идея применения эргодической гипотезы для измерения параметров матриц и обработки видеосигналов с целью обнаружения и построения изображений была предложена автором в 2004 г. и оформлена в виде заявки на изобретение [1].

Начавшийся XXI в. по всем прогнозам должен стать веком робототехники. Уже сейчас многие ведущие компании, в первую очередь японские, демонстрируют образцы роботов, которые учатся ходить, как человек, видеть, как человек, думать, как человек. При конструировании, производстве и исследованиях одиночных и матричных приёмников, которые являются составляющими зрения роботов, возникает необходимость проводить моделирование как самих одиночных и матричных приёмников, так и процессов измерения их параметров.

Для матриц и одиночных приёмников таких параметров может быть несколько, в зависимости от того, что

нужно потребителю. Основными параметрами для одиночных и матричных приёмников являются:

- однородность структуры входящих в них элементов (для одиночного приёмника это однородность элементарных площадок, для матриц – однородность элементарных чувствительных элементов матрицы (ЧЭ) или пикселей);
- чувствительность;
- минимальный разрешимый сигнал (МРС) или сигнал, эквивалентный шуму (СЭШ).

ПРИМЕНЕНИЕ ЭРГОДИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Прежде чем перейти к описанию применения эргодической гипотезы для обработки результатов эксперимента, необходимо определить используемые понятия.

Эргодическая гипотеза вводится в статистической физике для систем, обладающих большим числом одинаковых подсистем, которые находятся в стационарном состоянии, и в теории случайных процессов [7, 9, 10]. Её содержание заключается в том, что для больших систем, которые можно разбить на большое число малых подсистем, «средние по времени равны средним статистическим».

В пределе, чтобы определить стационарное состояние большой системы, можно провести измерение двумя путями:

- следить за состоянием одной подсистемы во времени (проводить выборки или измерения в разные моменты времени), затем суммированием и усреднением этих выборок и суммированием по всем подсистемам определить состояние всей системы;
- определить состояние каждой подсистемы (сделать по одной выбор-

ке в один или разные моменты времени), затем просуммировать эти состояния по всем подсистемам, чтобы получить состояние всей системы.

Эргодическая гипотеза утверждает, что для большой системы, находящейся в стационарном равновесии или близком к нему, не важно, первым или вторым путём вычисляется статистический параметр большой системы.

Проводя измерения параметров ИК-матриц, автор предложил в целях ускорения вычислений при измерениях параметров матриц и обработке видеосигналов применить эргодическую гипотезу. Ускоренная обработка актуальна при работе с видеосигналами с матриц в реальном времени. Возможность применения этой гипотезы к измерению одиночных и матричных приёмников следовала из того, что матрицу, состоящую, например, из 320×240 пикселей, можно рассматривать как большую систему, состоящую из одинаковых подсистем пикселей меньшей размерности. Состояние каждого пикселя в этом случае определяется его откликом в некоторый момент времени.

Вследствие предполагаемой однородности пикселей и методов измерения их откликов, последние считаются одинаковыми в разные моменты времени, если соответствующие пиксели находятся в одинаковых условиях по отношению к падающему на них излучению.

Чтобы формализовать применение эргодической гипотезы к измерению параметров матриц, введём понятие матрицы как совокупности чувствительных элементов, определённым образом размещённых и закреплённых на некоторой поверхности и обладающих откликом (в виде электрического напряжения или тока) на падающее электромагнитное излучение. Эта совокупность имеет систему считывания, которая производит цифровые или аналоговые выборки с каждого пикселя и организует их передачу по каналам связи на устройства для визуализации откликов или последующей их обработки.

Как правило, чувствительные элементы матрицы располагаются на плоской поверхности в узлах через $a \times b$, где a – расстояние между узлами по горизонтали, b – расстояние меж-

ду узлами по вертикали на сетке размерностью $I \text{Max} \times J \text{Max}$, где $I \text{Max}$ – число пикселей в одной строке, а $J \text{Max}$ – число строк в матрице.

Под состоянием матрицы будем понимать значения откликов с каждого пикселя матрицы на сигнал $W(x, y, z)$ в виде, полученном к моменту времени t выполненного измерения, оцифрованных и сохранённых в памяти для дальнейшей обработки с помощью устройства выборки и хранения, плюс вектор параметров. Таким образом, состояние матрицы является объединением множества откликов пикселей матрицы $\{A_{ij}\}$ и вектора параметров $\{t, f, P_1, P_2, \dots, P_k\}$. Здесь $\{A_{ij}\}$ – отклики с матрицы на излучение объекта, находящегося в плоскости предметов оптической системы матрицы, t – момент времени, к которому было произведено измерение и оцифровка всех измеренных значений откликов с пикселей, f – частота, с которой производились измерения откликов пикселей при переходе от одного пикселя к другому, P_1, P_2, \dots, P_k – параметры, характеризующие условия, в которых находилась матрица при измерении.

Например, $P_1 = T_{\text{подл}}$, $P_2 = T_{\text{ачт}}$, $P_3 = U_1$ и т.д., где $T_{\text{подл}} = 20^\circ\text{C}$ – температура подложки матрицы, $T_{\text{ачт}} = 30^\circ\text{C}$ – температура АЧТ, зафиксированная датчиком температуры, $U_1 = 15 \text{ В}$ – напряжение, которое подаётся на матрицу и т.д. В векторе параметров должны быть указаны все измеримые параметры, влияющие на отклики пикселей $\{A_{ij}\}$ матрицы. Например, если состояние матрицы было изменено в составе оптической системы, то в качестве элементов вектора параметров необходимо указать фокусное расстояние оптической системы, расстояние до предмета и др.

Два состояния матрицы будем считать равными в различные моменты времени t_1 и t_2 , если одновременно совпадают как локальные, так и глобальные статистические средние значения откликов пикселей матрицы $\{A_{ij}\}$ при одинаковом векторе параметров $\{t, f, P_1, P_2, \dots, P_k\}$. Под локальными средними статистическими значениями откликов понимаются средние статистические значения, вычисленные по подмножествам, на которые топологически связным образом можно разбить всё множество $\{A_{ij}\}$, а под глобальными средними значениями понимаются средние,

измеренные и вычисленные значения по всему множеству $\{A_{ij}\}$.

Под частичным состоянием матрицы понимается любая выборка, организованная из множества откликов $\{A_{ij}\}$ с вектором параметров $\{t, f, P_1, P_2, \dots, P_k\}$.

На множестве состояний и/или частичных состояний матрицы можно определить различные функции одной или несколько переменных. В качестве аргументов функции выступают состояния матрицы, причём все эти функции являются параметрическими. Значением функции может быть число или матрица. От значения функции, в свою очередь, можно организовать новую функцию. В этом случае получаются сложные функции от состояний матриц.

Функция получения среднего значения состояния матрицы. Пусть на матрицу падает плоская волна мощностью W и измерены отклики всех пикселей матрицы, например, с частотой $f = 5 \text{ МГц}$. Тогда при векторе параметров $\{t, f, P_1, P_2, \dots, P_k\}$, среднее значение, вычисленное по всем элементам матрицы откликов $\{A_{ij}\}$, является значением функции получения среднего значения состояний матрицы, и его можно обозначить как $\langle A \rangle$.

Функция получения чувствительности пикселей. Если взять два состояния матрицы, первое из которых получено при воздействии на матрицу плоской волны с мощностью W^1 , а второе – при воздействии на матрицу плоской волны мощностью W^2 , и образовать новую матрицу, элементы которой получены по правилу $\{CH_{ij}\} = (\{U^2_{ij}\} - \{U^1_{ij}\}) / (\{W^2_{ij}\} - \{W^1_{ij}\})$, где U^2_{ij} – величины откликов второго состояния, U^1_{ij} – величины откликов первого состояния, W^2_{ij} , W^1_{ij} – значения мощностей, достигающих пикселей в этих состояниях, то полученная матрица $\{CH_{ij}\}$ называется матрицей чувствительностей пикселей при разности внешних воздействий $W^2 - W^1$, т.е. вектор параметров для функции можно записать как $\{t, f, W^2 - W^1, P_2, \dots, P_k\}$. Среднее значение по всем элементам матрицы $\{CH_{ij}\}$ называется средней чувствительностью пикселей матрицы и обозначается $\langle CH \rangle$.

Функция получения шума состояния матрицы заключается в вычислении квадратного корня из дисперсии, определённой по всем откликам пикселей состояния матрицы при условии, что на матрицу не падает никакого внешнего излучения, т.е. $W = 0$.

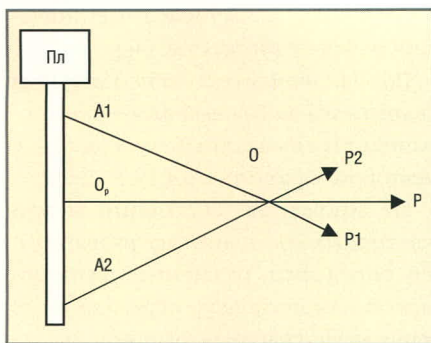


Рис. 1. Бесконечная излучающая плоскость Пл, на которой источники ИК-излучения равномерно распределены и имеют одинаковую интенсивность

Другими словами, это – квадратный корень из математического ожидания [8] для всех величин $(U_{ij} - \langle U \rangle)^2$ состояния матрицы. Если использовать для обозначения шума SN, то:

$$SN = \sqrt{M (U_{ij} - U)^2}$$

Функция получения сигнала, эквивалентного шуму, получается вычислением $ISN = SN \sqrt{\langle CH \rangle}$, где $\langle CH \rangle$ – среднее значение чувствительности по состоянию матрицы, SN – шум состояния матрицы, а ISN – обозначение для сигнала, эквивалентного шуму.

Функция получения минимально разрешимого сигнала получается умножением шума состояния матрицы на коэффициент, который больше 2. Если обозначить его как MRS, тогда $MRS = CONST * SH$, где константа $CONST \geq 2$ определяет критерий, по которому измеряется отличие сигнала от шума в определённых условиях [11].

Минимально разрешимая разность температур эквивалентна MPC для матрицы ИК-диапазона, когда мощность падающего на матрицу излучения представлена значением температуры.

Примечание. Все описанные выше определения справедливы для матриц, имеющих большое число пикселей. Их также можно применить для одиночных приёмников, при этом необходимо с каждого пикселя сделать достаточное количество выборов во времени.

ПЛОСКИЕ ВОЛНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ИК-ДИАПАЗОНЕ

Электромагнитную волну считают плоской, если в области пространства, заполненного электромагнит-

ным излучением, можно найти такую плоскость, во всех точках которой векторы Пойнтинга этого электромагнитного излучения имеют одинаковую величину и направление [5, 6, 8]. Теоретически электромагнитную волну нельзя считать плоской. Практически плоскую электромагнитную волну для измерений параметров матриц можно получить пятью способами:

- поместить излучающее тело очень далеко (например, электромагнитное излучение от далекой звезды, излучающей в ИК-диапазоне, вблизи Земли можно считать плоской волной);
 - использовать приближение бесконечной излучающей плоскости в виде излучающего тела с плоской поверхностью, на которой источники ИК-излучения равномерно распределены и имеют одинаковую интенсивность по всем направлениям;
 - поместить плоский источник ИК-излучения, равномерно излучающий энергию по всем направлениям, в фокальную плоскость оптической системы. Тогда в сопряжённом пространстве должна возникнуть плоская волна;
 - поместить плоский источник ИК-излучения, равномерно излучающий энергию по всем направлениям, в любом удобном месте оптической системы. При этом плоскость излучения должна быть перпендикулярной оптической оси, а матрицу следует поместить в плоскости изображения также перпендикулярно оптической оси;
 - поместить точечный источник ИК-излучения, равномерно излучающий энергию по всем направлениям, в фокус оптической системы. Тогда в сопряжённом пространстве должна возникнуть плоская волна.
- Несмотря на то что любой из вышеперечисленных способов можно использовать в измерениях параметров матриц, наиболее точным, быстрым и приемлемым при автоматических измерениях является второй способ.
- Рассмотрим бесконечную излучающую плоскость Пл, на которой источники ИК-излучения равномерно распределены и имеют одинаковую интенсивность (см. рис. 1). Докажем от противного, что такая бесконечная плоскость излучает плоскую волну. Предположим, что волна не плос-

кая. Если это так, то в поле волны существует точка O, в которой результирующий вектор Пойнтинга **P** должен иметь отличную от нуля составляющую вектора вдоль излучающей плоскости (т.е. проекция вектора Пойнтинга **P** на эту плоскость должна быть отлична от нуля). Опустим из точки O на плоскость Пл перпендикуляр, который пересечёт плоскость Пл в точке O_p. Рассмотрим излучатель, расположенный в произвольно выбранной на плоскости точке, например A1. Пусть этот источник обладает произвольной диаграммой направленности и является когерентным.

Из рисунка 1 видно, что вектор Пойнтинга **P1** от источника в точке A1 имеет проекцию вектора Пойнтинга на плоскость, отличную от нуля. Однако всегда можно найти на прямой, определяемой отрезком O_pA1, такую точку A2, чтобы O_pA1 = O_pA2, в которой располагается источник, имеющий проекцию вектора Пойнтинга на плоскость, отличную от нуля и равную по величине, но противоположную по направлению проекции от точки A1. Результирующая проекция вектора Пойнтинга от этих точек на плоскость складывается по принципу суперпозиции и равна нулю.

Но, как видно из рисунка 1, бесконечная излучающая плоскость и все источники на ней симметричны относительно любого поворота вокруг прямой, проходящей через отрезок O_pO, т.е. при повороте на любой угол физическая ситуация не изменится и для всех остальных точек, которые получаются из точки A1 поворотами плоскости от 0 до 180°. Поскольку точка A1 выбрана произвольно, то из свойства симметрии следует, что равенство нулю составляющей суммарного вектора Пойнтинга справедливо для всех точек плоскости A.

Для однородных излучающих плоских тел с конечными размерами можно считать, что волна, которую они излучают, является плоской, если расстояния от плоскости до точки наблюдения (измерения) много меньше размеров самой излучающей плоской поверхности. Это приближение называется приближением бесконечной плоскости и используется автором для создания модели равномерной засветки пикселей при измерении параметров матриц.

ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ИК-ДИАПАЗОНЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И МИНИМАЛЬНОГО РАЗРЕШИМОГО СИГНАЛА МАТРИЦЫ

Чувствительность матрицы, сигнал, эквивалентный шуму, или минимальный разрешимый сигнал, наряду с однородностью пикселей, входящих в матрицу, и, следовательно, одинаковостью их откликов и других характеристик являются основными параметрами, которые характеризуют матрицу. Из определений, сделанных выше, следует, что достаточно провести измерение одного, двух или даже части состояний матрицы, чтобы определить необходимые параметры матрицы. Для разного типа матриц измерение состояния матрицы происходит с использованием различной аппаратуры. Далее, для понимания результатов эксперимента в ИК-диапазоне описывается только техника проведения измерений в ИК-диапазоне.

Как следует из определения состояния матрицы, необходим источник плоской электромагнитной волны

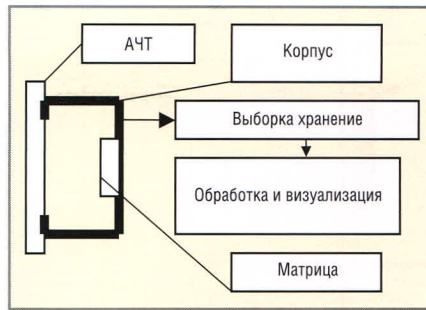


Рис. 2. Блок-схема установки для измерения состояния матрицы

ИК-диапазона. Для этого используется излучение АЧТ с плоской поверхностью в приближении бесконечной излучающей плоскости. На рисунке 2 показана блок-схема установки для измерения состояния матрицы. Корпус матрицы, обозначенный чёрным цветом, вплотную прижимается к плоской поверхности АЧТ, излучающей плоскую волну. Эта плоская волна достигает пикселей матрицы и равномерно их засвечивает. Далее, с помощью устройств выборки-хранения в памяти сохраняются состояния матрицы. После этого устройством обработки вычисляются и визуализируются параметры матрицы.

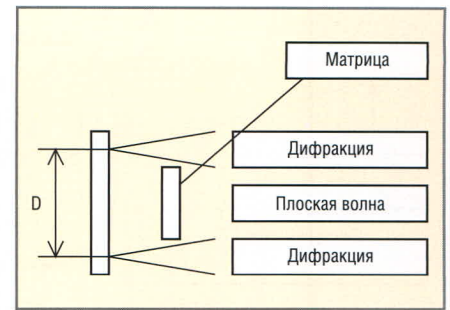


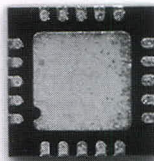
Рис. 3. Отклонение волны от плоской вследствие ограничения её размеров

На рисунке 3 показано, что вследствие ограничения размеров излучения, прошедшего через входное окно корпуса матрицы, плоская волна становится не плоской. Отклонение волны от плоской, вследствие ограничения её размеров, описывается теорией дифракции. Однако дифракционные искажения, которые изображены в виде дифракции Фраунгофера, матрицу, как правило, не затрагивают, и ими можно пренебречь.

Второй задачей после измерения параметров матрицы является получение изображений, когда ИК-матрица находится в составе оптической системы. На рисунке 4 изображена блок-

ТВОЙ ШАГ В МИР БЕЗ ПРОВОДОВ:

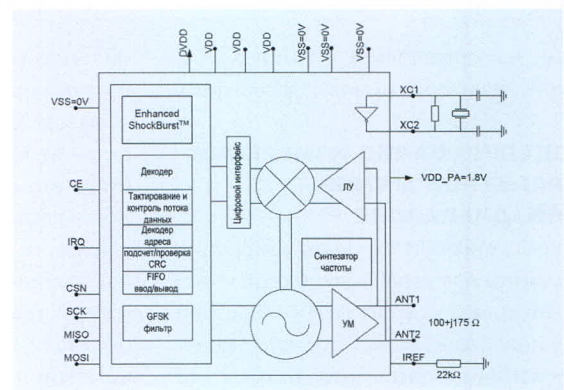
однокристалльный трансивер nRF24L01 Nordic Semiconductor с пропускной способностью 2 Мбит/с и аппаратной поддержкой протокола Enhanced Shock Burst



Краткие характеристики nRF24L01

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

*Режим работы в качестве принимающей стороны



Основные достоинства:

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



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

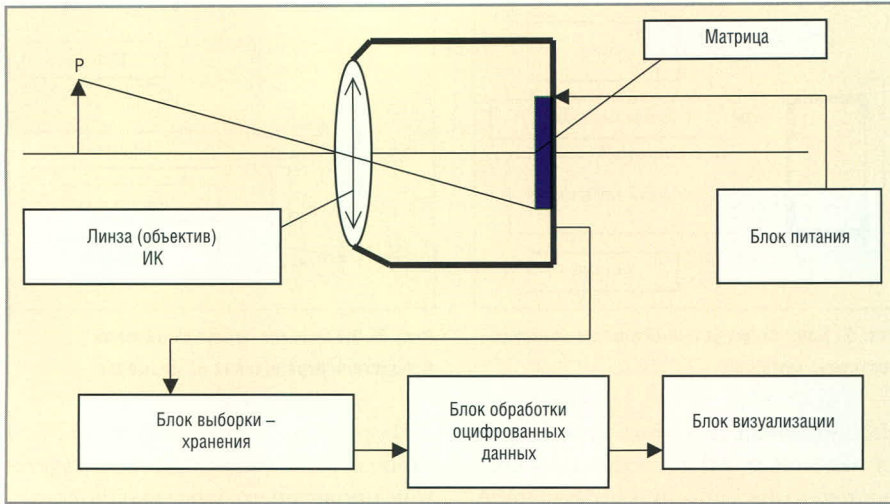


Рис. 4. Блок-схема измерительной установки для получения изображения в ИК-области

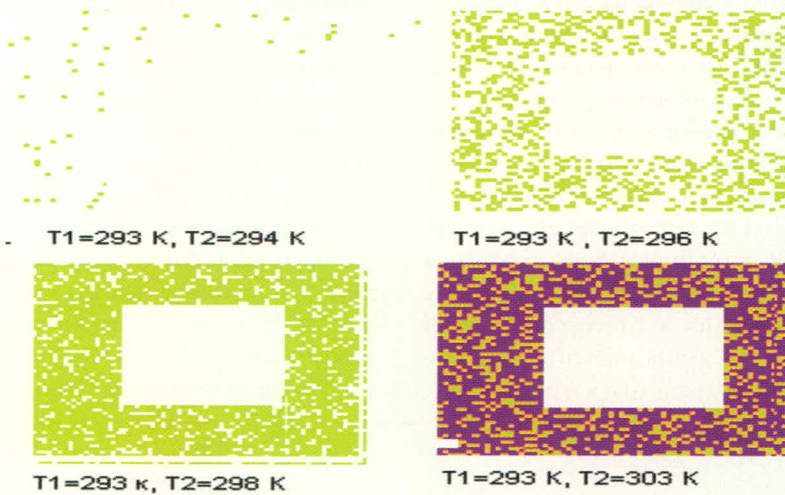


Рис. 5. Моделирование изображения квадрата, полученного с использованием двух состояний матрицы

схема измерительной установки для получения изображения в ИК-области.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МАТРИЦ В ИК-ДИАПАЗОНЕ

Чтобы промоделировать измерения параметров матриц, необходим источник плоской волны в ИК-области и матрица. С этой целью в режиме моделирования матрицы был разработан болометр с ИК-чувствительной площадью 20×20 мкм и толщиной 5 мкм.

Расчёты показали, что болометр имеет чувствительность $7,56E-4$ В/град при температуре 373°K, $2,23E-3$ В/град при температуре 273°K и $1,33E-2$ В/град при температуре 77°K. Из этих

болометров с периодом 40 мкм была составлена матрица 100×100 . Таким образом, размеры этой матрицы составили 16 мм^2 , что теоретически достаточно для построения искусственного «глаза» робота.

Следует отметить, что разработанная автором болометрическая матрица при практическом осуществлении обладает общими недостатками болометрических матриц:

- требуются достаточно прочные материалы для прослойки между пикселями и подложкой, имеющие низкий коэффициент теплопроводности;
- материал, из которого состоял болометр, должен иметь высокий ко-

эффициент поглощения ИК-излучения.

Для моделирования матрицы болометров был выбран материал прослойки, имеющий теплопроводность $0,04$ Вт/м/град, и материал, обладающий коэффициентом поглощения ИК-излучения 10000 см^{-1} . Коэффициент поглощения ИК был подогнан под размеры пикселя, остальные параметры – реальные. Поэтому можно утверждать, что при указанных выше коэффициентах моделирование матрицы и полученные результаты должны быть близки к наблюдаемым на практике. Более подробную информацию о микроболометрических матрицах можно найти в [12].

Предположим, что для измерения чувствительности матрицы и минимального разрешимого сигнала (или сигнала, эквивалентного шуму), или минимальной разрешимой разности температур, не требуется измерять десятки состояний матрицы при одном значении сигнала, затем десятки состояний матрицы при другом значении сигнала и т.д., и только затем находить функции от этих состояний. Достаточно измерить по одному состоянию матрицы при разных температурах и по этим данным вычислить чувствительность матрицы и минимальную разрешимую разность температур и другие параметры.

Некоторые результаты применения эргодической гипотезы для ИК-матрицы, полученной и описанной моделированием, показаны в таблице, где средние значения во времени при вычислении параметров матрицы суммированием по нескольким десяткам состояний матрицы заменены средними статистическими значениями по двум состояниям. Чтобы получить шум в падающей волне и ввести несовершенства матрицы, к падающей от АЧТ волне со средней мощностью W была сделана добавка в виде случайной величины с равномерным распределением и амплитудой $0,05W$, а к значению средней чувствительности матрицы была сделана добавка в виде случайной величины с равномерным распределением и амплитудой $0,05$ от среднего значения чувствительности.

На рисунке 5 показаны изображения квадрата, который получался с использованием двух состояний матрицы, первое из которых при моделировании имело большую температуру,

Результаты применения эргодической гипотезы для ИК-матрицы, полученной и описанной моделированием

Параметр	Единицы измерения	Номер состояния			
		1	3	5	9
SH	вольт	0,000910	0,000915	0,000918	0,000909
CH	вольт/град	0,0006103	0,0006125	0,0006117	0,0006103
ISN	град	1,49	1,49	1,50	1,48

чем второе, и пропускалось через квадратное отверстие. Температура материала (мирры), в котором было отверстие, совпадало с температурой первого состояния. Из-за большой амплитуды случайных величин, введённых при моделировании, разрешение составляет приблизительно 3°K.

Выводы

Для измерений параметров матриц различной природы, таких как чувствительность, минимально разрешимый сигнал и другие, а также для обработки видеосигналов и построения изображений, которые могут быть использованы при создании систем технического зрения, можно использовать введённые в статье понятия состояний матрицы, функции, определённые на этих состояниях, и эргодическую гипотезу. При этом, измеряя состояния матрицы, являющиеся откликами на внешние воздействия, и вычисляя функции, определённые на этих состояниях, можно определить параметры матрицы или построить изображение.

Например, если вывести на монитор распределение интенсивности,

которое соответствует элементам матрицы отклика $\{A_{ij}\}$, получится изображение, соответствующее этому состоянию. Если вывести на монитор распределение интенсивности, соответствующее функции двух состояний матрицы, которая вычисляется как разность откликов двух состояний $\{A^2_{ij}\} - \{A^1_{ij}\}$, получится изображение, соответствующее функции, определённой на двух состояниях.

На рисунке 5 показаны изображения, полученные по второму способу. Использование эргодической гипотезы позволяет сократить количество вычислений и точнее определять параметры конкретных матриц. Сокращение количества вычислений актуально при обработке информации, оцифрованной с матрицы в реальном времени, в частности, при построении систем технического зрения роботов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленов Г.Я. Способ измерения и обработки результатов измерений для получения чувствительности, сигнала, эквивалентного шуму, и минимально разрешимого сигнала для матриц различной размерности и чувствительных элемен-

тов различной природы. Заявка на изобретение от 29.12.2004.
 2. Справочник по инфракрасной технике. Мир, 1989.
 3. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. Машиностроение, 1986.
 4. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. Наука, 1979.
 5. Общий курс физики. Оптика. Наука, 1979.
 6. Общий курс физики. Электричество. Наука, 1979.
 7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Статистическая физика. Часть 1. Наука, 1976.
 8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Теория поля. Наука, 1973.
 9. Розанов Ю.А. Случайные процессы. Краткий курс. Наука, 1971.
 10. Физическая энциклопедия, Том 5. Советская энциклопедия, 1988.
 11. Теория информации и её приложения. Под ред. А.А. Харкевича. Физматгиз, 1959.
 12. Андришин С.Я., Кравченко Н.В., Кульманов А.В. и др. Состояние разработок микроболометрических матриц в ГНЦ РФ «НПО "Орион"». Прикладная физика. 2000. № 5. С. 5-17.



ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

для монтажа на DIN-рейку



Выходные мощности от 5 до 960 Вт

- Вход: однофазная сеть переменного тока 90...264 В (47...63 Гц)/ сеть постоянного тока 90...375 В; трёхфазная сеть переменного тока 340...575 В (47...63 Гц)/ сеть постоянного тока 480...820 В (для 480 и 960 Вт моделей)
- Широкий диапазон регулировки выходных напряжений (5, 12, 15, 24, 48 В)
- Прочная конструкция для промышленных применений
- Диапазон рабочих температур от -25 до +70°С (для 480 Вт моделей)
- Защита от перенапряжения, короткого замыкания; релейный выход состояния выходного напряжения (для 24 В моделей), параллельная работа
- MTBF не менее 200 000 часов



Серия DNR

Официальный дистрибьютор компании XP Power в России и странах СНГ



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

PowerElectronics и Powertek: ПОДВОДИМ ИТОГИ «СИЛОВОГО» ОБЪЕДИНЕНИЯ

Английское слово power переводится на русский язык одновременно и как «сила», и как «энергия». Наверное, это весьма взаимосвязанные в наше время понятия, и не случайно произошло объединение международных проектов PowerElectronics и Powertek. Результатом данного объединения явилась 5-я Международная специализированная выставка «Силовая электроника и энергетика», которая прошла в Москве 2–4 декабря 2008 г. и стала одним из самых ярких событий в жизни отрасли в прошлом году. Слияние проектов позволило представить в комплексе состояние и основные тенденции стратегически важных для дальнейшего развития экономики России отраслей промышленности: силовой электроники и энергетике.

Выставка была организована компаниями «Примэкспо» (Россия) и ITE Group plc (Великобритания) при официальной поддержке Министерства науки и образования РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, Федерального Фонда развития электронной техники РФ, Правительства Москвы и ОАО «Российская электроника».

Вопреки мировому кризису, последствия которого проявились и в России, выставка не только не сократила своего масштаба, но и получила новый толчок к развитию, включив в себя раздел, посвященный энергетике.

Не случайно поэтому выставка собрала большое количество участников. Общая площадь экспозиции составила 2060 кв. м. Свои стенды представили 140 компаний из 11 стран мира: Германии, Великобритании, Италии, Австрии, Финляндии, Франции, России, Азербайджана, Белоруссии, Украины; кроме того, впервые был представлен национальный стенд Китая.

Полезную и достоверную информацию о рынке, его состоянии и тенденциях, о появившихся новинках и возникающих перспективах можно было получить в ходе деловой программы, включавшей более десятка семинаров и круглых столов по различным актуальным вопросам силовой электроники и энергетике.

Такая серьезная представительность и насыщенность программы обусловили высокий интерес к выставке со стороны руководителей и ведущих специалистов. Всего экспозицию посетило 2460 человек. 99% посетителей – специалисты отрасли; 90,5% посетителей принимают решения о закупке продукции/услуги или влияют на его принятие.

Новинкой 2008 г. стал всесторонний официальный выставочный аудит, позволивший всем участникам и посетителям выставки получить достоверную информацию о площади экспозиции, количестве экспонентов и посетителей, их задачах и других интересующих данных.

Так, целями участия в выставке экспоненты назвали: установление новых деловых контактов (90,3%), представление новой продукции и/или услуг (67,7%), поддержание имиджа компании (67,7%), получение информации о рынке (66,1%), заявление о себе (53,2%), изучение деловой активности конкурентов (51,6%), продажу продукции и/или услуг (48,4%).

Судя по данным независимого аудита, большинство участников своих целей достигли. 97,9% участников остались довольны количеством посетителей. 99% отметили высокий уровень компетентности посетителей.

Как подчеркнул представитель компании Mitsubishi Electric (Германия) Дж. Стеферт, компания Mitsubishi Electric очень довольна количеством посетителей и уровнем их компетентности, гордится тем, что была удостоена награды за активное участие в деловой программе и планирует в 2009 г. в рамках выставки «Силовая электроника и энергетика» провести ещё более масштабное мероприятие.

Мнение Mitsubishi Electric разделяет подавляющее большинство участников выставки. 91,5% из них заявили о намерении принять участие в следующей выставке «Силовая электроника и энергетика», которая пройдет 1–3 декабря 2009 г. в Москве.



Выставки «Автоматизация», «Радиоэлектроника и приборостроение» и «Промышленная электротехника» в Санкт-Петербурге

С 9 по 12 декабря 2008 г. в Петербургском СКК в рамках III Международного промышленного форума «Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация» прошли специализированные выставки «Автоматизация-2008», «РАДЭЛ-2008» и «Промышленная электротехника».

Организаторы выставок – выставочное объединение «ФАРЭКСПО» (член Российского Союза выставок и ярмарок (РСВЯ), Всемирной ассоциации выставочной индустрии (UFI) и ООО «ТехноКом». Выставки проходили под патронажем Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, а также при поддержке Ассоциации предприятий радиоэлектроники, приборостроения, средств связи и инфотелекоммуникаций Санкт-Петербурга, членом которой в этом году стала компания ФАРЭКСПО. Этот факт официально объявил Генеральный директор Ассоциации Меткин Н.П. на церемонии открытия выставок.

Участники и организаторы с удовлетворением отметили, что количество посетителей по сравнению с прошлым годом не уменьшилось, а качество заметно возросло. Это ста-

ло результатом целенаправленной работы компании ФАРЭКСПО, которая активно внедряет в практику специальную программу привлечение профессиональных посетителей «Профи-Visitor» с использованием современных технологий директ-маркетинга силами специализированного Контакт-центра компании ФАРЭКСПО CALLS. Кроме того, выставки получили широкую информационную поддержку около ста печатных изданий и интернет-порталов.

В 2008 г. в выставках приняли участие 289 компаний из России, Голландии, Германии, Финляндии, США, Австрии, Швейцарии, Голландии, Польши, Великобритании и Тайваня, Украины и Беларуси. Общая выставочная площадь составила более 3000 кв. м.

В РАДЭЛе участвовали ведущие компании, работающие на российс-

ком рынке электроники. Среди них немало отечественных разработчиков и производителей. Практически все знаменитые мировые бренды были представлены на выставке через своих официальных российских партнёров и дилеров.

В рамках экспозиции были широко представлены полупроводниковые и электромеханические компоненты, датчики и микросхемы, источники питания, пассивные компоненты и другие электронные устройства. Акценты выставки всё больше смещаются в сторону новых достижений и технологий в сфере электроники.

Выставки сопровождались обширной деловой программой, в рамках которой участники провели 16 семинаров по различным аспектам электроники, автоматизации и приборостроения.

В 2009 г. выставки «Автоматизация», «РАДЭЛ» и «Промышленная электротехника» пройдут со 2 по 4 декабря в Петербургском СКК. Одновременно с ними будет проходить новая выставка «Электроника систем связи и телекоммуникаций».



Совместно с:

E·X·P·O
ELECTRONICA



Ufi
Approved
Event



EXPO
electrontech

12-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- Встраиваемые системы
- Гибридные технологии
- Датчики и микросистемы
- Дисплеи
- Источники питания
- Пассивные компоненты
- Печатные платы
- Полупроводниковые компоненты и устройства
- Электромеханические компоненты и технологии соединений



13-16 АПРЕЛЯ 2009

МОСКВА, МВЦ КРОКУС ЭКСПО, ПАВИЛЬОН 3

ВНИМАНИЕ! В дни работы выставки от станции метро «Тушинская», «Строгино» и «Планерная» до МВЦ «Крокус Экспо» и обратно будут курсировать бесплатные автобусы для посетителей выставки.

Время работы:

13 апреля 10.00 – 18.00 15 апреля 10.00 – 18.00
14 апреля 10.00 – 18.00 16 апреля 10.00 – 16.00

Организаторы:

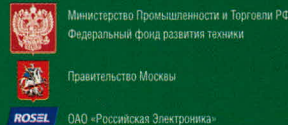


Тел.: +7 (812) 380 6003
+7 (812) 380 6007
+7 (812) 380 6000
Факс: +7 (812) 380 6001
E-mail: electron@primexpo.ru

При участии:



Официальная поддержка:



Информационная поддержка:



ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ!

НА КРУПНЕЙШИЙ ФОРУМ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
В РОССИИ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ



ВАША КОНТАКТНАЯ ПЛОЩАДКА

реклама

Для экономии времени предлагаем пройти предварительную регистрацию на сайте WWW.EXPOELECTRONICA.RU

Intel: итоги 4 кв. 2008 будут скромнее на 20%

Компания Intel представила предварительные прогнозы результатов финансовой деятельности в четвертом квартале 2008 г. Согласно свежему прогнозу, объемы продаж за четвертый квартал снизились на 20% по сравнению с предыдущим кварталом и на 23% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

Основная причина падения прогнозных данных, по словам представителей компании, связана с продолжающимся снижением спроса и коррекцией складских запасов из-за сниженной активности рынка в сезон рождественских продаж по сравнению с ожидавшимися.

Напомним, что изначально Intel ожидала доходов в четвертом квартале 2008 на уровне \$10,1 млрд. Скорректированный прогноз обещает что-то порядка \$8,2 млрд.

Среди мер, позволивших в некоторой степени сократить снижение основных финансовых показателей за квартал, Intel называет сокращение расходов на R&D и MG&A, составившее примерно \$2,6 млрд. вместо запланированных ранее \$2,8 млрд. Реструктуризационные расходы компании при этом остались на неизменном уровне и составят приблизительно \$250 млн.

Intel

DDR2-память начала дорожать

К счастью для производителей памяти, начало нового года ознаменовалось увеличением цен на чипы типа DDR2 DRAM. Для тех, кто не следил за рыночной ситуацией в последние месяцы, отметим, что во второй половине прошлого года микросхемы оперативной памяти резко упали в цене, заставляя производителей этой отрасли претерпевать рекордные убытки.

Если в середине прошлого месяца цена гигабитных DDR2 eTT-чипов упала до \$0,5, то текущие котировки DRAM-продуктов Kingston Technology, Transcend Information, A-DATA Technology, PQI уже достигают отметки \$1 – прирост составил 100% в месяц. Отраслевые источники с оптимизмом отмечают, что цены продолжают расти и уже в скором времени преодолеют барьер в \$1,5. В связи со складывающейся ситуацией A-DATA и PQI выразили надежду на возобновление прибыльности своего бизнеса.

Конечно, рост цен DDR2-чипов повлиял на стоимость модулей оперативной памяти. С конца декабря DRAM-модули подорожали на 10%. По состоянию на 8 января наивысшая котировочная цена гигабайт-

ных DDR2-модулей составила \$10, а контрактные цены на первую половину этого месяца составляют около \$8,5 и вскоре могут увеличиться ещё на 15...20%.

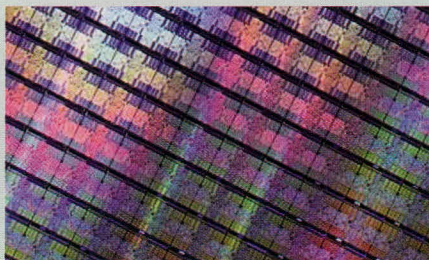
С учётом роста цен на DRAM-продукты обозреватели рынка строят оптимистичные прогнозы относительно финансовых результатов производителей модулей памяти за первый квартал.

Digitimes

eetimes.com

Продажи микросхем в ноябре оказались хуже прогнозов

Мировой финансовый кризис не обошёл стороной и производителей интегральных микросхем, и хотя все производители соответствующей продукции постарались подготовиться к грядущему падению спроса, реальность оказалась хуже прогнозируемой. Согласно отчётам аналитиков, в ноябре, по сравнению с прошлогодними результатами за тот же период, снижение продаж микросхем составило 22,5%, тогда как ожидаемый уровень снижения спроса на полупроводниковые устройства – 18%. Если сравнивать результаты с октябрём, то в этом случае снижение составило 7,2%, а именно, с \$22,4 млрд. до \$20,8 млрд.



Наиболее сильно пострадали рынки микросхем логики, решения для наладочных устройств, коммуникационного и промышленного оборудования, – снижение продаж превысило средний уровень по отрасли полупроводниковых устройств. В отличие от них, процессоры для персональных компьютеров, прочие микропроцессоры и оптоэлектроника показали неплохие (разумеется, с учётом кризисных явлений) результаты. Впрочем, наиболее сложная ситуация наблюдается в секторе интегральных микросхем памяти, где даже твердотельные накопители не смогли серьёзно увеличить спрос на микрочипы флэш-памяти.

По мнению специалистов, негативные тенденции будут наблюдаться и в декабре, что приведёт к не самым оптимистичным результатам по итогам всего 2008 г. – по всей видимости, будет зарегистрировано 1,6-процентное снижение продаж интегральных микросхем, тогда как ранее ожи-

далось снижение соответствующего показателя на 1%. Впрочем, остаётся дождаться результатов за декабрь, который подведёт итог прошедшим двенадцати месяцам. Если же делать прогноз на 2009 г., то здесь Gartner обещает дальнейшее ухудшение ситуации – по результатам только начавшегося года, прибыль производителей снизится сразу на 16,3% – до \$219,2 млрд.

Toshiba вплотную занялась бизнесом солнечных батарей

Из анонса, опубликованного Toshiba, следует, что с самого начала 2009 г. корпорация предприняла полномасштабное развёртывание бизнеса по производству фотовольтаических солнечных элементов. Данное заявление было подкреплено информацией о создании выделенного бизнес-подразделения Photovoltaic Systems Division, имеющего собственную структуру управления и продвижения продуктов. Основная задача для вновь созданного отдела корпорации сформулирована следующим образом: инициативное реагирование на возрастающую потребность в солнечных батареях как одного из наиболее перспективных экологически чистых источников энергии, способствующих замедлению процесса глобального потепления.

По мнению Toshiba, в настоящее время, помимо решений, связанных с обеспечением потребностей в электроэнергии жилищ, растёт спрос также на проекты мегаваттного масштаба, способные обеспечивать энергетические нужды целых промышленных предприятий. Компания считает, что получение значительного объёма заказов в данной области может обеспечить существенные конкурентные преимущества. Toshiba отметила также наличие ряда своих разработок, пригодных для использования в качестве компонентов будущих солнечных генераторов, а именно – высокоэффективных систем преобразования электроэнергии и уникальных ионно-литиевых батарей со способностью быстрого заряда и значительным количеством рабочих циклов (Super Charge ion Battery, SCiB).

Согласно прогнозам Toshiba, в 2015 г. объём рынка фотовольтаических систем для использования на промышленных объектах возрастет до 24,4 млрд. долл. по сравнению с 13,3 млрд. долл. в 2008 г. В 2015 г. компания планирует занять около 10% данного рынка, доведя объём годовых продаж до 2,2 млрд. долл.

toshiba.co.jp

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Журнал
для специалистов

Тираж до 15000

www.soel.ru

По вопросам приобретения и подписки на журналы просим связываться с менеджером по распространению:

Тел.: (495) 234-0635, 232-0087

E-mail: info@cta.ru

У юридических лиц с 2009 г. появилась возможность оформлять на территории РФ редакционную подписку на журнал «Современная электроника»

Данный способ подписки позволит компаниям, оформившим подписку на журнал, одним из первых получать новые номера издания по более выгодным условиям.

Наиболее полную информацию и условия редакционной подписки вы можете найти на нашем сайте: www.soel.ru, там же вы сможете оформить и бланк-заявку на подписку.

Наше издательство предлагает всем желающим дополнительный способ получения изданий без оформления подписки

На сайте www.soel.ru вы можете оформить заказ на покупку не только свежего, но и ранее вышедших номеров журнала «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА».

Вы можете заказать свежий номер сразу после его выхода из печати, не теряя времени и не переплачивая. Отправка номеров осуществляется по почте в конверте.

Физические лица могут оформить подписку на журнал «Современная электроника» в любом почтовом отделении через ОАО Агентство «Роспечать»

Подписные индексы по каталогу «Роспечать»:

на полугодие: 46459

на год: 36280

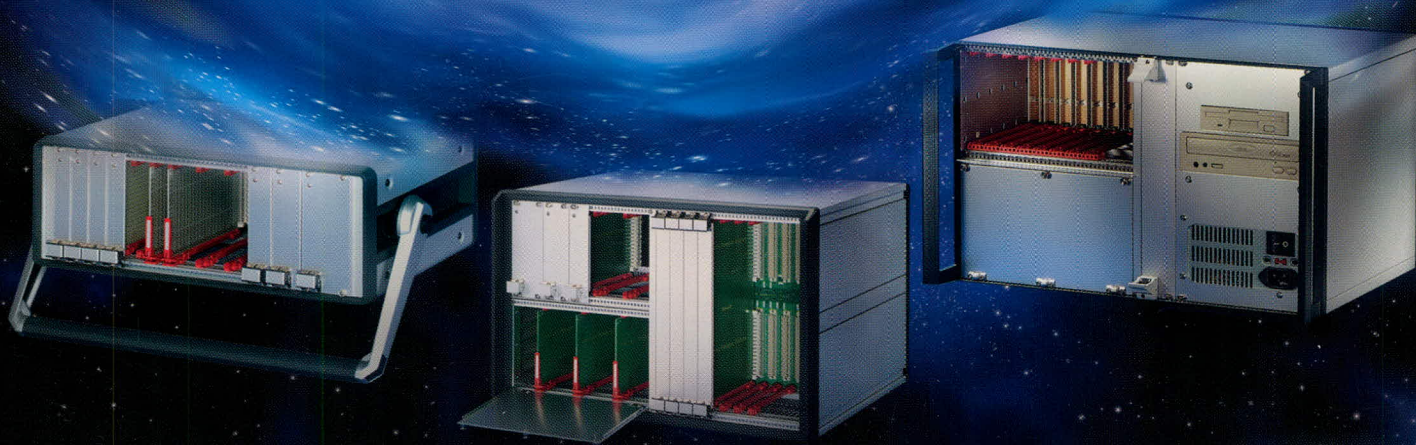
Специалисты имеют возможность оформить бесплатную подписку через редакцию

Бесплатная подписка может быть оформлена непосредственно на нашем сайте www.soel.ru.

Редакция напоминает, что для гарантированного получения журналов необходима платная подписка.

Полная линейка приборных корпусов

Технология EurocasPRO —
ГАЛАКТИКА
ВОЗМОЖНОСТЕЙ



CompacPRO

**Простой и удобный
переносной корпус**

- Разнообразные конфигурации
- Идентичные передняя и задняя рамки
- Простота сборки – компоненты фиксируются с внешней стороны
- Высокая прочность и надежность
- Привлекательная цена

PropacPRO

**Прочный переносной корпус
с системой электромагнитного
экранирования**

- Разнообразные конфигурации
- Привлекательный дизайн
- Прочная литая передняя рамка
- Возможность электромагнитного экранирования
- Может использоваться для медицинского оборудования

RatiopacPRO

**Универсальный корпус
для любых применений**

- Настольное, переносное или стоечное исполнение
- Произвольные размеры и разнообразные конфигурации
- Возможность электромагнитного экранирования
- Эффективные системы охлаждения

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

**PROSOFT**[®]

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