

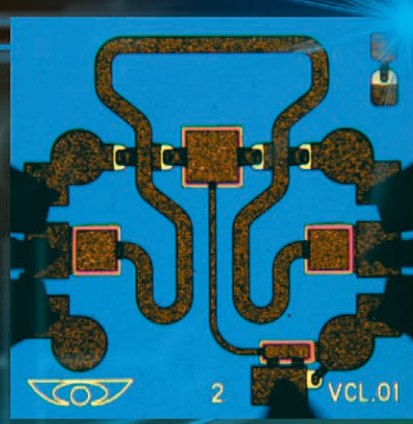
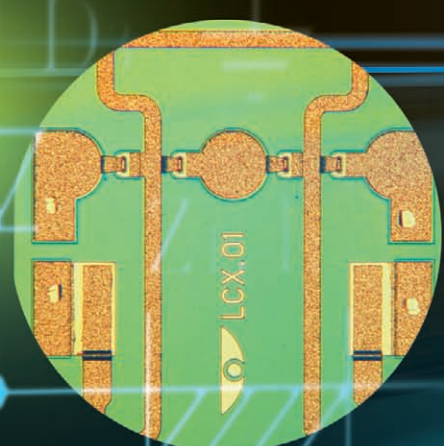
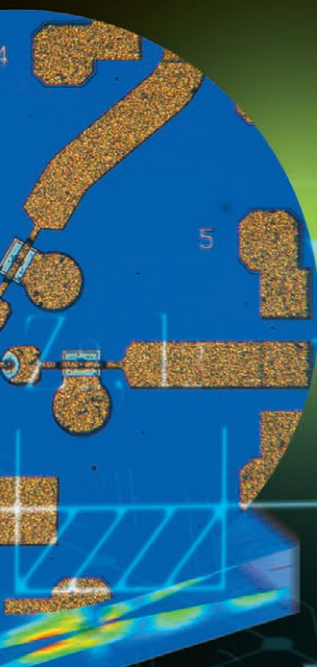
СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 7 2011

www.soel.ru

В номере

- Двухуровневые генераторы шума
- СВЧ-схемы на основе GaAs pin-диодов
- Программируемые источники переменного тока
- Системы управления электродвигателями на ПЛИС
- Моделирование волноводного СВЧ-усилителя

и многое другое



**ПОДПИСКА
на 2012 г.
стр. 80**

Honeywell



SICK



Panasonic ideas for life

CRYDOM



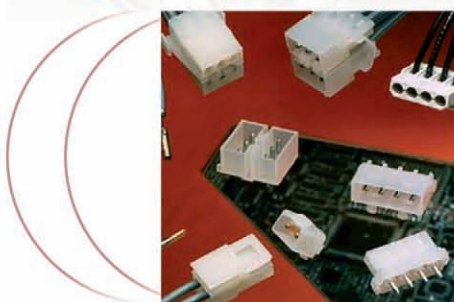
Kingbright



velleman

СОЕДИНИТЕЛИ Tyco Electronics

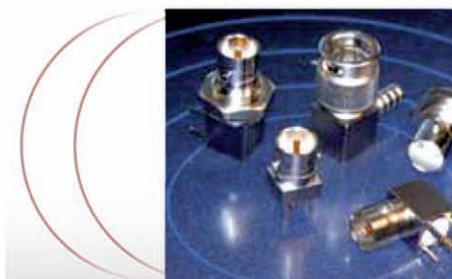
▪ Соединители Mate-N-Lok



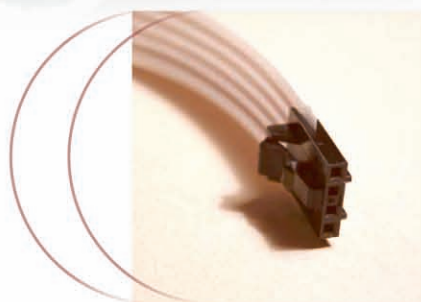
▪ Цилиндрические разъемы



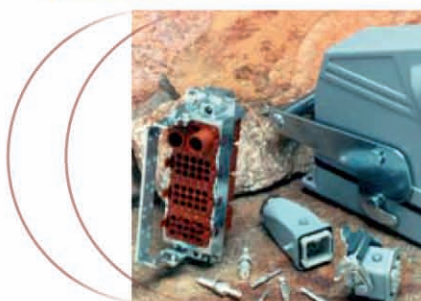
▪ Разъемы на коаксиальный кабель



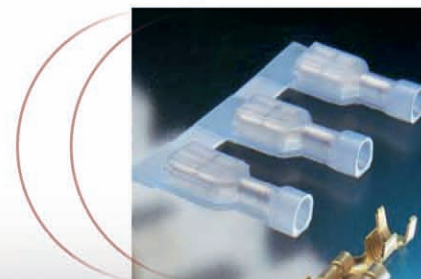
▪ Разъемы на плоский кабель



▪ Разъемы для промышленного применения



▪ Контакты, наконечники



Реклама



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

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

Представительства: Воронеж (4732) 59-76-92; Казань (8432) 92-18-06; Киев +38 (044) 400-20-88, +38 (044) 537-36-71; Новосибирск (383) 216-33-66, 216-57-73; Омск (3822) 55-65-30, 55-95-73; Ульяновск (8422) 300-150; Уфа (347) 235-63-73, 233-11-37

**1-3 НОЯБРЯ 2011
МОСКВА, ЭКСПОЦЕНТР**

**РОССИЙСКАЯ
НЕДЕЛЯ
ЭЛЕКТРОНИКИ**



ChipEXPO-2011

**ПРОМЫШЛЕННАЯ
И ВСТРАИВАЕМАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА 2011**

**ПРОИЗВОДСТВО
ЭЛЕКТРОНИКИ**

**MOBILE &
WIRELESS**

**Силовая
ЭЛЕКТРОНИКА**

ПОТЕНЦИАЛ-2011

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

**КОМПОНЕНТЫ
И ТЕХНОЛОГИИ**

**СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА**

ЭЛЕКТРОНИКА
НАУКА
ТЕХНОЛОГИИ
БИЗНЕС

электроника
инфо медиа группа

РАДИО
www.radio.ru
АУДИО - ВИДЕО - СВЯЗЬ - ЭЛЕКТРОНИКА - КОМПЬЮТЕРЫ

ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЕ БИЛЕТЫ:

www.russianelectronicsweek.ru

Главный редактор
Александр Майстренко

Зам. главного редактора
Татьяна Крюк

Редакционная коллегия
Александр Балакирев, Андрей Данилов,
Виктор Жданкин, Сергей Сорокин,
Рифат Хакимов

Вёрстка
Олеся Фрейберг

Обложка
Дмитрий Юсим

Служба распространения
(info@soel.ru)
Ирина Лобанова

Служба рекламы
(advert@soel.ru)
Ирина Савина

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:
ООО ПО «Периодика»
Адрес: 105005, Москва, Гарднеровский пер.,
д. 3, стр. 4
http://www.printshop13.ru

Перепечатка материалов допускается только
с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей
несут авторы.
Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.
© СТА-ПРЕСС, 2011

7/2011 Contents

MARKET

News from the Russian Market	4
Twenty years: Flight is OK	10
<i>Yurii Kirillov</i>	
Contract Manufacturing of Front Panels	14
<i>Sergei Rudyko</i>	

MODERN TECHNOLOGIES

COTS Initiative: What Comes Next?	16
<i>Nikolai Kol'skii</i>	

ELEMENTS AND COMPONENTS

Features and Parameters of Advanced Betop and Foryard LEDs	22
<i>Yurii Petropavlovskii</i>	
TGN Series Double-Level Noise Generators	28
<i>Viktor Bezrukov</i>	
Monolithic Microwave ICs Based on Heterostructure GaAs pin-Diodes	30
<i>Aleksei Yushchenko, Gennadii Aizenshtat, Vladimir Bozhkov, Evgenii Monastyrev</i>	

DEVICES AND SYSTEMS

Simplifying Pulse Analysis with a Dedicated Instrument	34
<i>Chris Lee</i>	
Specification for CompactPCI Serial is Complete	38
<i>Waldemar Ruf</i>	
Chroma ATE 61500 Series Programmable AC Sources	40
<i>Pavel Boev</i>	

PRACTICAL ELECTRONICS

Microcontrollers and CAN Interface	42
<i>Oleg Val'pa</i>	
Highlighting Device Based on Microcontroller	50
<i>Sergei Shishkin</i>	

DESIGN AND SIMULATION

Design of PLA-Based Optimal Control Systems for Electric Motors	54
<i>Vladimir Vychuzhanin</i>	
Electrodynamic Simulation of a Waveguide Microwave Amplifier	60
<i>Aleksandr Kurushin</i>	

PROGRAMMING

HDL Implementation of a Gigabit Ethernet Network Controller	64
<i>Aleksei Grebennikov</i>	
Use of the LPCXpresso Tool for Development of Applications Based on NXP 32-Bit Microcontrollers with ARM Cortex-M0 and Cortex-M3 Cores (Part 3)	54
<i>Pavel Red'kin</i>	

EVENTS

Workshop «Recent Trends in Developmnt of Microelectromechanical Systems»	78
---	----

Содержание 7/2011

РЫНОК

- 4 **Новости российского рынка**
- 10 **20 лет – полет нормальный**
Юрий Кириллов
- 14 **Контрактное производство передних панелей**
Сергей Рудыко

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 16 **Инициатива COTS: что дальше?**
Николай Кольский

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

- 22 **Особенности и параметры современных светодиодов фирм Vetor и Foryard**
Юрий Петропавловский
- 28 **Двухуровневые генераторы шума серии TGN**
Виктор Безруков
- 30 **Монолитные интегральные схемы СВЧ на основе гетероструктурных GaAs pin-диодов**
Алексей Ющенко, Геннадий Айзенштат, Владимир Божков, Евгений Монастырёв

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- 34 **Новый подход к измерению параметров импульсов**
Крис Ли
- 38 **Разработка спецификации CompactPCI Serial завершена**
Вальдемар Руф
- 40 **Программируемые источники переменного тока серии 61500 компании Chroma ATE**
Павел Боев

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

- 42 **Микроконтроллеры и CAN-интерфейс**
Олег Вальпа
- 50 **Устройство для создания световых эффектов на микроконтроллере**
Сергей Шишкин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 54 **Методика проектирования оптимальных систем управления электродвигателями на ПЛИС**
Владимир Вычужанин
- 60 **Электродинамическое моделирование волноводного СВЧ-усилителя**
Александр Курушин

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

- 64 **HDL-реализация сетевого контроллера Gigabit Ethernet**
Алексей Гребенников
- 54 **Использование инструментария LPCXpresso для разработки приложений на базе 32-разрядных микроконтроллеров NXP с ядрами ARM Cortex-M0 и Cortex-M3 (часть 3)**
Павел Редькин

СОБЫТИЯ

- 78 **Семинар «Последние тенденции и направления развития МЭМС»**

Уважаемый читатель!

Число бесплатных подписчиков журнала «Современная электроника» неуклонно растёт, соответственно растёт и число рассылаемых по почте журналов. Безусловно, нам приятно осознавать рост читательского интереса к нашему журналу. Но вместе с тем, всё больше подписчиков сообщают нам о фактах пропаяки журнала на почте или из почтового ящика.

Редакция гарантирует только отправку журнала бесплатному подписчику, но не может гарантировать его доставку.

Риск пропаяки журнала можно уменьшить. Во-первых, можно обратиться в отдел доставки вашего почтового отделения и оформить получение журнала до востребования. Во-вторых, можно оформить платную подписку на журнал, и в этом случае почта будет нести ответственность за его доставку.

Преимущества платной подписки:

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

«Роспечать»

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

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

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

«Артос-ГАЛ»

тел.: (495) 981-0324, 788-3988
artos-gal@mail.ru

«Интер-Почта-2003»

тел./факс: (495) 500-0060; 788-0060
interpochta@interpochta.ru
http://www.interpochta.ru

«Орикон-М»

тел./факс: (495) 663-3054
oricon@sovintel.ru

«Урал-Пресс»

http://www.ural-press.ru

Читатели из дальнего зарубежья могут оформить подписку через агентство

«МК-Периодика»

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

Новости российского рынка

Современные технологии

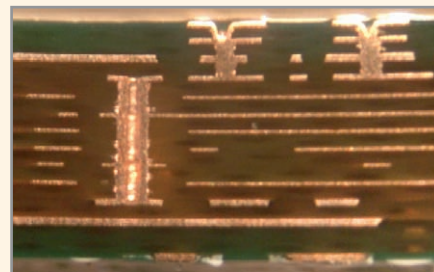
Печатные платы со «стеком» микроотверстий

Компания PCB technology освоила серийный выпуск 14-слойных печатных плат с лазерными микроотверстиями и скрытыми переходными отверстиями.

Особенность технологии состоит в том, что микроотверстия полностью заполнены медью и могут располагаться «стеком» непосредственно одно над другим.

Микроотверстие, выходящее на верхний слой ПП, также может быть заполнено медью, что позволяет разместить его непосредственно в площадках поверхностно-монтажируемых компонентов, например микро-BGA, и тем самым упрощает и ускоряет трассировку сложных и насыщенных печатных плат, не ухудшая технологичность монтажа.

Кроме того, применение лазерных микроотверстий и отказ от сквозных переходных отверстий существенно повышает на-



дёжность МПП и улучшает электрические свойства скоростных цепей.

www.pcbtech.ru

Тел.: 8 (800) 333-9722

Элементы и компоненты

Микроконтроллер на базе процессорного ядра ARM Cortex-M0 для электросчётчиков

Компания «Миландр» объявляет о выходе первых образцов микроконтроллера с малым потреблением для создания на его основе различных счётчиков электроэнергии. Микросхема создана на основе приобретённого у компании ARM® RISC-ядра ARM Cortex-M0, которое является одним из самых популярных и востребованных в мире на сегодняшний день.



Микроконтроллер работает на тактовой частоте до 36 МГц и содержит 128 Кб Flash-памяти и 16 Кб ОЗУ. Принципиальной отличительной особенностью микросхемы является наличие в её составе 24-битного 7-канального $\Sigma\Delta$ АЦП для подсчёта расхода энергии в трёхфазной сети (три канала для однофазной сети), а также наличие аппаратных блоков для вычисления среднеквадратического значения сигнала и подсчёта CRC с изменяемым полиномом. Встроенный дополнительный 12-битный АЦП может быть использован для мониторинга напряжения питания основного или батарейного доменов и содержит температурный сенсор для измерения температуры окружающей среды. Кроме это-

го, периферия включает в себя 12-битный ЦАП, компаратор, два 16-разрядных таймера с четырьмя каналами схем захвата и ШИМ с функциями формирования «мёртвой зоны», 24-разрядный системный таймер, два сторожевых таймера, контроллеры DMA, встроенные генераторы, блок PLL, интерфейсы UART(x2) и SPI, 39 пользовательских портов ввода-вывода, а также батарейный домен для сохранения основных данных в ситуациях «незапланированного» отключения питания.

Поставка отладочных комплектов с образцами микросхем запланирована на 2011 г. (IV квартал), а сама микросхема будет поставляться, начиная с 2012 г.

www.milandr.ru

Тел.: (495) 981-5433

Разъёмы QPD быстрого подключения и Н-разветвители для распределения питания

Немецкий электротехнический концерн Phoenix Contact представляет обновлённую версию четырёхполюсных соединителей быстрого подключения для распределения питания.

Новые влагозащищённые соединители серии QPD теперь также поставляются в исполнении для подземной установки (по VDE 0278-393), что значительно расширяет спектр применения этой продукции.

Компоненты кабельной разводки для распределения питания (Н-разветвители QPD и разъёмы с технологией быстрого подключения Quickon IDC) находят широкое применение как у производителей светильников для уличного освещения, так и у installаторов.

Перечень возможных применений не ограничивается только системами освещения, отопления, вентиляции или кондиционирования. Разъёмы QPD могут также ис-



пользоваться для более быстрого и удобного подключения к силовым и сигнальным цепям современных электродвигателей.

Ключевым преимуществом соединителей QPD, помимо высокой степени защиты IP68, отличных электрических параметров (рабочее напряжение до 690 В, номинальный ток на один контакт 20 А), широкого температурного диапазона эксплуатации (от -40 до +80°C), является также возможность быстрого монтажа в полевых условиях без использования специального инструмента.

<http://www.eshop.phoenixcontact.ru>

Тел.: +7 (495) 933-8548

Новое поколение кварцевых генераторов ОАО «Морион» в категории качества ВП

ОАО «Морион» (Санкт-Петербург) представляет новый прецизионный термокомпенсированный кварцевый генератор ГК270-ТК. Ключевой особенностью прибора является сочетание следующих характеристик:



Новости российского рынка

- стабильность частоты на уровне термостатированного генератора ($\sim 10^{-7}$);
- малое значение потребляемой мощности – как после включения генератора, так и в установившемся режиме (около 100 мВт);
- малое время стабилизации частоты после включения (около 2...3 с);
- низкий уровень фазовых шумов.

ГК270-ТК является продолжением семейства качественно новых прецизионных термостатированных генераторов ГК202-ТК и ГК203-ТК, но при этом разработан для поставок в категории качества ВП.

ГК270-ТК имеет стандартные частоты: 9,8304; 10,0; 12,288; 12,8 МГц, выходной сигнал SIN и напряжение питания 5 или 12 В. Прибор обеспечивает температурную стабильность частоты до $1,0 \times 10^{-7}$ в широком интервале рабочих температур $-50...+70^\circ\text{C}$ и долговременную стабильность частоты до $1,5 \times 10^{-7}$ за год. Генератор выполнен в стандартном корпусе с размерами $36 \times 27 \times 12,7$ мм, однако при этом имеет очень перспективное исполнение с высотой 10 мм.

ГК270-ТК предназначен для специальных применений и будет поставляться в категории качества ВП со 4-го квартала 2011 г.

Также ОАО «Морион» закончил разработку и освоение в серийном производстве новой модели малогабаритного прецизионного термостатированного генератора категории качества «ВП» (приёмка «5») – ГК208-ТС.

ГК208-ТС имеет стандартный европейский корпус с размерами 36×27 мм и высотой 16 мм. Новая модель характеризуется высокой температурной стабильностью (до $\pm 5 \times 10^{-10}$) в широком интервале рабочих температур ($-60...+85^\circ\text{C}$) и высокой долговременной стабильностью (до $\pm 3 \times 10^{-9}$ /год).

ГК208-ТС имеет низкий уровень фазовых шумов: до -125 дБ/Гц для $\Delta f = 10$ Гц и до -155 дБ/Гц для $\Delta f = 10$ кГц. ГК208-ТС выпускается с напряжением питания 12 В и выходными сигналами SIN или КМОП.

Дополнительная информация об этих и других новых приборах доступна на сайте ОАО «Морион» www.morion.com.ru.

www.morion.com.ru

Тел.: (812) 350-7572, (812) 350-9243

Блоки питания для фильтров воды

ООО «Балтийская электронная компания» разработало и производит специальную серию блоков питания для систем электрохимической очистки и нормализации питьевой воды. Получаемая с их помощью вода не только успешно очищена от



механических, химических и бактериологических примесей, но и обладает уникальными лечебно-профилактическими свойствами благодаря структуризации и отрицательному кислительно-восстановительному потенциалу. Данная технология требует подачи на электроды реактора стабилизированного по току постоянного напряжения 24...36 В, причём она должна осуществляться по определённому алгоритму. Мощность блока питания зависит от производительности установки и в существующем номенклатурном ряде составляет от 50 до 500 Вт. Для индикации режимов работы используется звуковая и световая индикация, на мощных блоках предусмотрено цифровое отображение значений тока и выходного напряжения. Источники питания производства ООО «БЭК» используются в системах водоподготовки, известных на рынке под торговыми марками «БСЛ-Мед», «Русская Вода», «Водолей», «Аквадон». Эффективность такого метода очистки ведёт к появлению на рынке новых производителей, которым ООО «БЭК» может предложить сотрудничество в разработке оригинальной электронной части устройств.

Благодаря партнёрским отношениям с производителями, ООО «БЭК» имеет возможность поставлять различные системы водоподготовки по привлекательным ценам.

www.bec.spb.ru

Тел.: (812) 449-0270

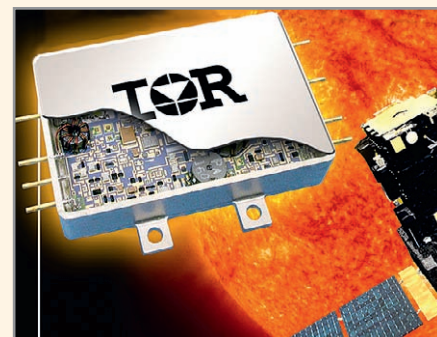
Радиационно-стойкие низковольтные DC/DC-преобразователи серии LS со встроенным помехоподавляющим фильтром

Компания International Rectifier представляет радиационно-стойкие (RAD-Hard™) одно- и двухканальные DC/DC-преобразователи серии LS с низкими уровнями выходных напряжений. Модули, которые включают в себя помехоподавляющий фильтр, обеспечивающий соответствие

требования стандарта MIL-STD-461C к уровню кондуктивных помех CE03, позволяют получить выходные напряжения от 1,5 до 15 В с типовым значением КПД 83%, что по крайней мере на 5% больше, чем у устройств ближайших конкурентов.

Напряжение питания современных ИМС FPGA, ASIC и DSP составляет от 3,3 до 2 В и ниже. Преобразователи серии LS предлагают проверенные и эффективные стандартные решения, которые обеспечивают подавление помех. Включение помехоподавляющего фильтра позволяет упростить схему управления электропитанием для новых модулей, используемых в аппаратуре космических спутников, включая низкоорбитальные, среднеорбитальные, геостационарные, а также в аппаратуре для научных целевых программ, которые требуют срока активного существования до 15 лет или требуют значений накопленной дозы 100 крад по объёмному кремнию.

Низковольтные преобразователи созданы с применением проверенной, патентованной конструкции, использующей схему ШИМ-контроллера на дискретных компонентах с известными параметрами радиационной стойкости согласно требованиям стандарта MIL-STD-975. Устройства характеризуются значением накопленной дозы более 100 крад (Si), гарантируется отсутствие одиночных эффектов от воздействия протонов и ионов с пороговыми линейными потерями энергии (ЛПЭ) в веществе более 82 МэВ см²/мг в соответствии с требованиями стандарта MIL-STD-883.



Фиксированная частота преобразования одноканальной прямоходовой структуры составляет 575 кГц. Другими свойствами являются диапазон входных напряжений 18...40 В, трансформаторная развязка в контуре обратной связи, обеспечивающая небольшое взаимовлияние каналов при несбалансированной нагрузке, подстройка выходного напряжения; вес устройства не превышает 85 г.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Новости российского рынка

Высокоэффективные DC/DC-преобразователи с низковольтными выходными напряжениями – решение для высоконадёжных применений на борту космических аппаратов, использующих цифровые технологии

Компания International Rectifier, мировой лидер в технологии управления электропитанием, представила радиационно-стойкие (RAD-Hard™) DC/DC-преобразователи серии GH. Новые 50-Вт устройства разработаны для максимизации КПД в бортовой аппаратуре космических аппаратов с длительными сроками активного существования до 15 лет.



Преобразователи серии GH предназначены для применения в конструкциях, использующих цифровые сигнальные процессоры и технологии FPGA (программируемые вентильные матрицы), которые требуют напряжения питания не менее 1 В. Основными свойствами преобразователей являются: диапазон входного напряжения от 18 до 40 В, значение накопленной дозы в кремнии свыше 100 крад, отсутствие одиночных эффектов от воздействия протонов и ионов при пороговых линейных потерях энергии (ЛПЭ) более 82 МэВ см²/мг, встроенный помехоподавляющий фильтр, совместимый с силовыми шинами большей части спутников, и масса менее 110 г.

В качестве высокоэффективного решения с низкими выходными напряжениями, преобразователи серии GH характеризуются уменьшенной массой и габаритами, а также расширенной полосой пропускания цепи обратной связи, что обеспечивает отличные динамические характеристики.

DC/DC-преобразователи серии GH созданы с использованием проверенной методики разработки приборов «космического» уровня, которая включает выбор широко известных надёжных компонентов, полностью отвечающих требованиям стандарта MIL-STD-1547 к отклонению от номинальных параметров. Преобразователи отличаются трансформаторной развязкой в

контуре обратной связи для обеспечения надёжной работы в условиях воздействия ионизирующих излучений космического пространства.

Предлагаются модели с выходными напряжениями от 1 до 5 В, номинальными выходными токами до 20 А и высоким значением КПД до 87%. Выходное напряжение регулируется в диапазоне $\pm 10\%$ внешним резистором для точной установки требуемого напряжения. Модули обладают также следующими сервисными функциями: внешняя обратная связь, дистанционное включение/выключение, защита от пониженного входного напряжения и синхронизация частоты преобразования для применений с большим числом модулей.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Транзисторы MOSFET с низким сопротивлением открытого канала для применения в автомобильном электрооборудовании

Компания International Rectifier представила семейство силовых транзисторов MOSFET для применения в автомобильном оборудовании, требующем небольшого значения сопротивления открытого канала $R_{DS(ON)}$, включая приложения с тяжёлой нагрузкой, используемые в традиционных платформах с двигателями внутреннего сгорания, микро- и гибридных автотранспортных платформах.



Новые планарные устройства характеризуются небольшим сопротивлением открытого канала $R_{DS(ON)}$ и доступны с диапазоном рабочего напряжения от 40 до 75 В в разнообразных корпусах для поверхностного монтажа и установки в отверстия печатной платы. AU1RL1404S является транзистором MOSFET с затвором, управляемым логическим уровнем сигнала при 40-В рабочем напряжении. Другие устройства, включённые в новое семейство, являются транзисторами MOSFET со стандартным управлением затвором с максимальными рабочими напряжениями 40, 55 и 75 В.

«Выполненные на основе проверенной технологии компании IR, эти новые планарные транзисторы MOSFET обеспечивают хорошие технические показатели в линейном режиме работы. Широкий ряд рабочих напряжений делает их также пригодными для применений на автотранспортных средствах, использующих бортовую сеть с высоким уровнем напряжения, таких как грузовики», – заявил Jifeng Qin, менеджер по продукции подразделения компонентов для автомобильной промышленности.

Транзисторы MOSFET для применения в автомобильном электрооборудовании подвергаются статическим и динамическим испытаниям в сочетании со 100-% автоматической визуальной проверкой на уровне пластин, что является частью программы качества подразделения автомобильной электроники для обеспечения полного отсутствия дефектов. Сертификация продукции согласно AEC-Q101 требует, чтобы сопротивление открытого канала $R_{DS(ON)}$ изменялось не более чем на 20% после 1000 циклов изменения температуры. Однако максимальное изменение сопротивления открытого транзистора IR составляет не более 10% при 5000 циклических изменений температуры.

www.prochip.ru

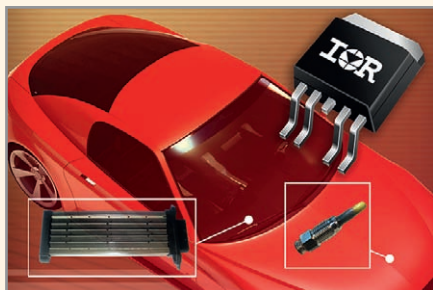
Тел.: (495) 232-2522

Компания IR представляет интеллектуальные силовые ключи с высоким уровнем интеграции с функцией измерения тока для применения в автомобильном электрооборудовании

Компания International Rectifier, мировой лидер в технологии управления энергией, представила семейство AU1R331x интеллектуальных силовых ключей (Intelligent Power Switch, IPS) для применения на стороне высокого напряжения с точным измерением тока и встроенными защитными цепями, предназначенных для применения в автомобильном электрооборудовании. Новые силовые ключи повышают надёжность при интеллектуальном управлении распределением зажигания, дополнительными нагревателями, приводами систем управления охлаждающими вентиляторами двигателей и расположенными в кабине контроллерами вентиляторов.

Точность измерения тока, особенно при малых токах, делает возможным точный текущий контроль тока нагрузки, для того

Новости российского рынка



чтобы предоставить дополнительные данные микроконтроллеру при диагностике. Типичными примерами являются обнаружение разомкнутой нагрузки, раннее предупреждение об условиях перегрузки или состоянии останова мотора. Кроме того, модель AUIR3316S, являющаяся исполнением AUIR3313S с медленным включением, помогает минимизировать помехи в автомобильных системах, чувствительных к электромагнитным помехам.

«Семейство AUIR331x оснащено всеми защитными функциями для обеспечения безопасного и надёжного применения в автомобилях при постоянном токе до 30 А и пиковом токе 90 А. Функция точного определения тока улучшает диагностические возможности систем и модулей на основе микропроцессоров», – заявил David Jacquinod, менеджер по маркетингу подразделения компонентов для автомобильного электрооборудования.

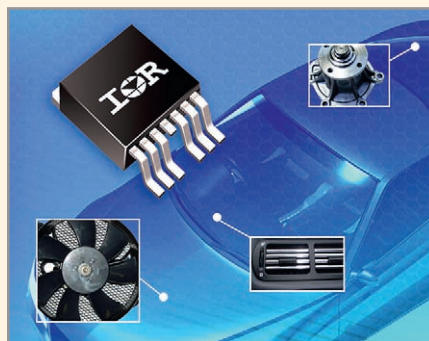
Дополнительно к функции обратной связи по току, семейства устройств AUIR331x оснащены функцией отключения при перегреве и перегрузке по току, что обеспечивает возможность функционирования в условиях короткого замыкания в соответствии с требованиями новейшего стандарта AEC Q100-012. Во многих применениях могут быть исключены дополнительные защитные устройства, такие как предохранители. Функция защитного выключения при перегрузке по току является программируемой, что делает возможной оптимизацию в соответствии с требованиями нагрузки или конкретного применения.

В случае изменения полярности напряжения аккумуляторной батареи, встроенная схема защиты включит основной MOSFET-ключ, помогая разгрузить внутренний диод, уменьшить или исключить тепловые проблемы. Дополнительные функции, такие как защита от электростатического разряда и активная схема ограничения, гарантируют безопасное функционирование и защиту в жёстких рабочих условиях автомобильного оборудования.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Интеллектуальные силовые ключи с высоким уровнем интеграции с активным контролем за di/dt в системах управления автомобильными двигателями

Компания International Rectifier представила интеллектуальный силовой ключ (Intelligent Power Switch, IPS) AUIR3330S с патентованным активным управлением di/dt , характеризующимся тем, что значительное уменьшение кондуктивных помех и потерь переключения упрощает конструкцию и сокращает стоимость системы управления автомобильным двигателем.



Новые устройства с рабочим напряжением 40 В объединяют компенсационный стабилизатор напряжения, генератор подкачки и драйвер верхнего плеча в одном корпусе. Нагрузка может управляться с частотой до 40 кГц со 100-% коэффициентом заполнения. Кроме того, AUIR3330S отличается программируемой защитой от перегрузки по току и перегрева, необходимой для приложений, работающих в жёстких условиях автомобильного электрооборудования, таких как насосы и вентиляторы. Интеллектуальный AUIR3330S характеризуется также обратной связью по току, функцией диагностики, очень низким значением потребления тока в дежурном режиме и защитой от электростатического разряда.

«Прогрессивное активное управление di/dt радикально уменьшает кондуктивные помехи на входе источника питания без повышения потерь переключения, обеспечивая тем самым уменьшение размеров помехоподавляющего фильтра и радиатора для более эффективных компактных автомобильных систем», – заявил David Jacquinod, менеджер по продукции подразделения компонентов для автомобильного оборудования компании IR.

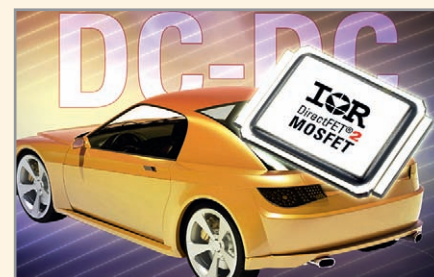
www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Транзисторы MOSFET в корпусах DirectFET[®]2, оптимизированные для преобразования постоянного напряжения в автомобильном оборудовании, требующем высокой удельной мощности и эффективности

Компания International Rectifier объявила о начале поставок силовых транзисторов MOSFET DirectFET[®]2 (второго поколения), оптимизированных для преобразования DC/DC в автомобилях с двигателями внутреннего сгорания, гибридных и электрических автотранспортных средствах.

Новые серии включают AUIRL7732S2 MOSFET и AUIRL7736M2 MOSFET с 40-вольтовым уровнем управления затвором, оптимизированные для минимизации потерь переключения и проводимости в DC/DC-преобразователях. Устройства могут быть также использованы в большей части применений с тяжёлыми нагрузками, такими как приводы инверторов в насосах и вентиляторах и замены реле в распределительных коробках.

«Новая конструкция корпуса транзистора DirectFET2 обеспечивает низкое значение сопротивления в открытом состоянии и в 10 раз меньшую паразитную индуктивность, чем у корпусов D2Pack, что обеспечивает высокую частоту переключения с пониженными затухающими колебаниями и помогает ограничить электромагнитные помехи и размеры фильтра. Достоинством также является отвод тепла с двух сторон и низкое сопротивление в открытом состоянии. Новые автомобильные комплекты DirectFET2 являются идеальным решением для преобразования постоянного напряжения», – заявил Benjamin Jackson, менеджер по продукции подразделения компонентов для автомобильного электрооборудования компании IR.



Транзистор MOSFET AUIRL7732S2 с логическим уровнем управления характеризуется низким значением заряда затвора (Q_g) и площадью основания на 38% меньшей, чем у корпуса SO-8, что делает их применимыми в понижающих преобразователях с синхронным выпрямлением в качестве выпрями-

Новости российского рынка

телей. Транзистор MOSFET AU1RL7736M2 предназначен для применения в качестве синхронного выпрямителя и характеризуется низким значением сопротивления открытого канала $R_{ds(on)}$ (2,2 мОм) и площадью основания, равной площади 5 × 6 мм корпуса PQFN или посадочного места корпуса SO-8. Небольшая индуктивность AU1RL7732S и AU1RL7736M2 обеспечивает лучшие показатели переключения при более высоких частотах, чем у традиционных транзисторов MOSFET.

Линия продукции DirectFET2 для автомобильного электрооборудования создана с целью производства продуктовой платформы, специально разработанной для автомобильных применений.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

Модули ЖК-дисплеев с 16 знаками × 2 строки, выполненные с применением технологии COG для соединения кристаллов драйверов с выводами на стеклянной подложке ЖКИ

Компания Raystar Optronics начала производство новых моделей ЖК-индикаторов с организацией 16 знаков × 2 строки RX1602A3, RX1602A4 и RX1602A5, выполненных с применением технологии COG (Chip on Glass – кристалл на стекле). Применение технологии COG позволило получить конструкцию с небольшим весом и низким потреблением мощности.

В качестве контроллера применяется ИМС ST7032i и имеется встроенный интерфейс I²C.

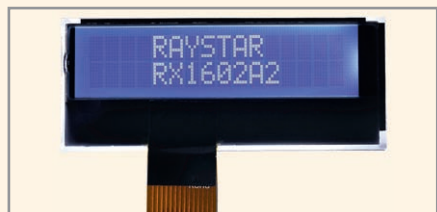
Эти ЖК-дисплеи могут работать в диапазоне температур от –20 до +70°С; диапазон температур хранения от –30 до +80°С.

Основные технические характеристики:

- типы ЖК-дисплея: FSTN (Film compensated STN, дисплеи с чёрно-белым контрастом, использующие компенсационные фильтры-корректоры)/просветно-отражающие/позитивное изображение;

- тип подсветки: светодиодный на основе двух кристаллов светодиодов белого свечения;

- метод управления: мультиплексирование строк 1/16, выбор режимов bias 1/5;



- напряжение питания: 3 и 5 В;
- размеры корпусов модулей: 74,2 × 25,5 мм (макс.) (RX1602A3), 62,8 × 23 мм (RX1602A4), 51,2 × 20,7 мм (RX1602A5);
- видимая область экрана: 61 × 15,1 мм (RX1602A3), 51,5 × 12,2 мм (RX1602A4), 40 × 10 мм (RX1602A5);
- рабочая площадь экрана: 56,2 × 11,5 мм (RX1602A3), 47,6 × 9,7 мм (RX1602A4), 38 × 8 мм (RX1602A5);
- число знаков: 16 знаков × 2 строки;
- интерфейс: I²C, последовательный;
- питание 3/5 В;
- размер пикселя: 0,55 × 0,65 мм (RX1602A3), 0,48 × 0,54 мм (RX1602A4), 0,36 × 0,43 мм (RX1602A5);
- шаг пикселя: 0,6 × 0,7 мм (RX1602A3), 0,53 × 0,59 мм (RX1602A4), 0,41 × 0,48 мм (RX1602A5).

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

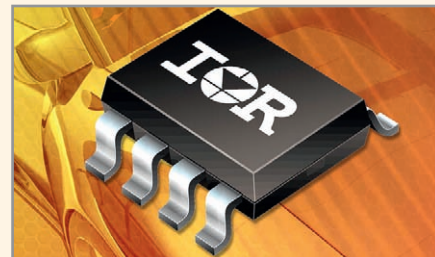
Новая серия транзисторов MOSFET для автомобильного электрооборудования обеспечивает прочное, компактное системное решение

Компания International Rectifier начала производство ряда силовых транзисторов MOSFET для применения в автомобилях с двигателями внутреннего сгорания и гибридных автотранспортных платформах.

Созданные с применением проверенной планарной технологии, новые устройства MOSFET доступны в корпусах SO-8. Включая как одиночные, так и сдвоенные устройства с каналами р- и п-типа, дополнительно к устройствам с каналами п- и р-типа, интегрированными в одном корпусе, новая серия обеспечивает прочное, компактное системное решение для управления несколькими выходными устройствами или полумостовыми структурами в автомобильных применениях.

«Доступная в широком ряде напряжений и конфигураций в корпусе SO-8 и использующая планарную технологию IR, новейшая серия (AU1RF7xxx) транзисторов MOSFET для автомобильной электроники обеспечивает прочное компактное решение, хорошо приспособленное для приложений, где надежные транзисторы MOSFET необходимы для управления резистивными и индуктивными нагрузками», – заявил Benjamin Jackson, менеджер по продукции подразделения компонентов для автомобильной электроники компании IR.

Транзисторы MOSFET для автомобильного оборудования подвергаются статичес-



ким и динамическим испытаниям в сочетании со 100-% визуальным контролем на уровне подложек для обеспечения бездефектности продукции. Новые устройства сертифицированы на соответствие стандартов AEC-Q101.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

XP Power расширяет ряд DC/DC-преобразователей, предназначенных для применения в военных автомобилях и авиационной аппаратуре

Компания XP Power представила серии MTC35 и MTC50 35- и 50- ваттных DC/DC-преобразователей, предназначенных для применения в аппаратуре широкого ряда военных автотранспортных средств и авиационной аппаратуре. Эти чрезвычайно крепкие и герметизированные модули для установки на печатную плату работают от сети постоянного напряжения с диапазоном от 10 до 40 В и выдерживают выбросы напряжения до 50 В с длительностями до 100 мс. Одноканальные модули доступны с выходными напряжениями +3,3; +5; +12; +15 и +28 В и могут подстраиваться в пределах между –20...+10% через внешний вывод регулировки.

При использовании стандартных модулей фильтров серий DSF, FSO и MTF совместно с преобразователями серии MTC обеспечивается соответствие требованиям стандартов MIL-STD1275A/B/C/D и MIL-STD704A по стойкости к воздействию провалов и выбросов напряжения и требованиям стандарта MIL-STD 461E/F к генерируемым кондуктивным помехам и устойчивости к воздействию кондуктивных помех. Модули соответствуют требованиям стандарта MIL-STD810 к таким воздействующим факторам среды, как уда-



Новости российского рынка

ры, вибрационные воздействия, влажность, температура, соляной туман и высота

С отводом тепла через основание корпуса, преобразователи могут применяться в широком диапазоне температур от -40 до максимальной температуры корпуса $+100^{\circ}\text{C}$. Включаются модули при температуре не ниже -55°C .

Модули оснащены следующими сервисными функциями: дистанционное включение/выключение, сигнал предупреждения о перегреве и выключение преобразователя при перегреве, внешняя синхронизация с частотой $400\dots 500$ кГц. Компенсация падения напряжения на соединительных линиях нагрузки до $0,5$ В.

XP Power предлагает обширный ряд DC/DC-преобразователей класса COTS с выходными мощностями от 5 до 150 Вт.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Сверхкомпактные 15...40-Вт источники питания AC/DC для установки на печатную плату или шасси

Компания XP Power объявила о расширении своего ряда сверхкомпактных источников питания AC/DC с высоким значением удельной мощности. Среди новых источников питания – герметизированные одноканальные источники питания серии ECE и многоканальные источники питания существующей серии ECL.

Серия ECE20 включает герметизированные 20-Вт источники питания с габаритами $27,7 \times 52,4 \times 23$ мм, тогда как модели ECE40 имеют размеры $38,1 \times 78,7 \times 27,9$ мм и выходную мощность 40 Вт.

Модели серии ECE40 также герметизированные и доступны для монтажа на печатную плату или выполнены в корпусе с винтовыми зажимами для монтажа на шасси. Удельная мощность у ECE20 и ECE40 составляет $9,97/7,82$ Вт/дюйм³. Габариты модулей серии ECE20 на 38% меньше, у предшествующих 15-Вт моделей.

Предполагается, что они являются наименьшими 20- и 40-Вт герметизированными



ми изделиями на рынке и имеют наивысшую удельную мощность в соответствующих классах.

Обеспечивая все популярные номинальные напряжения от $+3,3$ до $+48$ В постоянного тока, одноканальные модули серии ECE являются идеальными для ряда маломощных применений в ограниченных по площади конструкциях.

Также выпущены двухканальные и трёхканальные 15- и 30-Вт варианты популярной серии ECL. Эти компактные источники питания с размерами, начинающимися от $30,7 \times 62 \times 24,4$ мм, доступны в исполнении «открытый каркас» или герметизированы для монтажа на печатную плату и шасси с разъёмами или винтовыми зажимами. Новые многовыходные модели обеспечивают сочетания выходных напряжений ± 12 , ± 15 , $5/12$, 5 ± 15 В.

Все модули в сериях ECE и ECL характеризуются потребляемой мощностью в режиме холостого хода менее $0,3$ Вт, что обеспечивает соответствие законченных изделий признанным международным стандартам эффективности использования энергии.

Предназначенные для работы в температурном диапазоне от -10 до $+50^{\circ}\text{C}$ без понижения мощности, преобразователи могут функционировать в большей части рабочих условий без применения дополнительных теплоотводов или принудительного воздушного потока. Работа до $+70^{\circ}\text{C}$ возможна с понижением мощности.

Модули соответствуют требованиям стандарта EN55022, уровень В, к кондуктивным помехам и излучаемым помехам без необходимости применения дополнительных фильтрующих компонентов.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Сверхкомпактные 20-Вт DC/DC-преобразователи с высокой удельной мощностью

Компания XP Power объявила о расширении своего ряда маломощных DC/DC-преобразователей в металлических корпусах 20-ваттными моделями серий JCM20 и JTK20. Предназначенные для применения в стеснённых по площади приложениях, эти чрезвычайно эффективные преобразователи для монтажа на поверхность печатной платы обеспечивают один или два канала стабилизированных выходных напряжений из сверхкомпактного ($25,4 \times 25,4 \times 9,9$ мм) корпуса. Достигнув выдающихся в промышленности значений удельной мощности до 51 Вт/дюйм³ и КПД до 89% , эти чрезвычайно компактные модули являются идеальными



ми для применений, где площадь печатной платы для установки преобразователя должна быть минимальной и требуется стандартное расположение выводов. Эти изделия могут заменить существующие устройства в корпусах $1" \times 2"$, уменьшив таким образом требуемую площадь платы на 50% .

Модули серии обеспечивают широкий ($4 : 1$) диапазон входного напряжения и доступны с входными напряжениями от 9 до 36 В или от 18 до 75 В. Модули серии JCM20 обеспечивают три диапазона входных напряжений: от 9 до 18 В; от 18 до 36 В и от 36 до 75 В постоянного тока. Одноканальные модули обеспечивают на выходе напряжения $+3,3$; $+5$; $+12$ и $+15$ В, двухканальные модули обеспечивают напряжения ± 5 ; ± 12 или ± 15 В. Нестабильность по току и по напряжению составляют $\pm 0,5\%$ во всём диапазоне входных напряжений и нагрузок для одноканальных моделей и менее $\pm 1\%$ для двухканальных моделей. Одноканальные модели имеют функцию регулировки выходного напряжения в пределах $\pm 10\%$ от номинального значения. Изоляция вход-выход и вход/выход от корпуса составляет 1600 В постоянного тока.

Модули серии JTK20 могут обеспечивать полную нагрузку в диапазоне температур от -40 до $+55^{\circ}\text{C}$, а модули серии JCM20 до $+65^{\circ}\text{C}$ без применения дополнительных теплоотводов или принудительного воздушного потока. С понижением выходной мощности модули серии JCM20 способны функционировать до $+100^{\circ}\text{C}$, а модули серии JTK20 – до $+105^{\circ}\text{C}$.

Обе серии оснащены командным входом дистанционного включения/выключения. Эта функция может использоваться для управления выходными каналами или формирования последовательности процедур включения отдельных модулей в соответствии с необходимым алгоритмом решения той или иной задачи аппаратуры. Все модули обладают также защитами от перегрузки по току, перенапряжения и короткого замыкания.

Модули обеспечиваются трёхлетней гарантией.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

20 лет – полет нормальный

Юрий Кириллов, генеральный директор ЗАО «НПП «РОДНИК»»

Компании «РОДНИК» исполняется двадцать лет. Исторический очерк о системном интеграторе НПП «РОДНИК» с первых дней основания и до настоящего времени.

Компании «РОДНИК» исполняется двадцать лет. Эта короткая фраза говорит и всё, и ничего. Всё – потому что российских компаний, проработавших на рынке 20 лет (особенно в сфере ИТ), крайне мало и сам по себе этот факт является исчерпывающей рекомендацией. Ничего – потому что в ней невозможно вместить немалый кусок жизни, прошедший с 16 сентября 1991 г. – первого рабочего дня нашей компании.

С тех пор уже выросло целое поколение людей, которые не знают или не помнят того времени. А время было необыкновенное. Страна только что пережила путч. Народ победил ГКЧП и полной грудью вдохнул воздух свободы. Многие испытывали настоящую эйфорию от этого, но почти всех тревожило будущее, угнетала неопределённость.

И вот тогда три человека: ваш покорный слуга, Александр Пинаев и Александр Поделько, у каждого из которых была своя жизнь, своя работа, решили резко изменить собственную судьбу. На пустом месте, без какой-либо базы, на голом энтузиазме решили создать компанию по производству и продаже программного обеспечения. Все мы были программистами – это и предопределило профиль будущей компании. Мы были крайне далеки по менталитету и воспитанию от распространённого в «лихие 90-е» стремления сколотить капитал на чём угодно и как угодно. Поэтому выбрали название – «Родник» – как символ чистоты, прозрачности и честности.

Вначале было очень сложно. Рынка программного обеспечения ещё не было. Многие руководители вообще не понимали, почему они должны платить деньги за какую-то дискету. Свою первую рекламу мы расклеивали на столбах у входов в метро. Сейчас это выглядит дико, но тогда казалось эффективным. Несмотря на все трудности, удалось сформировать определённый продуктовый портфель: от

бухгалтерских программ до систем документооборота. Эти системы имели немалый коммерческий успех. И уже в декабре 1991 г., в лютую стужу, мы везли в кузове грузового открытого «Урала» первые собственные компьютеры. До этого мы арендовали как компьютеры, так и комнату в доме № 23 по Электродной улице, у дружественной компании СКИМ, которая занималась совершенно иным бизнесом. Сейчас это кажется смешным: наша первая сеть состояла из шести 286-х компьютеров с дисками по 40 Мб и сверхмощного по тем временам 386-го сервера с огромным жёстким диском 80 Мб. Но тогда мы этим гордились.

Тем временем в компанию приходили всё новые сотрудники. Мне хочется в юбилейный год перечислить поимённо людей из самого первого состава «Родника». Помимо уже названных, это Виктор Данилов, Наталья Морозова, Ольга Кузьмина, Ваган Саруханов, Екатерина Князева, Юрий Ковалёв, Сергей Маргарян, Сергей Ерошкин. Судьба сложилась по-разному, некоторые уже работают в других компаниях, но, надеюсь, с теплотой вспоминают нашу совместную работу в те далекие годы – немного наивную, немного романтическую, порой самоотверженную до ночи и до упада.

С 1992 г. компания начала поставлять компьютерную технику. Причиной стала забавная ситуация.

Мы сдавали одну из наших систем заказчику – префектуре Западного округа Москвы. Всё шло гладко, но вдруг сотрудник префектуры сообщил, что с одним из компьютеров, где установлена наша программа, произошло что-то ужасное. Посмотрели – действительно: компьютер «мёртвый». Открыли корпус и обнаружили огромный радиатор на 286-м процессоре. Стало ясно, что установлен бракованный процессор, а для того чтобы компьютер прошёл начальную проверку, к процессору приделали

радиатор для теплоотвода (в те далекие времена процессоры не грелись так сильно и не требовали специальных систем охлаждения). ПК включали, покупатель видел, что он работает, и покупал его. А через 15 мин работы он вставал из-за перегрева процессора.

Эту ситуацию мы разрешили мягким методом: направили внутрь открытого корпуса бытовой вентилятор. Компьютер успешно заработал. Но мы осознали, что нашу страну использовали как мировую свалку, массово завозя устаревшие и неисправные неликвиды под видом компьютерной техники. Сейчас к тому, что это происходит во всех отраслях, а не только в ИТ, уже все привыкли. Но нам тогда стало очень обидно за страну. И мы приняли решение поставлять в Россию самые лучшие и передовые компьютеры. Просто потому, что российские инженеры, конструкторы, разработчики очень талантливы и, бесспорно, достойны того, чтобы работать на самой лучшей технике.

Это предопределило дальнейшее развитие компании. Под лозунгом «В Россию – только лучшее» мы стали поставлять высокопроизводительные и качественные американские компьютеры. Нельзя сказать, что наш путь был усыян розами. Многие российские заказчики тогда предпочитали выбирать продукт на основе только одного свойства – низкой цены. А наша продукция, конечно, была дороже. Тем не менее, настойчивость и упорство принесли свои плоды: многие, наконец, стали понимать, что такое общая цена владения и что бесплатный сыр бывает только в мышеловке.

Эта стратегия привела к тому, что нам во многом пришлось быть пионерами. Так, мы одними из первых стали поставлять в Россию промышленные компьютеры в защищённом исполнении. Сегодня все понимают, что используемые в жёстких условиях окружающей среды компьютеры должны быть защищены от её воздействия. Иначе они просто выйдут из строя. А в те времена это было открытием каким-то. Многие руководители просто не могли понять, почему



20 лет

ПОЛЕТ НОРМАЛЬНЫЙ

www.rodnik.ru

они должны платить за промышленный компьютер гораздо больше, чем за офисный.

Мы были первыми, кто стоял у истоков создания цивилизованного рынка средств проектирования электронных устройств. В начале 90-х в электронной промышленности преимущественно использовались нелегальные копии DOS'овской версии P-CAD, которая была закуплена ещё во времена СССР, а затем широко растиражирована. Многие вообще разводили печатные платы на кульманах с помощью линейки и ластика. И вообще электронная промышленность тогда находилась в состоянии развала. Несмотря на это, нам удалось вовремя увидеть перспективы развития рынка средств проектирования. Были налажены отношения с ведущими мировыми поставщиками, набраны высококвалифицированные специалисты, разработаны комплексные решения.

Мы первыми оценили возможности, которые предоставляют проектировщикам различного рода систем управления средства передачи данных по радиоканалу. В те далёкие времена даже проводная передача данных применялась не везде. Нам приходилось доказывать эффективность беспроводной передачи данных, её безальтернативность в ряде приложений. Был подготовлен большой набор решений на основе технологий канадской компании Dataradio, которые успешно применяются на различных вертикальных рынках для создания гетерогенных технологических радиосетей.

Одними из первых мы стали поставлять на российский рынок отказоустойчивые системы повышенной готовности на базе решений американской компании Marathon Technologies.

Нам было неинтересно просто продавать железки с полки. Именно желание постоянно познавать что-то новое, готовить и предлагать интегрированные решения на основе синтеза совершенно разнородных технологий, программного обеспечения и аппаратуры ещё в середине 90-х годов создало нам устойчивую репутацию компании, способной решать любые, самые нестандартные задачи.

В конце 90-х в основном сложился современный продуктовый портфель компании и области её компетенции. Мы преодолели детские болезни и перестали хвататься за всё, что казалось

интересным. Мы поняли, что объять необъятное нельзя, и решили сосредоточиться на том, что мы знали и умели лучше других. Нам повезло участвовать в очень ответственных и уникальных проектах. Жизнь была прекрасна, а будущее казалось радужным.

Но пришёл август 1998 г. Президент страны убедительно доказывал её жителям, что никакого дефолта и кризиса не будет. Через короткое время премьер-министр объявил и то, и другое. В течение пары недель курс рубля обвалился в четыре раза. Сегодня уже не все помнят, что доллар когда-то был эквивалентен 6 руб., а не 30, как в последние годы. Кризис. Обвал. Полная потеря покупательной способности заказчиков. Какие там компьютеры и программы, когда нечем платить за электричество и зарплату собственным работникам?

Жуткое было время. Я никогда не забуду цифру оборота компании в октябре 1998 г. Он составил эквивалент 8 тыс. долл. США. Из них нашей прибыли было меньше тысячи. Из чего оплачивать содержание компании, налоги, из чего зарплату платить уже не маленькому тогда коллективу? Последующие месяцы были немногим лучше. Многие ИТ-компании либо прекратили своё существование, либо сильно сократили работников. Я хорошо помню, как в конце 1998 г. я приехал в одну крупную (и ныне здравствующую) ИТ-компанию. Она занимала не очень большое четырёхэтажное здание. До дефолта там кипела жизнь в каждом кабинете. Здание казалось тесным. Теперь же окна двух этажей были тёмными – им пришлось сократить более половины сотрудников, чтобы выжить.

Нами было принято единственное верное решение: сохранить уникальный коллектив. Съели все подкожные жировые запасы, но ни одного человека не сократили. Выстояли.

Забавно, но тот кризис выявил конкурентные преимущества нашей продукции. Мы поставляли многим заказчикам компьютеры американского производства. Наряду с этим с 1995 г. мы производим ПК под своей торговой маркой. И вот после дефолта у многих заказчиков не нашлось средств на американские компьютеры. Стали покупать «родниковские». А когда экономика вернулась в нормальное состояние, они вообще отказались от амери-

канских в пользу наших. Спрашиваем: «Почему?». Слышим ответ: «А ваши лучше».

Сейчас модно говорить, что кризисы даже полезны. Возможно, это и так, ведь законы естественного отбора действуют и в бизнесе. Выживают сильнейшие. И приятно осознавать, что наша компания оказалась в их числе. Но я бы предпочёл обойтись без подобных стрессов.

В начале 2000-х наступило оживление экономики. Обороты и прибыль компании вновь начали расти, в том числе и из-за отложенного спроса. В этот период окончательно сформировалась организационная структура компании. Появились группы разработчиков аппаратного и программного обеспечения. Мы наладили выпуск собственного бортового накопителя «Дон». Разработали и внедрили ряд серьёзных программных продуктов для диспетчерского управления.

Начал работать наш учебно-консультационный центр. В нём ежегодно обучаются несколько сотен специалистов, а свидетельство об обучении высоко ценится работодателями. Мы стали издавать специализированный журнал для проектировщиков электронных устройств EDA Express. С середины 2000-х мы начали активно применять маркетинговые методы управления компанией. Был проведён ребрендинг, сформирована новая маркетинговая стратегия. В её основу была положена разумная диверсификация деятельности компании и максимальная ориентация на решение проблем заказчиков.

Всё это дало свои плоды. Вплоть до кризиса 2008 г. нам удавалось поддерживать устойчивые и высокие ежегодные темпы роста прибыли – по 25...40%. Впрочем, этот кризис нам уже показался не таким страшным, как кризис 1998 г. Уже в 2010 г. мы восстановили и нарастили обороты и прибыль. Уверенно росла и база заказчиков, которая в настоящий момент насчитывает около 23 тыс. записей.

Наши заказчики составляют одну из главных наших ценностей. Нам удалось ещё в 90-е годы понять один из основополагающих принципов успешного бизнеса. Я люблю задавать вопрос: «А за что заказчик платит деньги?» Обычно он не на шутку озадачивает собеседника. После некоторого раздумья отвечают. Чего только ни услышишь. Всё, кроме правильного ответа.

И я в год юбилея нашей компании решил открыть эту страшную тайну всем, поделившись одним из главных наших коммерческих секретов. Делаю это совершенно осознанно. Поскольку, если все будут понимать это, то вся наша жизнь значительно улучшится. Правильный ответ таков: «Заказчик платит деньги только и исключительно за решение собственных проблем. И ни за что другое».

Поскольку мы знали этот секрет давно, мы и отношения с заказчиками строили правильно. Мы воспринимали и воспринимаем их проблемы как свои и искренне стараемся их решить. Для этого надо многое знать и многое уметь. Не будучи профессионалом, никаких проблем заказчика не решишь. Поэтому нам постоянно приходится расти профессионально, мы должны знать и уметь больше, чем заказчик, в областях нашей компетенции. Так сформировался уникальный «родниковский» стиль работы с заказчиками.

Именно благодаря нашим замечательным заказчикам нам довелось принять участие во многих интересных и сложных проектах. Не стану перечислять их в этой статье – направлю читателя на наш сайт, где описаны некоторые из них. Но именно в совместной работе с заказчиками над решением их проблем и достигался успех. Он отражён в лозунге нашей компании: «Вместе мы можем все».

Внедрению проектов и решений для наших заказчиков предшествует кропотливая, творческая, порой незаметная постороннему глазу работа по апробации программ и «железа», интеграции их в законченные системы. У нас есть свой научно-технический отдел, группы разработчиков программных и аппаратных средств, которые создают и испытывают всё то, что затем внедряется у заказчиков. Для этого за счёт собственных средств созданы испытательные стенды и полигоны.

Многие технологии мы предварительно испытываем на себе. Именно поэтому в нашей собственной информационной системе содержится много элементов продаваемых нами продуктов и услуг. Так, уже много лет мы используем отказоустойчивые технологии компании Marathon Technologies и уже забыли о том, что такое отказ сервера или сбоя ИС. Мы активно используем серверные вычисления, и я уже не скажу, чего у нас больше – традиционных ПК или терминальных

клиентов. Вы не найдёте у нас обычного аналогового факса, поскольку на протяжении длительного времени мы эксплуатируем факс-серверную систему Zetafax. Этот перечень можно продолжать. Таким образом, мы твёрдо уверены в том, что предлагаемые нами решения будут успешно решать проблемы наших заказчиков.

Не стану утверждать, что мы идеальны и безгрешны во взаимоотношениях с заказчиками. К сожалению, бывает и так, что мы подводим их, порой нарушая сроки поставки. Увы, не всё зависит от нас: бывает так, что подводят поставщики, транспортники, субподрядчики. Да и сами мы всего лишь люди, не застрахованные от собственных ошибок. В год нашего юбилея я от всего сердца хочу попросить прощения у тех, кого мы когда-либо подвели, что-то сделали не так. Но в одном я твёрдо убеждён: за все двадцать лет не было ни одного случая, когда бы мы кого-то обманули, поступили нечестно, против своей совести и убеждений. И когда что-то шло не так, мы исправляли ситуацию исключительно за свой счёт, порой работая себе в убыток.

Возможно, поэтому у нас так много заказчиков. Я не стану перечислять их, чтобы кого-то не обидеть. Среди них – крупнейшие и авторитетнейшие предприятия страны. И не только нашей страны – мы активно работаем практически на всей территории бывшего Советского Союза. И значительная их часть с нами уже много лет. Некоторые доверяют нам решение своих проблем и свои деньги по 5, 10, 15 лет. Огромное вам спасибо за это доверие! Именно вы – основа нашего бизнеса и нашего, верю, взаимного успеха.

Второй главной ценностью компании является наша замечательная команда. Без ложной скромности могу сказать, что у нас работают настоящие профессионалы, а некоторые из них являются ведущими специалистами в стране в своих предметных областях. Их энциклопедические познания иногда поражают даже университетских профессоров. Наряду с этим уже на протяжении многих лет сохраняется особый дух «Родника», чувство товарищества и взаимопомощи, ответственность за судьбу компании и перспективы её развития.

Я мог бы часами рассказывать о каждом из наших сотрудников. Каждый из них по-своему замечателен и талантлив. И все они, поверьте мне, – очень

хорошие люди. У нас и атмосфера в коллективе хорошая.

Мы очень требовательно относимся к подбору новых сотрудников. В последние годы ориентируемся прежде всего на молодых людей. Они проходят у нас очень хорошую школу и примерно через полгода становятся специалистами высокой квалификации.

Мы всегда понимали, что, хотя мы работаем для того, чтобы зарабатывать деньги, они не являются главным и не всё ими измеряется. Поэтому мы в полной мере осознаём нашу социальную ответственность. Будучи компанией среднего размера, мы всегда находили возможность оказывать помощь тем, кто в ней нуждается. Среди них – различные благотворительные фонды, оказывающие помощь больным детям, Российское библейское общество, дом сирот при церкви святителя Филиппа – митрополита Московского, фонды помощи семьям погибших сотрудников внутренних войск и Московского ОМОНа. И, конечно, наш любимый Ростовский Троице-Сергиев Варницкий монастырь. В 2001 г. вместо одного из красивейших и наиболее значимых монастырей, некогда воздвигнутого на месте рождения преподобного Сергия Радонежского, а затем разрушенного, мы увидели лишь развалины. За 10 лет монастырь полностью восстановлен в первоначальном виде, и всякий может полюбоваться им – он расположен всего в 200 км от Москвы. Всё это время мы помогаем монастырю и деньгами, и собственным трудом, выезжая туда на субботники.

Прочитал собственную статью десятилетней давности, написанную по аналогичному поводу. Она заканчивалась словами: «Именно это даёт нам основания уверенно смотреть в будущее и ... думать о том, как мы будем встречать свой двадцатилетний юбилей!». Могу констатировать: в будущее смотрим ещё более уверенно. У нас много планов, много проектов. В этом году открыли представительство в Санкт-Петербурге. Планируем расширять сеть представительств в стране. Мы всё большее внимание уделяем собственным разработкам: поставлена задача существенно увеличить долю интеллектуальной составляющей в прибыли компании.

Наша компания должна жить и развиваться вместе с нашей страной. ©

Контрактное производство передних панелей

Сергей Рудыко (ООО «Прозтимарк»)

В условиях мелкосерийного или среднесерийного производства часто приходится использовать уже готовые стандартные корпуса. В этом случае перед производителем встаёт задача доработки корпуса, изготовления лицевой панели и нанесения на неё изображения.

В мире современной электроники внимание уделяется не только функциональности прибора, но и его дизайну, эргономике и удобству восприятия и пользования интерфейсом. Лицевая панель прибора во многом влияет на восприятие и оценку потребителем самого прибора и может повлиять на добавленную стоимость разрабатываемого оборудования. Непростая задача конструктора – разработать интерфейс и объединить его с внутренней начинкой прибора – основана исключительно на его опыте, знании технологий изготовления корпусов приборов и их комплектующих. Качественное техническое исполнение зачастую во многом зависит от выбранных материалов, технологий, оборудования, используемых для изготовления лицевых панелей приборов. Основными требованиями современных производителей к корпусам и интерфейсам приборов и оборудования являются презентабельный внешний вид, качество выбранного материала, стойкость маркировки к различным агрессивным воздействиям – химическим, механическим, природным – и точность исполнения габаритов и отверстий для установочных элементов.

Фирма «Прозтимарк» специализируется на изготовлении передних панелей (из анодированного алюминиевого проката толщиной до 3 мм ведущих европейских и американских производителей) и корпусов, в том числе для СВЧ-устройств, а также радиаторов для

РЭА из алюминиевой плиты. Производство оснащено высокоскоростными фрезерными станками с ЧПУ DATRON (Германия) для обработки пластика, алюминия, цветных металлов и сплавов. Наряду с производством, мы выполняем доработку корпусов известных зарубежных производителей и заготовок панелей, поставляемых вместе с корпусами, с нанесением маркировки методом шелкографии или гравировки.

Специальная технология нанесения маркировки на анодированный алюминий позволяет нанести фотохимическим способом мелкий шрифт, графику, логотипы и совместить графическое изображение с отверстиями под светодиоды, разъёмы и другие установочные элементы приборных панелей. Особая чёткость графического изображения достигается благодаря нанесению трафаретной маски непосредственно на алюминиевый прокат. При этом максимальный размер изделия ограничен полем 500 × 650 мм из-за особенностей механического способа нанесения фоторезиста. Новая технология цифровой печати на струйном принтере предоставляет возможность избежать затратной операции нанесения фоторезиста и увеличить площади запечатки до 990 × 1940 мм с разрешением 1440 dpi и многоцветной печатью. Такие возможности используются для изготовления мнемосхем и панелей управления в машиностроении и энергетике.

Нестандартная последовательность процесса нанесения графики с последующей механической обработкой позволяет компоновать панели разного вида на один лист и получить, например, комплект для одного корпуса 19" и высотой 6U стандарта Евромеханика на листе размером 500 × 325 мм. Наврядли такое возможно при использовании традиционной

технологии, где для каждой дорабатываемой заготовки панели нужно составить программу резки и изготовить трафарет для шелкографии.

При штучном или мелкосерийном производстве, когда требуется нанести изображение на уже имеющуюся переднюю панель, шелкография также является затратным процессом. В таких случаях мы предлагаем изготовление фальш-панелей с нанесением графики на лицевую сторону и скотча 3М на тыльную сторону. Механическая обработка может производиться как в сборе с заготовкой, так и отдельно, с последующим совмещением заготовки и фальш-панели.

Участок механической обработки позволяет получать изделия размером, равным площади стола фрезерного станка – 1000 × 650 мм. Благодаря возможности обработки фрезами диаметром 1 мм достигается практически нулевой радиус при фрезеровании прямоугольных отверстий. Кроме стандартных механических операций – зенковки, цековки, выборки металла на определённую глубину, нарезку резьбы, – можно выделить возможность выполнения пазов в торцах панелей для установки пружин или материалов для защиты от радиопомех (RFI). Все операции выполняются на фрезерных станках с ЧПУ без слесарной доработки. Оборудование для механической обработки выбиралось с целью получения наилучшего качества механической обработки и наименьшего воздействия человеческого фактора.

В случае необходимости обеспечения электромагнитной совместимости (EMC) можно использовать не стандартный анодированный с двух сторон алюминий, а анодированный с лицевой стороны и хромированный (электропроводный) с тыльной стороны, что обеспечит контакт передней панели с корпусом прибора.

Для обработки заказа достаточно чертежей в AutoCAD, Компас. В идеале также хорошо предоставить и графическое изображение маркировки в CorelDraw или Adobe Illustrator.

<http://www.etimark.ru/prod/panel.htm>
+7 (495) 221-22-73



Стеклоанная память сохранит данные на несколько столетий

Кто бы мог подумать, что такой простой материал, как стекло, может служить в качестве накопителя, т.е. постоянной компьютерной памяти! Более того, стеклянный накопитель оказывается более стабильным и долговечным, чем присутствующие сегодня на рынке современные средства хранения данных, например винчестеры. О своём изобретении рассказали учёные Саутгемптонского университета.

Процесс прохождения света через стекло определяется атомной структурой материала, и если научиться локально изменять её в некоторых точках, то можно получить память нового типа. Именно этого результата добились учёные Саутгемптона: при помощи лазерного луча с переменной фокусировкой в стекле создаются особые точки – вокселлы. В этих точках образуется незначительное замутнение, которое поляризует проходящий через него свет, и этот эффект используется для записи данных. При этом лазерный луч позволяет не только записывать информацию в кристалле, но также стирать её и записывать заново.

Изобретатели отметили, что накопители такого типа очень долговечны: срок службы кристаллов памяти составляет около тысячи лет. Без ущерба для себя этот модуль выдерживает температуру до тысячи градусов Цельсия. Размер текущего прототипа сравним с габаритами дисплея мобильного телефона, но при этом он позволяет записывать до 50 Гб данных – примерно столько же информации можно сохранить на двухслойном диске Blu-ray.

В своём докладе глава проекта Мартинас Бересна (Martynas Beresna) определил возможности практического использования стеклянных накопителей. Так, в крупных библиотеках и архивах раз в пять-десять лет производится резервное копирование данных, поскольку у традиционных винчестеров отмечается ограниченный срок службы. А срок службы стеклянной памяти практически неограничен. К тому же эти накопители более стабильны и менее чувствительны к внешним воздействиям, чем жёсткие диски похвастаться тоже не могут.

Ориентировочная стоимость стеклянных кристаллов памяти не уточняется, однако учёные Саутгемптона уже работают с литовской компанией Altechna, которая поможет вывести технологию на рынок.

<http://www.ubergizmo.com/>

Будущее мобильных устройств: прозрачные аккумуляторы

Идея полностью прозрачных мобильных устройств всё ещё остаётся просто идеей, территорией концептов и уделом мечтателей. Новый прорыв в этой сфере совершили учёные Стэнфордского университета, разработавшие аккумуляторы нового поколения. Эти аккумуляторы, несомненно, внесут свой вклад в создание принципиально новых гаджетов, полностью прозрачных, как и эти батареи, сквозь которые можно видеть. Более того, использованные для создания этих элементов питания материалы достаточно недороги, а значит, и сами батареи будут дешёвыми.



Электроды в этих аккумуляторах имеют сеточную структуру, толщина каждой линии в сетке составляет всего 35 мкм, поэтому свет спокойно проходит через сетку и невооруженному глазу она кажется прозрачной. В отличие от других батарей, эти аккумуляторы изготовлены не из меди или алюминия, а из материала с непроисносимым названием полидиметилсилоксан, он прозрачный и недорогой. Первые же испытания нового элемента питания показали, что он на 62% прозрачен для видимого света, но самым главным достоинством технологии является себестоимость аккумуляторов: она сравнима с ценой на любые другие современные батареи.

Разумеется, не обошлось и без недостатков: ёмкость прозрачных батарей уступает ёмкости литий-ионных элементов питания, которые сегодня широко используются в мобильной электронике. Их ёмкость сравнима с ёмкостью менее мощных никель-кадмиевых аккумуляторов, которые сегодня используются преимущественно в цифровых камерах. Тем не менее, дальнейшая работа над проектом позволит учёным преодолеть и эту проблему. В частности, это можно сделать простым увеличением числа активных слоёв. К сожалению, выход технологии на коммерческий рынок состоится не через год и даже не через два, поскольку прозрачные

батареи имеют смысл только тогда, когда прозрачны и остальные компоненты устройства.

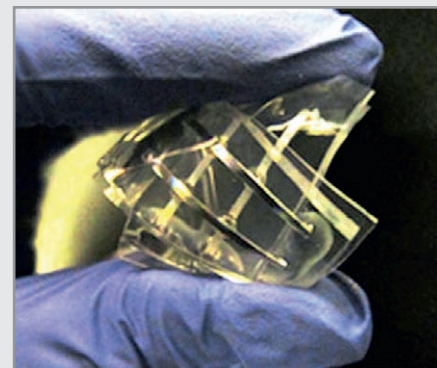
<http://www.gizmowatch.com/>

Учёные разработали «мягкую» память

Группа учёных из Университета Северной Каролины удалось создать запоминающее устройство, которое может произвести революцию в разработке биокомпьютеров. В отличие от полупроводниковой, их память является мягкой и устойчивой к внешним воздействиям и может отлично функционировать во влажной среде.

«В отличие от существующей памяти, которая весьма хрупкая и чувствительная к внешним воздействиям, разработанное нами устройство по консистенции больше всего похоже на желе», – рассказал Майкл Дики, доцент кафедры химических и биомолекулярных исследований университета и один из авторов разработки.

Принцип работы памяти схож с таковым для мемристоров, которые многие исследователи считают возможными преемниками современных микросхем памяти. Там значение кодируется нулём или единицей, которые фиксируются с помощью электронов. В «мягкой» памяти кодирование происходит с помощью ионов. Каждая ячейка состоит из двух электродов, между которыми располагается специальный гель на водной основе, состоящий из индия, галлия и других веществ.



На данный момент разработка ещё слишком громоздкая и «сырая» для использования даже в дальнейших исследованиях. Тем не менее, учёные видят в ней громадный потенциал. Благодаря свойствам новой памяти, с её помощью можно решить проблемы взаимодействия электроники и живой материи на клеточном уровне. Подобные устройства могут сделать неоценимый вклад в развитие не только вычислительной техники и биотехнологий, но и медицины.

<http://www.engadget.com/>

Инициатива COTS: «коробочный»? «с полки»?

Николай Кольский (Москва)

В статье представлено современное состояние развития COTS-технологий для создания электроники военных систем.

Аббревиатура COTS означает Commercial-Off-The-Shelf, или коммерческий продукт. Использование COTS стало хорошим тоном после того, как министр обороны США Вильям Перри (William Perry) изложил в 1994 г. предложения по облегчению бремени американских налогоплательщиков в своём меморандуме, известном как Perry Memo («Меморандум Перри»), или COTS-инициатива. Основная идея инициативы г-на Перри заключалась в открытии рынка интеграции военных систем для использования в них стандартных компонентов с т.н. «массового» рынка. Надо сказать, что у разработчиков методологии COTS хватило здравого смысла сопроводить свою инициативу «подзаконными» определениями, за счёт которых они включили в понятие COTS-продуктов не только то, что «может быть куплено, арендовано или лицензировано на массовом рынке», но и то, что может быть получено при модернизации COTS-продуктов, подпадающих под приведённое определение.

Появление «меморандума Перри» ознаменовало закат эпохи переоценённых контрактов и превышения ассигнований на военные проекты. Важную роль в наступлении «эры COTS» играет намерение Министерства обороны США реализовать доктрину «электронных» войн. В её основе (1) повышение «интеллекта» встроенных систем управления оружием, (2) объединение единой информационной сетью как можно большего числа участников боевых операций и достижение успеха благодаря возможностям совместного доступа к информации, (3) «безлюдные» технологии ведения военных операций, в том числе «глубокая» разведка и анализ разведанных на основе электронных технологий (приложения C4ISR или Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance). Эти три «вектора» развития военной техники должны обеспечить нанесение по потенциальному противнику согласованных ударов,

достигающих большего меньшими ресурсами и наносящих ему невосполнимые потери при минимизации собственных.

В основу оборудования, воплощающего принципы «электронных» войн, закладываются, как правило, микросхемы, аппаратные компоненты, технологии и программное обеспечение класса COTS (исключая работы над специальными приложениями для космоса, радиационно-стойкими приложениями и специальными датчиками, применяемыми только военными). Но покупается ли это всё с магазинной полки?

ЭЛЕМЕНТАРНАЯ БАЗА НА ПРИНЦИПАХ COTS

Наступление «эры COTS» особенно ощутимо в сфере закупок элементной базы. Всё большее число полупроводниковых компаний выпускают продукцию, тестируемую в соответствии с требованиями стандарта MIL-STD-883 для проведения отбраковочных испытаний. Это позволяет выявить микросхемы повышенной надёжности, предназначенные для работы в жёстких режимах внешних воздействий (класс А); компоненты для работы в менее жёстких условиях, когда главным требованием является стабильность параметров в течение длительного времени (класс В); и компоненты для применений, когда на первое место ставится минимальная стоимость (класс С).

Для содействия процессу перехода на полностью стандартную элементную базу ассоциация GEIA (Государственная ассоциация по электронике и информационным технологиям) и комитет АРМС (Комитет по управлению процессом развития авионики) разработали нормативный документ EIA-933 Standard for Preparing a COTS Assembly Management Plan (Стандарт для подготовки плана управления сборкой COTS).

Ассоциацией GEIA также опубликованы такие стандарты, как ANSI/EIA-4899 Standard for Preparing an Electronic Components Management Plan (Стандарт для подготовки плана управ-

ления электронными компонентами) и ANSI/EIA-4900 Use of Semiconductor Devices Outside Manufacturers' Specified Temperature Ranges (Использование полупроводниковых компонентов за пределами температурных диапазонов, указанных производителями). На основании этих стандартов были разработаны IEC-стандарты IEC/PAS 62239, Edition 1.0, 2001-04, Electronic Component Management Plans и IEC/PAS 62240, Edition 1.0, 2001-04, Use of Semiconductor Devices Outside Manufacturers Specified Temperature Ranges.

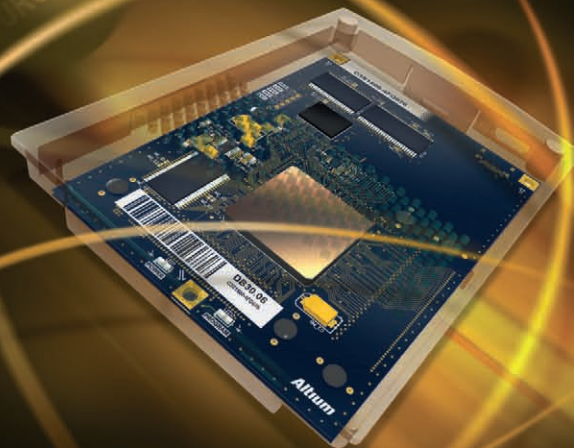
Стандарт DO-254 расширил методологию управления выбором компонентов для ответственных приложений. В его положениях компоненты делятся на простые и сложные. Пассивные компоненты, шинные драйверы, тактовые генераторы и некоторые другие микросхемы имеют функциональные возможности, попадающие в чётко определённые рамки. Сложности возникают при использовании процессоров, мостов и микросхем класса ПЛИС. Все эти приборы содержат миллионы транзисторов, поддерживающих набор возможностей, не всегда востребованный в полном объёме в конкретном приложении.

Стандарт DO-254 содержит рекомендации по управлению рисками, связанными с наличием миллионов неиспользуемых транзисторов. Специальное внимание при этом уделяется работе с ПЛИС. Производители микросхем этого класса проводят полную проверку логических ячеек, подсистем ввода/вывода и памяти в части их индивидуальной работоспособности. Будучи запрограммированными, эти микросхемы подпадают под ответственность поставщиков модулей и плат. В этом случае стандарт DO-254 требует от поставщиков предоставления полного комплекта документации, подтверждающей возможность корректной работы запрограммированной ПЛИС в системе.

Помимо управления выбором электронных компонентов и их использованием в аппаратных платформах для ответственных применений, стандарт DO-254 содержит рекомендации в части новых разработок или адаптации модульных COTS-компонентов для использования в платформах приложений для ответственных применений,

Altium Designer 10

Технологии живого проектирования



AltiumLive

Уникальное онлайн-сообщество, в рамках которого пользователи могут получить техническую поддержку, задать вопросы и обменяться мнениями с разработчиками

Altium Vaults

Серверное решение, являющееся частью продукта Altium Designer, для безопасного управления и хранения данных и документации

Lifecycle Management

Управление жизненным циклом изделия уже на этапе проектирования

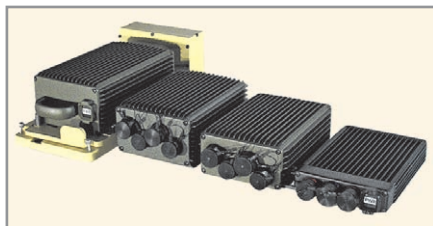
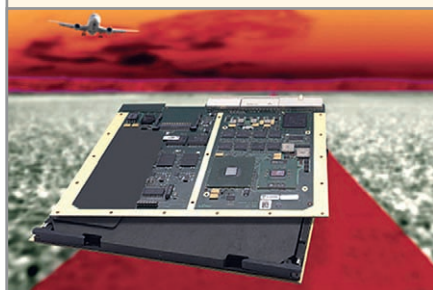


Рис. 1. Компьютеры семейства Thermite TVC компании Quantum3D



а)



б)

Рис. 2. Одноплатный двухпроцессорный сервер IBM JS20 (а) и модуль PowerNode5 (б)

а также поддержки изделий в течение их жизненного цикла.

Поддержка своих изделий на протяжении всего жизненного цикла присутствия на рынке является обычной стратегией основных поставщиков COTS-компонентов. Они должны учитывать влияние вносимых усовершенствований на работоспособность изделий, в которых установлены продукты; обеспечивать поддержку ремонта оборудования, в котором установлены компоненты предыдущих поколений, вплоть до того момента, когда заказчики начнут использовать в развёрнутом оборудовании обновлённые компоненты или модули на их основе. При этом модернизированное оборудование должно пройти все этапы испытаний для подтверждения требований к безопасной работе, соответствующих уровню ответственности приложения.

Однако принципы инициативы COTS становятся почти абстрактными, когда речь заходит о системах, ведении проектной деятельности и разработке программного обеспечения.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ COTS-ИНТЕГРАЦИИ

В качестве примера COTS-платформы для военного использования можно привести компьютеры семейства Thermite TVC (Tactical Visual Computer, тактический компьютер для визуализации информации) компании Quantum3D (см. рис. 1), используемые в проекте Future Force Warrior (FFW) Increment 2 (можно перевести как Проект 2 по расширению боевых возможностей солдата будущего).

Это – компьютеры на основе коммерческой платформы Wintel с портами для работы в сетях 10/100/1000 Ethernet и WiFi 802.11 a/b/g. Однако физическое исполнение позволяет применять их в жёстких условиях эксплуатации (Mil-Std-810F, Mil-Std-461E и Mil-Std-1275). На основе Thermite TVC оказалось возможным строить тренажёры с использованием 2D-/3D-графики, уже упомянутые приложения класса C4ISR и пульта управления автономным транспортным средством (Unmanned Vehicle Operator Control Unit). Совместно с компьютерами Thermite TVC возможно использование системы индикации изображений, монтируемой на солдатском шлеме, и двухканальной звуковой системы, что принципиально повышает возможности сбора данных, коллективного ведения боя и т.п.

Другим примером успешного внедрения COTS-технологий является проект ERAM (модернизация автоматизированной системы управления воздушным движением), выполняемый компанией Lockheed Martin по заказу Федерального управления гражданской авиации США. Эта система свяжет 20 центров управления полётами, в работе которых используются 160 радарных систем, и обеспечит скоординированную работу по управлению воздушным движением авиации США. В проекте ERAM использованы «военные» (язык Ada) и «гражданские» (СММ, язык C++, lean project management) COTS-технологии. СММ – это рекомендации по управлению качеством разрабатываемого ПО, сформулированные в стандарте системы управления качеством «Модель оценки зрелости для программ» (Capability Maturity Model for Software, CMM), lean project management – это методология «экономного» ведения проектов.

Если сравнивать язык программирования Ada с такими популярными языками, как C/C++, то первый имеет преимущество в гибкости раздельной

компиляции и возможности создания ответственных приложений реального времени. Поэтому использование языка Ada позволило гарантировать высокую доступность системы ERAM и прохождение сертификационных испытаний.

Язык Ada уступает C/C++ в части средств разработки и отладки графических пользовательских интерфейсов (Graphical User Interface, GUI), но в стандарт языка Ada входят спецификации для стыковки с другими языками программирования, а на рынке предлагаются интегрированные среды разработки, поддерживающие разработку приложений на «смеси» Ada с другими языками (например, IBM Rational Ada Developer для разработок на C/C++ и Ada).

Поэтому для разработки графических интерфейсов в проекте ERAM использовался язык C++, а код интегрировался в ядро языка Ada. Организация программных разработок в проекте ERAM соответствовала требованиям CMM Level 5 – это пятый уровень «зрелости», когда в компании определены, документированы и внедрены процедуры выявления и устранения дефектов программного обеспечения и внедрения инноваций. Соблюдение бюджетных рамок проекта ERAM обеспечили высококвалифицированные разработчики и управленцы, владеющие методологией lean project management.

Компьютеры Thermite TVC и проект ERAM – это два «полюса» возможностей использования COTS-технологий – от частной задачи создания специального продукта на базе платформы до системного решения проектных задач. Эти примеры иллюстрируют ситуации, когда термин Commercial-Off-The-Shelf (коммерческий «с полки») определяет поведение системных интеграторов, старающихся применить методологию COTS.

Стандартные продукты становятся всё более конкурентоспособными. Они, в частности, позволяют поддерживать приемлемые временные характеристики при создании специализированных систем, являясь удобной платформой для прототипирования. Так, компания Thales в прототипе радара с синтезируемой апертурой, устанавливаемого на борту БПЛА Watchkeeper, использовала стандартную версию модульного (blade) сервера IBM JS20. Лишь по завершении предварительного этапа работы система была переведена на модуль PowerNode5 компании Thales, который является специально подготовленной версией сервера IBM JS20 (см. рис. 2).

ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ»

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

1998-2011
Доломант
ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»



☆ Поставляет

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

☆ Производит

промышленные и встраиваемые компьютеры (в форматах CompactPCI, VME, EPIC, 3,5", PC/104, MicroPC, AT96, PICMG, Mini-ITX, ATX), платы для монтажа на DIN-рейку, а также каркасы, шлейфы, кабели и аксессуары, предназначенные для работы в жестких условиях эксплуатации с военной приемкой

☆ Разрабатывает

программные и аппаратные средства по техническому заданию заказчика под контролем военного представительства

☆ Обеспечивает проведение специальных проверок и исследований

поставляемого электронного оборудования

☆ Располагает производственным высокоавтоматизированным оборудованием для поверхностного монтажа электронных модулей

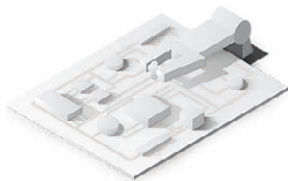
которое соответствует уровню требований мировых производителей, адаптировано к использованию бессвинцовой технологии, позволяет производить автоматическую разбраковку и рентгеновский контроль качества пайки

☆ Имеет лицензии

на разработку и производство электронных средств для вооружения, 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

☆ Осуществляет контрактное производство электроники любой сложности

9 лет • 1010 клиентов • 1500 проектов/3450 заказов



☆ Монтаж печатных плат

Уникальные автоматизированные технологические линии для SMT и THT (DIP) монтажа. Все виды работ стандарта ГОСТ и IPC.



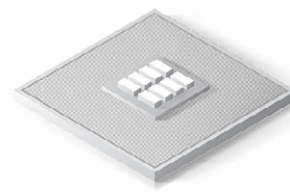
☆ Сборка приборов, стоек, шкафов

Производство электроники полного цикла.



☆ Поставка печатных плат

ДОЛОМАНТ является генеральным дистрибьютором компании SEP (Корея), одного из мировых лидеров среди производителей печатных плат.



☆ Электронные компоненты

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

Реклама

117437, Москва, ул. Профсоюзная, д. 108; тел.: (495) 232-2023; e-mail: info@dolomant.ru

Производство: Москва, ул. Введенского, д. 3; тел.: (495) 739-0775; факс (495) 739-0776, e-mail: product@dolomant.ru

Всё чаще экономическая оправданная (по ценам и времени разработки) работа на рынке специализированных подсистем оказывается невозможной без опоры на широкий круг стандартных COTS-продуктов, адаптируемых к специальным требованиям заказчиков.

Но не каждый «коммерческий» продукт может быть приспособлен к ответственному применению, даже в качестве прототипа. В таких случаях наилучшей стратегией является разработка изделия, изначально ориентированного на учёт требований по сохранению работоспособности в жёстких условиях эксплуатации.

Широкий спектр приложений для компьютерного оборудования (промышленная автоматика, медицинское приборостроение, бортовая электроника на транспорте) определяет большой разброс конструктивных и функциональных возможностей специализированных компьютеров. В этом случае под COTS подразумевается подход, позволяющий совместить гибкость заказной разработки с экономией временных и финансовых ресурсов, характерных для использования стандартного продукта, и добиться уровня качества, присущего серийной продукции. Технологии, разрабатываемые в рамках подобного подхода, как правило, становятся стандартными.

Практика показывает, что источником COTS-продуктов, приспособленных для военных приложений, в большей степени является объединённый потенциал специализированных промышленных, а не потребительских рынков. Сам по себе рынок военных приложений не является ёмким для производителей компонентов встраиваемых систем, – на рынке промышленных изделий более привлекательные объёмы поставок. Но сегменты рынка электроники для промышленного, торгового, медицинского и измерительного оборудования являются весьма близкими по требованиям к длительности жизненного цикла и надёжности оборудования.

COTS В СФЕРЕ ПРОГРАММНЫХ РАЗРАБОТОК

Проблемы многих военных проектов часто связаны с программным обеспечением. Их преодоление возможно с использованием COTS-технологий программных разработок в гражданской сфере, в том числе, в автомобилестроении и гражданской авиации. Программные продукты в этих отраслях создаются на

основе строгих стандартов качества ведения проектов и разработок. Для авиации они сформулированы в таких руководящих документах, как стандарт DO-178 (B и C) и рекомендации RSC (Reusable Software Components, повторно используемое программное обеспечение).

Стандарт DO-178 определяет пять уровней катастрофических последствий отказа в случае его возникновения – катастрофические, опасные/тяжёлые, значительные, незначительные и «без последствий» – и соответствующие этим последствиям уровни гарантированной безопасности A, B, C, D и E, которым программное обеспечение должно соответствовать.

Программное обеспечение с более высоким уровнем критичности разрабатывается в рамках более жёстких требований к процессу разработки. Стоимость его разработки и сертификации выше, чем в случае приложения, соответствующего меньшему уровню критичности. Сертификация ПО, которое должно отвечать требованиям уровня A, в 5–10 раз дороже, чем разработка и сертификация ПО, которое должно соответствовать уровням D или E. Такая разница в стоимости заставляет критически относиться к отнесению ПО к тому или иному уровню и не повышать его без реальной потребности.

В целом стандарт DO-178 задаёт направление сертификации приложения на основе тестирования заявленных характеристик, и основная масса тестов из набора сертификационных процедур создаётся для проверки формально документированных характеристик ПО. Но в некоторых ситуациях предусматривается возможность проведения испытаний для проверки работы конкретного фрагмента кода. В результате испытаний должно быть полностью проверено обеспечение всех заявленных характеристик и достигнут заданный уровень структурного покрытия (полноты охвата тестами функциональных возможностей объекта сертификации), соразмерный уровню критичности приложения.

Например, при сертификации на уровень C соответствие каждой функциональной характеристики заявленному значению должно быть проверено хотя бы однократно. Как следствие, каждый «проход» к проявлению этой характеристики по коду приложения должен покрываться одним тестовым испытанием. Сертификация на соответствие требованиям уровня A и B требует создания более сложной системы

покрытия тестами, которая позволяет контролировать результат проявления каждого ветвления в программе или «принятия решения» приложением.

Получение комплекта сертификационных документов для программного продукта в авиации является далеко не тривиальной задачей. Например, комплект сертификационных (DO-178B) документов для операционной системы реального времени компании Wind River VxWorks 653, разработанной с учётом требований стандарта ARINC 653, включает более 65 000 файлов (уровень A). В то же время из нескольких сотен OSCPВ, присутствующих на рынке, могут быть сертифицированы лишь единицы – таковы результаты изучения рынка OSCPВ организацией Open License Society, проведённого для Европейского космического агентства. Наиболее распространённой причиной является отсутствие полной технической документации.

Выполнение рекомендаций RSC требует ещё больших усилий, чем сертификационные испытания на соответствие требованиям стандарта DO-178. Однако эти усилия окупаются возможностью использования полученных документов при сертификации нового приложения, использующего то же ПО в авионике другого воздушного судна. Производитель, однажды вложившийся в сертификацию приложения и получивший все необходимые документы о положительных результатах испытаний и сертификат, может внедрять это программное обеспечение и/или аппаратно-программный комплекс с меньшими затратами.

Весьма сложной задачей оказывается интеграция на единой платформе программных приложений. Чтобы решить возникающие проблемы, был разработан стандарт DO-297 IMA Development Guidelines and Certification Considerations (Руководство по разработке интегрированных модульных систем и их сертификации). В нём описано распределение ролей между создателями программных приложений, поставщиками аппаратных платформ и системными интеграторами в процессе интеграции нескольких приложений на одном процессоре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вряд ли можно рассчитывать на потребительский рынок как на источник COTS-продуктов для ответственных приложений с длительным жизненным циклом. Скорее, это полигон для тестирования инновационных процессорных

Новости мира News of the World

платформ и технологий. В этих условиях инициатива использования COTS-продуктов в военных проектах начинает обретать поддержку на основе компонентов промышленного применения, что не отнимает у них право называться стандартными, поскольку они построены с учётом открытых стандартов.

Движущими силами эволюции COTS-инициативы являются и требования заказчиков по сокращению времени, отводимого на разработку, и экономика ведения проектов, и новые принципы поддержания систем в ходе их жизненного цикла, когда большая программа выпуска может превратиться в несколько серий изделий, реализуемых на основе быстро обновляющихся технологий.

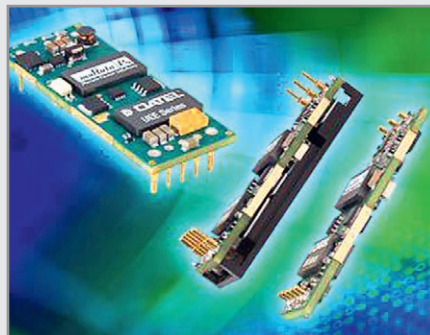
Методология COTS усиливает позиции лидеров рынка с глубокими корнями собственных инноваций. Такие компании формируют и развивают программы сертификации совместимости своих изделий COTS, что является своеобразным элементом отраслевой политики управления качеством и позволяет системным интеграторам использовать COTS-компоненты от разных производителей в единой системе.

В качестве примеров можно привести инициативы ETX Certified Design Partner Program компании Kontron и COM Express PnP Initiative компании congatec. В рамках первой сформирована сеть сертифицированных партнёров, создающих продукты на основе спецификаций ETXexpress/COM Express Computer-On-Modules, microETXexpress, X-board и DIMM-PC. Второй проект позволил предложить рынку рекомендации COM Express PnP implementation – руководство для разработчиков, включающее все необходимые для системного интегратора или OEM-производителя схемотехнические сведения, гарантирующие правильность совместной работы в единой системе COM-модулей и плат-носителей, приобретённых у разных изготовителей.

На основе последней инициативы разработано руководство PICMG Carrier Design Guide 1.0. В сочетании со спецификацией COM Express и документацией изготовителей на модули этого стандарта, руководство существенно облегчает разработку и гарантирует обеспечение взаимозаменяемости модулей COM от разных поставщиков в разрабатываемой системе.

DC/DC-преобразователи с входом 48 В

Компания Murata Power Solutions представляет полностью изолированные DC/DC-преобразователи серии UEE. Типичное значение КПД до 90%, выходное напряжение преобразователей 3,3 В. Они имеют размеры 58,4 × 22,9 × 10,2 мм и выполняют механические, а также электри-



ческие требования норм DOSA к стандартному 1/8-Brick-корпусу. Модули соответствуют глобальным требованиям для приложений с напряжением телекоммуникационных сетей (TNV) и имеют входное номинальное напряжение 48 В, которое может находиться в диапазоне 36...75 В. Серия состоит из двух моделей: UEE-3.3/15-D48 имеет выход 15 А; UEE-3.3/30-D48 – выход 30 А. Варианты монтажа: сквозное соединение или поверхностный монтаж. Модель с выходом 30 А опционально предлагается с платой под сквозное соединение.

www.murata-ps.com

Высоконадёжные керамические конденсаторы

Серия GCE фирмы Murata состоит из монолитных керамических конденсаторов с малой чувствительностью к механическим нагрузкам. Эластичный вывод подключения снижает вероятность возникновения механических напряжений, которые возникают при изгибе печатной платы или из-за сильных температурных колебаний, вызывая разрыв корпуса конденсатора. Выводы из проводящей смолы повышают



способность корпуса конденсатора гасить такие напряжения.

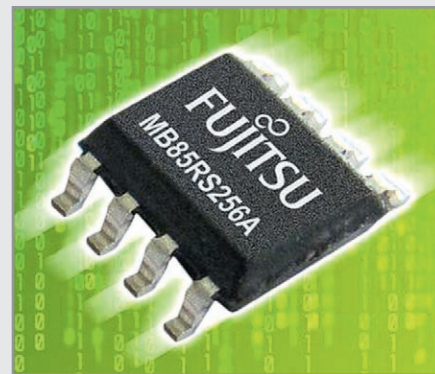
Благодаря применению в конструкции конденсатора техники MLSC (Multi-Layer Serial Capacitor), по утверждению производителя, гарантируется то, что серия практически не подвержена коротким замыканиям. В этой технологии используется внутренняя изолированная пластина, которая по сути превращает элемент в два последовательно включенных конденсатора. Таким образом, возникновение короткого замыкания из-за дефекта элемента становится невероятным.

Серия пригодна для автомобильных приложений, в которых требование безопасности является неотъемлемым. Серия GCE предлагается в форм-факторах 0603 и 0805 со всеми распространёнными номинальными напряжениями от 50 до 100 В и употребительными номиналами емкостей 10, 22, 47 и 100 нФ.

www.murata-ps.com

Ферроэлектрическое ОЗУ с последовательным интерфейсом

Компания Fujitsu Semiconductor предлагает образцы ферроэлектрического ОЗУ с последовательным интерфейсом (SPI FRAM) по 0,18-мкм-технологии и в E²PROM-совместимом формате. Семейство SPI FRAM включает в себя три типа: MB85RS256A, MB85RS128A и MB85RS64A с объёмом записи данных 256, 128 и 64 Кбит.



Все элементы работают в диапазоне напряжений 3,0...3,6 В и рассчитаны на 10 млрд. циклов записи/считывания и на хранение данных в течение более 10 лет при 55°C. Максимальная рабочая частота составляет 25 МГц. Продукты предлагаются в восьмиконтактном пластмассовом корпусе SOP со стандартным расположением выводов, являясь тем самым совместимыми с элементами E²PROM.

www.fujitsu.com

Особенности и параметры современных светодиодов фирм Vetop и Foryard

Юрий Петропавловский (Ростовская обл.)

В статье представлены крупные китайские производители светодиодов и их продукция, рассмотрена номенклатура светодиодов фирм Vetop и Foryard, приведены классификационные параметры светодиодов, рассмотрены особенности и параметры некоторых светодиодов этих компаний.

В инженерной поисковой системе GLOBALSPEC в 2011 г. зарегистрировано более пятисот производителей светодиодов, в том числе более трёх десятков китайских. Часть китайских производителей являются многопрофильными, другие выпускают только готовые светодиодные приборы (светильники, панели и т.п.).

В таблице 1 приведены классификационные параметры светодиодов фирмы Vetop Electronics из каталога 2011 г. Рассмотрим особенности и параметры некоторых светодиодов более подробно.

Светодиоды фирмы VETOP

BT77WC-XX-UP114 – светодиоды с прозрачной линзой (Water Clear),

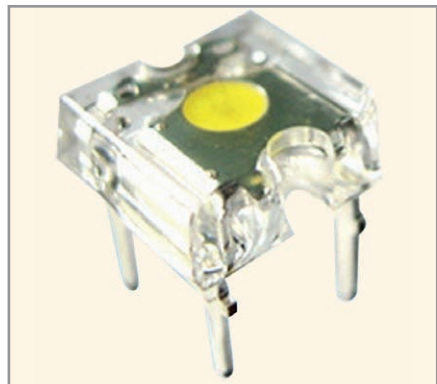


Рис. 1. Внешний вид светодиодов BT77WC-XX-UP114



Рис. 3. Внешний вид приборов BTWC10/30/50-TA

предназначенные для монтажа как на печатные платы, так и на панели аппаратуры; внешний вид показан на рисунке 1. Приборы отличаются низкой потребляемой мощностью и высокой эффективностью, удовлетворяют требованиям директивы RoHS. Диапазон рабочих температур $-40...85^{\circ}\text{C}$. Выпускаются восемь исполнений (бинов) А–Н, отличающихся цветовой температурой, с перекрытием от $2500...2800^{\circ}\text{K}$ (бин Н) до более $10\,000^{\circ}\text{K}$ (бин А). На рисунке 2 приведена зависимость относительной силы света приборов от прямого тока; максимально допустимый ток составляет 30 мА, импульсный – 150 мА.

BTWC10-TA, BTWC30-TA, BTWC50-TA – мощные белые светодиоды для ши-



Рис. 2. Зависимость относительной силы света светодиодов от прямого тока

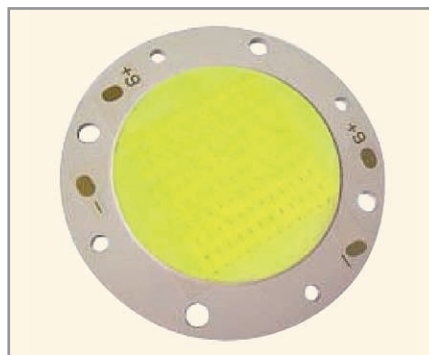


Рис. 4. Внешний вид кластеров BT-C5218W-6.7W

рокого спектра приложений; внешний вид показан на рисунке 3; через дробь указана мощность BTWC30-TA и BTWC50-TA:

- мощность рассеяния 1/3/5 Вт;
- диапазон рабочих температур $-40...80^{\circ}\text{C}$;
- максимальная температура кристаллов 120°C .

Выпускаются шесть бинов А–F, отличающиеся цветовой температурой, перекрывается диапазон от $2500...2800^{\circ}\text{K}$ (бин F) до $5300...7000^{\circ}\text{K}$ (бин А).

BT-C5218W-6.7W – светодиодный кластер, предназначенный для использования в различных системах освещения, светодиодных лампах, потолочных светильниках, точечных осветительных приборах (Spot Light) и др. Внешний вид прибора показан на рисунке 4; параметры кластера:

- мощность рассеяния 6,7 Вт;
- световая эффективность 90 лм/Вт;
- диапазон рабочих температур $-40...80^{\circ}\text{C}$;
- тепловое сопротивление $2,0^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$.

Приборы выпускаются в двух исполнениях – с «тёплым» и натуральным белым светом, CCT – $2700...3500$ и $5500...7000^{\circ}\text{K}$ соответственно.

BT2013WC-XX-P100, BT2013XC-XX-P100 – белые (WC) и цветные (XC) светодиоды в корпусах для монтажа на поверхность, предназначенные для использования в светодиодных лентах, лампах и для декоративной подсветки; внешний вид светодиодов показан на рисунке 5. Приборы отличаются высокой эффективностью, малой потребляемой мощностью, возможностью работы при малых токах и удовлетворяют требованиям директивы RoHS. Цветные светодиоды имеют следующие наименования: BT2013RC-XX-P100 (красный, $\lambda_d = 610...640$ нм); BT2013YC-XX-P100 (жёлтый, $\lambda_d = 580...595$ нм); BT2013GC-XX-P100 (зелёный, $\lambda_d = 510...540$ нм); BT2013BC-XX-P100 (синий, $\lambda_d = 450...475$ нм). Белые светодиоды выпускаются в шести исполнениях А–F с цветовыми температурами от $2500...2800^{\circ}\text{K}$ (бин F) до $5300...7000^{\circ}\text{K}$ (бин А).

BT5050WC-XX-P180 – белые светоди-

ке 6), *BT5050XC-XX-T180*, *BT5050RGBC-XX-T180* – цветные и RGB-светодиоды (внешний вид показан на рисунке 7). Все приборы выполнены в одинаковых корпусах с габаритами 5 × 5 × 0,8 мм для монтажа на поверхность. Белые светодиоды (WC) отличаются высокой эффективностью и малой потребляемой мощностью, однако индекс цветопередачи приборов CRI невелик – $S_{pm-X} = 0,32$, $S_{pm-Y} = 0,33$ (при $I_{пр} = 60$ мА). Выпускаются восемь исполнений приборов А–Н с цветовыми температурами от 2500...2800°K (бин Н) до 10 000°K (бин А); спектральная характеристика приборов приведена на рисунке 8. Светодиоды проходят испытания на продолжительность работы (по стандартам MIL-STD-750:1026, MIL-STD-883:1005, JIS C 7021:B-1), на воздействие высокой температуры и влажности (по стандартам MIL-STD-202:103B, JIS C 7021:B-11), термоциклирования, теплового удара, а также стойкость к высоким температурам при пайке. Основные параметры светодиодов:

- мощность рассеяния 180 мВт;
- рабочий диапазон температур –40...80°С;
- максимальный прямой ток 90 мА, импульсный 150 мА ($T_{и}$ не более 100 мкс).

Цветные светодиоды выпускаются в четырёх исполнениях: *BT5050RC-XX-T180* (красный, $\lambda_d = 610...640$ нм, $I_v = 600...800$ мкд) на основе материала AlGaInP; *BT5050YC-XX-T180* (жёлтый, $\lambda_d = 580...595$ нм, $I_v = 650...800$ мкд) также на основе материала AlGaInP; *BT5050GC-XX-P180* (зелёный, $\lambda_d = 510...540$ нм, $I_v = 1800...2400$ мкд) на основе материала InGaN; *BT5050BC-XX-P180* (синий, $\lambda_d = 450...475$ нм, $I_v = 500...700$ мкд), материал InGaN. Спектральные характеристики приборов приведены на рисунке 9, основные параметры цветных светодиодов такие же, как у белых приборов.

В состав прибора *BT5050RGBC-XX-T180* входят три единичных светодиода – красный, зелёный и синий, – выполненных на основе материалов AlGaInP, InGaN, InGaN соответственно. Прибор может быть эффективно использован в цветных информационных панелях. Основные параметры:

- мощность рассеяния 75/110/110 мВт (красный/зелёный/синий);
- максимальный прямой ток 30 мА, импульсный 150 мА ($T_{и}$ не более 100 мкс) для всех трёх светодиодов;

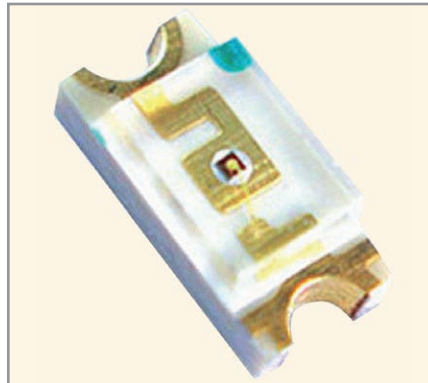


Рис. 5. Внешний вид светодиодов BT2013



Рис. 7. Внешний вид светодиодов BT5050XC/RGBC-XX-T180

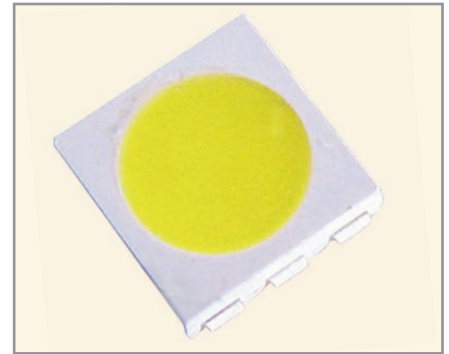


Рис. 6. Внешний вид светодиодов BT5050WC-XX-P180



Рис. 8. Спектральная характеристика светодиодов BT5050WC-XX-P180

- рабочий диапазон температур –40...80°С;
- ширина спектральной линии 20/25/25 нм (красный/зелёный/синий).

Для всех приборов серии BT5050 сформулированы критерии отказов: превышение прямого напряжения на 20% и более от номинального значе-

ния; увеличение более чем в два раза обратного тока; уменьшение более чем в два раза силы света относительно номинальных значений.

BT30WCS-XX-UP105, *BT50WCS-XX-UP113* – белые светодиоды высокой яркости; внешний вид приборов показан на рисунке 10. Оба прибора выполнены в одинаковых корпусах для монтажа в



KERAFOL®

Качество из Германии

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





Официальный дистрибьютор в России: ЗАО «РЕОМ СПб»

KERATHERM®

Материалы для отвода тепла

Россия, 196105, Санкт-Петербург, пр-т. Ю. Гагарина, д. 1

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

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

Таблица 1. Классификационные параметры светодиодов фирмы Veetor Electronics

Тип прибора	Материал	Цвет	Фот. лм	Ив. мкд	I _{пр.} мА	U _{пр.} В	СRI	Цветовая Т, °К	Угол, град.	Примечания
BT77WCS-XX-UP114	InGaIn	Белый		250...1200	20	2,8...4	0,33		120	Размеры 7,62 × 7,62 × 2,5. выводы под отверстия
BT10WC2-XX-UP810	InGaIn	Белый	5...15		80	2,8...4	0,33		30	Диаметр 10,8 мм, выводы под отверстия
BT23WC4-XX-UP612	InGaIn	Белый		600...2000	20	2,8...4	0,33		100/80	Размеры 4,15 × 3,2 × 1,95 выводы под отверстия
BT30WC4-XX-UP321	InGaIn	Белый		3000...6000	20	2,8...4	0,33		20	Ø 3,9 мм, выводы под отверстия
BT30WC4-XX-UP709	InGaIn	Белый		300...600	20	2,8...4	0,33		80	Ø 4 мм, плоский торец, выводы под отверстия
BT30WC5-XX-UP105	InGaIn	Белый		1000...3000	20	2,8...4	0,33		80	Размеры 7,62 × 7,62 × 2,5 мм, выводы под отверстия
BT30XC4-XX-UP709	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		300...600 (зелёный), 50...300 (остальные)	20	1,8...2,6 (красный, жёлтый), 2,8...4 (зелёный, синий)			80	Ø 4,02, плоский торец, выводы под отверстия
BT30XC4-XX-UP321	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		3000...6000 (зелёный); 800...2000 (остальные)	20	1,8...2,6 (красный, жёлтый), 2,8...4 (зелёный, синий)			20	Ø 3,9 мм, выводы под отверстия
BT50B6C9C/A-UP503	InGaIn	Синий, зелёный		400...1000 (синий), 1000...6000 (зелёный)	20	2,8...4			15	Ø 5,8 мм, два диода, три вывода под отверстия
BT50R6C9C/A-UP503	AlGaInP/InGaIn	Красный, синий, зелёный		100...300 (красный), 400...1000 (синий), 1000...6000 (зелёный)	20	1,8...2,6 (красный), 2,8...4 (синий, зелёный)			15	Ø 5,8 мм, три диода, 4 вывода под отверстия
BT50WC4-XX-JS551	InGaIn	Белый		2000...5000	20	2,8...4	0,33	2500...10 000	70	Ø 5,7 мм, 8 исполнений, выводы под отверстия
BT50WC4-XX-UP534	InGaIn	Белый		800...1600	20	2,8...4	0,33	2500...10 000	120	Ø 5,8 мм, 8 исполнений, выводы под отверстия
BT50WC4-XX-UP707	InGaIn	Белый		300...600	20	2,8...4	0,33	2500...10 000	80	Ø 5,8 мм, 8 исп., плоский торец, выводы под отверстия
BT50WCS-XX-UP113	InGaIn	Белый		1000...3000	20	2,8...4	0,33	2500...10 000	80	Размеры 7,62 × 7,62 × 5, 8 исполнений, выводы под отверстия
BT50XC3-XX-JS551	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		400...4000	20	1,8...4			70	Ø 5,7 мм, выводы под отверстия
BT50XC3-XX-UP503	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		1000...20 000	20	1,8...4			15	Ø 5,8 мм, выводы под отверстия
BT50XC3-XX-UP534	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		200...1600	20	1,8...4			120	Ø 5,8 мм, выводы под отверстия
BT50XC3-XX-UP707	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		50...600	20	1,8...4			80	Ø 5,8 мм, плоский торец, выводы под отверстия
BT50X03-XX-UP546	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		200...3000	20	1,8...4			100/50	Овальный 5,2 × 3,8 мм, выводы под отверстия
BT80WC4-XX-UP800	InGaIn	Белый		8000...16 000	20	2,8...4	0,33	2500...10 000	20	Ø 9,2 мм, выводы под отверстия
BT80XC3-XX-UP800	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		2000...16 000	20	1,8...4			20	Ø 9,2 мм, выводы под отверстия
BT30XD4-XX-UP346	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		350...2500	20	1,8...4			100/50	Овальный 3,9 × 3,2 мм, выводы под отверстия
BT1608WC-XX-P080	InGaIn	Белый		100...550	20	2,8...4	0,33	2500...10 000	120	Чип 1,6 × 0,8 × 0,8 мм, для монтажа на поверхность
BT1608XC-XX-P080	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		60...550	20	1,8...4			120	Чип 1,6 × 0,8 × 0,8 мм, для монтажа на поверхность
BT2013WC-XX-P100	InGaIn	Белый		80...400	20	2,8...4	0,33	2500...7000	120	2 × 1,25 × 1 мм, 6 исполнений, для монтажа на поверхность
BT2013XC-XX-P100	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		50...300	20	1,8...4			120	Чип 2 × 1,25 × 1 мм, для монтажа на поверхность
BT3216WC-XX-P110	InGaIn	Белый		80...400	20	2,8...4	0,33	2500...7000	120	3,2 × 1,6 × 1,1 мм, 6 исполнений, для монтажа на поверхность
BT3528WC-XX-P190	InGaIn	Белый		500...1400	20	2,8...4	0,33	2500...10 000	120	3,5 × 2,8 × 1,9 мм, 8 исполнений, для монтажа на поверхность
BT3528XC-XX-P190	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		200...1400	20	1,8...4			120	3,5 × 2,8 × 1,9 мм, для монтажа на поверхность
BT4008WC-XX-P014	InGaIn	Белый		900...1200	20	2,8...4	0,33	2500...7000	90	4 × 1,4 × 0,8 мм, 6 исполнений, для монтажа на поверхность
BT5050RGB-T180	AlGaInP/InGaIn	RGB		100...600	20	1,8...4			100	5 × 5 × 1,8 мм, для монтажа на поверхность
BT5050WC-XX-T180	InGaIn	Белый		3000...5000	60	2,8...4	0,33	2500...10 000	120	5 × 5 × 1,8 мм, для монтажа на поверхность
BT5050XC-XX-T180	AlGaInP/InGaIn	Красный, жёлтый, зелёный, синий		500...2400	60	1,8...4			120	5 × 5 × 1,8 мм, для монтажа на поверхность
BT-C5218W-6,7W		Белый	550...650		700	9,5		2500...7000		Кластер Ø 52 мм, для монтажа на радиатор
BTWC10-TA		Белый	70...120		350	2,8...4	0,33	2500...7000	90	Корпус звезда 21 × 20 × 7,5 мм, 6 исполнений
BTWC30-TA		Белый	110...150		700	2,8...4	0,33	2500...7000	90	Корпус звезда 21 × 20 × 7,5 мм, 6 исполнений
BTWC50-TA		Белый	180...250		1200	2,8...4	0,33	2500...7000	90	Корпус звезда 21 × 20 × 2,5 мм 6 исполнений

отверстия печатных плат или панелей и оснащены прозрачными линзами Water Clear. Приборы отличаются только размерами линз ($\varnothing 3 \times 1,5$ мм/ $\varnothing 5 \times 2,5$ мм соответственно). Выпускаются восемь исполнений приборов А–Н с цветовой температурой от 2500...2800°К (бин Н) до 10 000°К (бин А). Основные параметры приборов:

- мощность рассеяния 100 мВт;
- максимальный прямой ток 30 мА, импульсный 150 мА ($T_{и}$ не более 100 мкс);
- диапазон рабочих температур –40...80°С.

BT3216WC-XX-P110 – миниатюрные белые светодиоды с прозрачной линзой, предназначенные для применения в светодиодных лентах, лампах и декоративном освещении; внешний вид приборов показан на рисунке 11. Выпускаются шесть исполнений приборов А–F с цветовой температурой от 2500...2800°К (бин F) до 5300...7000°К (бин А). Основные параметры светодиодов:

- мощность рассеяния 110 мВт;
- максимальный прямой ток 30 мА, импульсный 150 мА ($T_{и}$ не более 100 мкс);
- диапазон рабочих температур –40...80°С.

BT1608WC-XX-P080 – сверхминиатюрные белые светодиоды с прозрачной линзой Water Clear – могут быть использованы в светодиодных лентах, лампах и панелях; внешний вид приборов показан на рисунке 12. Выпускаются восемь исполнений А–Н приборов с различными цветовыми температурами; основные параметры – как у приборов *BT3216WX-XX-P110*.

Как видно из таблицы 1, фирма выпускает ряд светодиодных ламп в круглых и овальных корпусах, многие из

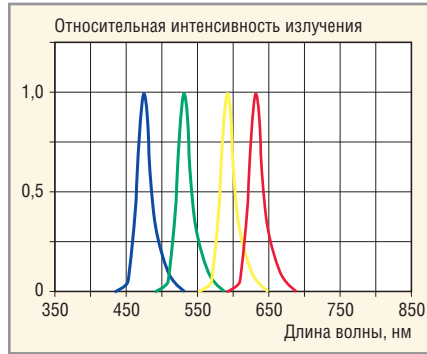


Рис. 9. Спектральные характеристики цветных светодиодов серии BT5050

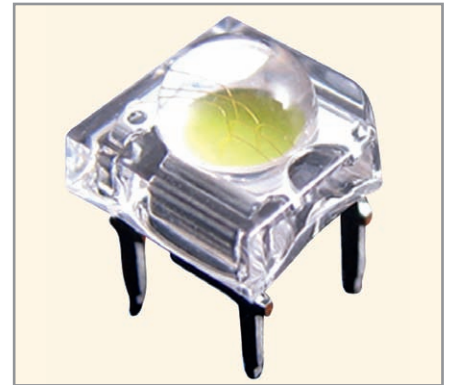


Рис. 10. Внешний вид светодиодов BT30/50WCS

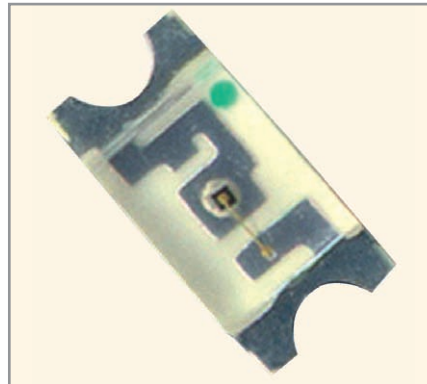


Рис. 11. Внешний вид светодиодов BT3216WC-XX-P080

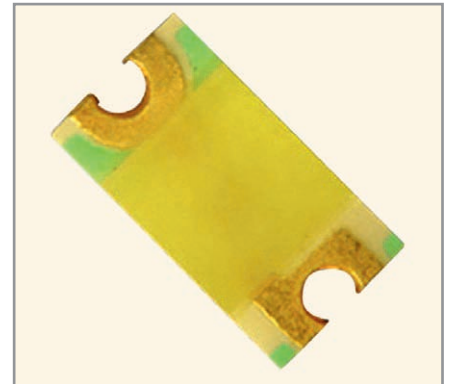


Рис. 12. Внешний вид светодиодов BT1608WC-XX-P080

которых отличаются большей интенсивностью излучения при узких диаграммах распределения силы света.

СВЕТОДИОДЫ ФИРМЫ FORYARD

Фирма Foryard Optoelectronics в 2011 г. предлагает девять категорий светодиодных продуктов: светодиодные лампы (LED Lamp); светодиодные лампы с большим световым потоком (Super Flux LED Lamp); мощные светодиодные лампы (High Power Lamps); светодиодные лампы для монтажа на поверхность (SMD Lamps); светодиодные кластеры для наружного освещения (Outdoor Lamp Cluster); матричные, то-

чечные и линейные светодиодные индикаторы (LED Numeric Display/Dot Matrix Display/LED Light Bar); ленточные светодиодные модули (LED Strip & Module). Под светодиодными лампами подразумеваются светодиоды соответствующих категорий.

Наибольшее число типов выпускаемых фирмой светодиодов входит в категорию *светодиодных ламп* (обычные светодиоды с длинными проволочными выводами). Выпускаются круглые приборы с диаметрами 3/4/4,8/5/8/10 мм, овальные, квадратные, с плоским торцом, двухцветные, мигающие, трёхцветные и инфракрас-

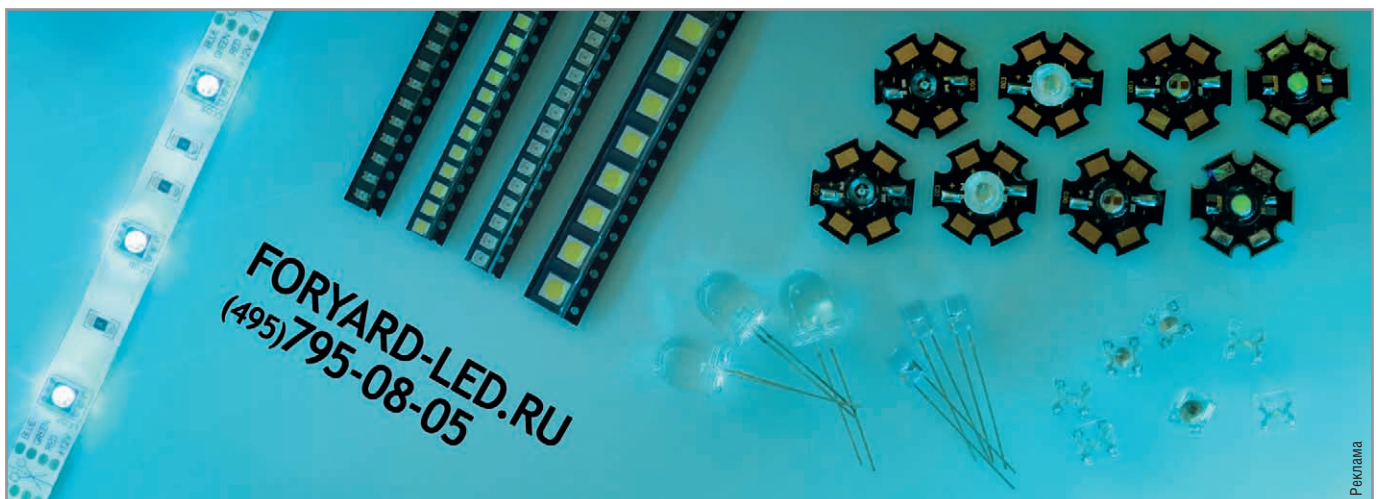


Таблица 2. Классификационные параметры мощных светодиодных ламп фирмы Foryard Optoelectronics

Тип прибора	λ_{np} , нм	Цвет	фв, лм	$U_{пр}$, В	Цветовая температура, °К	Угол, град
FYLP-0,5W-UW		Белый	25	3...3,6	9500	70
FYLP-1W-UYL	590	Жёлтый	35	3...3,6		120
FYLP-1W-URL	630	Красный	35	3...3,6		120
FYLP-1W-UPGL	520	Зелёный	55	3,4...3,6		110
FYLP-1W-UBL	470	Синий	9	3...3,6		110
FYLP-1W-WWL		Белый	40	3...3,6	3500	120
FYLP-1W-URS	630	Красный	30	2,2...2,5		175
FYLP-1W-UYS	590	Жёлтый	32	2,2...2,5		175
FYLP-1W-UPGS	520	Зелёный	40	3,4...3,6		175
FYLP-1W-UBS	470	Синий	7	3...3,6		175
FYLP-1W-UWS		Белый	65	3...3,6	$x = 0,30/y = 0,30$	120
FYLP-1W-URB	630	Красный	35	2,2...2,5		120
FYLP-1W-UYB	590	Жёлтый	35	2,2...2,5		120
FYLP-1W-UPGB	520	Зелёный	45	3,4...3,6		120
FYLP-1W-UBB	470	Синий	15	3...3,6		120
FYLP-1W-UWB		Белый	60	3...3,6	$x = 0,30/y = 0,30$	120
FYLP-3W-URL	630	Красный	55	2,2...3		110
FYLP-3W-UYL	590	Жёлтый	55	2,4...3		110
FYLP-3W-UPGL	520	Зелёный	110	3,4...3,6		110
FYLP-3W-UBL	470	Синий	20	3,2...3,4		110
FYLP-3W-UWL		Белый	120	3,2...4	$x = 0,30/y = 0,30$	110
FYLP-3W-URS	630	Красный	48	2,4...3		175
FYLP-3W-UYS	590	Жёлтый	45	2,4...3		175
FYLP-3W-UPGS	520	Зелёный	80	3,4...4		175
FYLP-3W-UBS	470	Синий	20	3,4...4		175
FYLP-3W-UWWS		Белый	100	3,2...4	$x = 0,40/y = 0,39$	175
FYLP-3W-URB	630	Красный	50	2,2...3		120
FYLP-3W-UYB	590	Жёлтый	55	2,2...3		120
FYLP-3W-UPGB	520	Зелёный	100	3,4...3,6		120
FYLP-3W-UBB	470	Синий	22	3,4...4		120
FYLP-3W-UWB		Белый	110	3,2...4	$x = 0,30/y = 0,30$	120
FYLP-5W-URL	630	Красный	80	2...2,8		110
FYLP-5W-UYL	588	Жёлтый	55	2,2...2,8		110
FYLP-5W-PGL	520	Зелёный	150	3,2...4,2		110
FYLP-5W-UBL	470	Синий	35	3,2...4,2		110
FYLP-5W-UWL		Белый	180	3,2...4	9500	120

ные светодиоды. В качестве примера рассмотрим особенности сверхъяркого белого светодиода диаметром 10 мм – FYL-10014UWC1A. Приборы выполнены на основе материала InGaN, снабжены прозрачной линзой и отличаются высокой интенсивностью свечения. Основные параметры светодиодов:

- максимальный прямой ток 20 мА;
- диапазон рабочих температур –20...80°С;
- типовая сила света 12000 мкд;
- ширина диаграммы углового распределения силы света 20°;
- прямое напряжение 3,2 В;
- цветовая температура 9500°К.

В категорию *светодиодных ламп с большим световым потоком* входят следующие серии приборов: серия 1110 (три типа белых светодиодов) с силой света 1000...3700 мкд; серия 1130 (семь типов цветных и белых светодиодов) с силой света 800...2000 мкд; серия 1140 (шесть типов цветных и белых свето-

диодов) с силой света 300...2000 мкд; серия 1860 (шесть типов цветных и белых светодиодов) с силой света 800...2600 мкд; серия 1870 (пять типов цветных и белых светодиодов) с силой света 800...3000 мкд. Все приборы перечисленных серий выполнены в корпусах с выводами для монтажа в отверстия печатных плат и панелей. Ширина диаграммы распределения силы света, в зависимости от серии приборов, находится в пределах 60...160°.

Для примера рассмотрим особенности белого прибора серии 1110 FYLF-1110UW4C, в состав которого входят четыре единичных, параллельно включённых светодиода. Прибор выполнен на основе материала InGaN с прозрачной линзой Water Clear в корпусе размерами 7,62 × 7,62 × 3,5 мм. Основные параметры прибора:

- максимальный постоянный прямой ток – 80 мА, импульсный – 400 мА (T_H не более 100 мкс);

- мощность рассеяния 300 мВт;
- типовая сила света 3700 мкд;
- ширина углового распределения силы света 140°;
- типовая цветовая температура CCT 8000°К;
- прямое напряжение 2,8...3,6 В (типичное значение 3,2 В);
- диапазон рабочих температур –20...80°С.

В категорию *мощных светодиодных ламп* входят приборы мощностью 0,5 Вт; 1 Вт (15 типов приборов) со световым потоком 7...65 лм; 3 Вт (14 типов приборов) со световым потоком 20...120 лм; 5 Вт (пять типов приборов) со световым потоком 35...180 лм. Выпускаются цветные и белые исполнения. Классификационные параметры мощных светодиодных ламп фирмы из каталога 2011 г. приведены в таблице 2. Светодиоды всех приборов мощностью 5 Вт диаметром 7,3 мм установлены на радиаторы типа «звезда» диаметром 20 мм. Особенности приборов:

- длительный срок службы;
- большой световой поток;
- линзы с распределением Ламберта;
- управление низким напряжением;
- время включения не более 100 нс;
- возможность регулировки яркости;
- отсутствие ультрафиолетового излучения;
- эффективная электростатическая защита.

Области применения белых приборов, рекомендуемые производителем: светильники для чтения в автотранспортных средствах, самолётах и поездах; системы портативного освещения; ориентиры; направленная подсветка; приборы и приспособления; освещение знаков и надписей; архитектурная подсветка; внешние фонари автомобилей и другие приложения. Цветные приборы также могут применяться в светофорах, в качестве элементов задней подсветки ЖК-дисплеев и в других приложениях. Приведём некоторые параметры белых приборов FYLP-5W-UWL:

- рекомендуемый прямой ток 800 мА;
- тепловое сопротивление (кристалл–корпус) 18°С/Вт;
- максимальный прямой ток 1,2 А;
- рабочий диапазон температур –30...80°С.

Цветные приборы мощностью 5 Вт имеют аналогичные параметры.

ЛИТЕРАТУРА

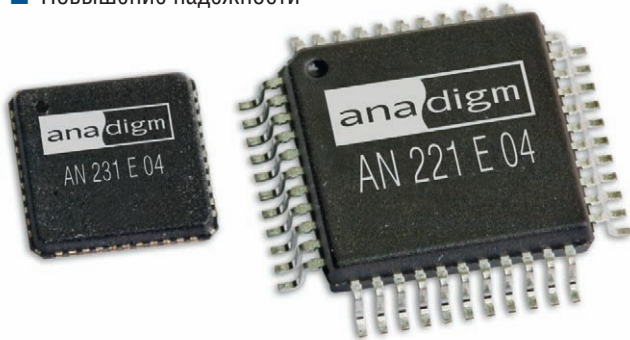
1. <http://www.betop-led.com/default.asp>.
2. <http://www.foryard.com/>.



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

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА FPAА

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



Микросхемы FPAА Anadigm

Отладочный комплект AN231K04-DVLP3

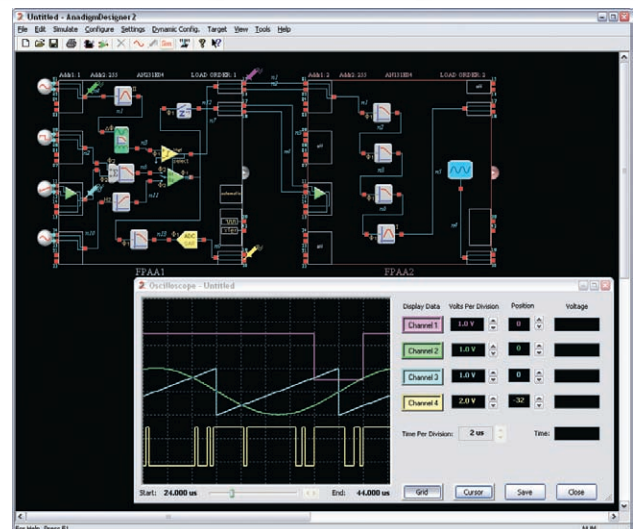
- Отладочная плата AN231K04, кабель RS-232, САПР Anadigm Designer®2
- Открытая лицензия, техническая документация, руководство пользователя на русском языке
- Техническая поддержка и консультации

САПР Anadigm Designer®2

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

На одном кристалле FPAА содержатся

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



Двухуровневые генераторы шума серии TGN

Виктор Безруков (Московская обл.)

В статье описана новая серия генераторов шума СВЧ-диапазона, разработанная Лабораторией широкополосных сигналов ООО «Деловой прогресс». Генераторы могут работать в режиме как низкого, так и высокого уровней шумовой мощности, что расширяет диапазон их применения.

Генераторы шума СВЧ-диапазона находят широкое применение в различных областях радиотехники. Их можно условно разделить на генераторы низкого уровня шумовой мощности ($ENR < 10$ дБ) и высокого уровня шумовой мощности (ENR – десятки и сотни дБ); ENR (Excess Noise Ratio) является отношением шумовой температуры к шумовой температуре 290°K .

Генераторы шума низкого уровня используются при измерениях коэффициента шума усилительных и приёмных устройств, для контроля их работоспособности и т.д. Генераторы шума высокого уровня используются для имитации непрерывной и импульсной широкополосной шумоподобной помехи, в системах радиопротиводействия, при измерении амплитудно-частотных характеристик усилительных и приёмных устройств, при испытаниях приёмных устройств в условиях большого уровня помех и т.д. В [1] достаточно подробно описаны области примене-

ния генераторов шума и приведены полезные ссылки.

Лабораторией широкополосных сигналов ООО «Деловой прогресс» разработаны и серийно выпускаются двухуровневые генераторы шума серии TGN. Особенностью генераторов шума серии TGN является то, что они, в зависимости от сигнала управления, могут генерировать шумовую мощность либо низкого уровня ($ENR = 5...10$ дБ), либо высокого уровня ($ENR = 40...60$ дБ).

Структурная схема генераторов серии TGN приведена на рисунке 1. Шумовой сигнал, генерируемый лавинно-пролётным диодом типа NW401 в полосе частот $1...18$ ГГц, усиливается двухкаскадным усилителем с полосой частот $2...18$ ГГц на микросхемах HMC462LP5 и поступает на СВЧ-переключатель на микросхеме HMC547LP3. Эта часть схемы формирует высокий уровень шумовой мощности. При формировании низкого уровня шумовой мощности к переключателю подключается встроенная

согласованная нагрузка, а с лавинно-пролётного диода и следующих за ним двух усилительных каскадов снимается питание. После переключателя шумовой сигнал усиливается ещё одним каскадом на микросхеме HMC462LP5 и поступает на быстродействующий СВЧ-модулятор на микросхеме HMC547LP3.

Управление уровнем выходной шумовой мощности и работой модулятора осуществляется командами через стандартный разъём Mini USB по выделенным для каждого вида управления контактам разъёма. Через этот же разъём подаётся питание на генератор. Специальная схема компенсации изменения шумовой мощности при изменении температуры окружающей среды обеспечивает стабильную работу генераторов шума. Дополнительным удобством является то, что для работы генераторов требуется низковольтное питание от $+3,3$ до $+5$ В. Выходной СВЧ-разъём типа N или SMA.

Генераторы могут поставляться с СВЧ-переходом вилка-вилка или вилка-розетка. Этот переход обеспечивает механическую развязку, благодаря чему основной разъём генератора шума не изнашивается в процессе эксплуатации. Дополнительно в комплект поставки могут включаться широкополосные СВЧ-аттенюаторы на 3, 5, 10 или 20 дБ, с помощью которых можно регулировать выходную шумовую мощность генератора шума.

Ниже в качестве примера приведено краткое описание и параметры ге-

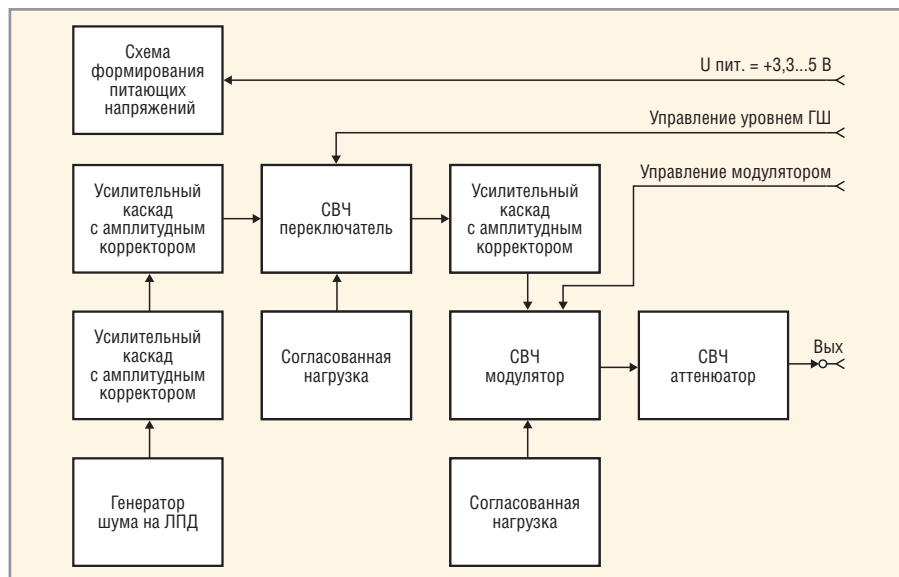


Рис. 1. Структурная схема двухуровневых генераторов шума серии TGN



Рис. 2. Внешний вид двухуровневого генератора шума типа TGN2G15S

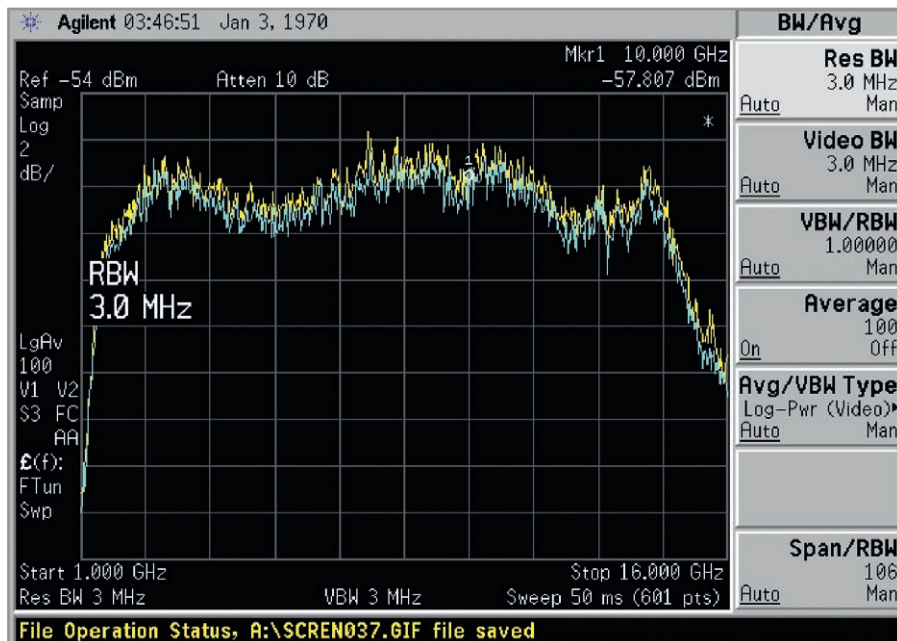


Рис. 3. Частотная зависимость спектральной плотности мощности шума в полосе частот 3 МГц двухуровневого генератора шума типа TGN2G15S при температуре корпуса +20°C (жёлтый цвет) и +55°C (голубой цвет)

Измерения выполнены с помощью анализатора спектра E4447A PSA Series Spectrum Analyzer компании Agilent

нератора шума типа TGN2G15S. Внешний вид генератора показан на рисунке 2.

Генератор шума типа TGN2G15S имеет следующие основные параметры:

- рабочий диапазон частот по уровню –3 дБ от 2 до 15 ГГц;
- значение низкого уровня ENR составляет 5 дБ;
- значение высокого уровня ENR составляет 51 дБ;
- изменение высокого уровня ENR в рабочем диапазоне частот не более 2 дБ (размах);
- изменение высокого уровня ENR в рабочем диапазоне температур не более 2 дБ;
- КСВН выхода в рабочем диапазоне частот при низком уровне ENR не более 1,5 ед.;
- изменение КСВН выхода в рабочем диапазоне частот в режиме модуляции не более 0,1 ед.;
- глубина модуляции в режиме с ENR = 51 дБ не менее 40 дБ;
- время включения/выключения и задержка при модуляции не более 50 нс;
- уровни команд управления: «0» – от 0 до 0,6 В, «1» – от 2 до 5 В;
- рабочий диапазон температур от –10 до +50°C;
- питание от +3,3 В/0,3 А до +5 В/0,2 А при низком уровне ENR и от +3,3 В/0,9 А до +5 В/0,6 А при высоком уровне ENR;

- габариты: длина 72 мм, ширина 40 мм, высота 17 мм;
- масса не более 100 г.

На рисунке 3 приведена типовая частотная зависимость спектральной плотности мощности шума генератора TGN2G15S для двух значений температуры корпуса генератора. Зависимости спектральной плотности шума от напряжения питания не наблюдается, так как питание стабилизировано схе-



Рис. 4. Частотная зависимость КСВН выхода двухуровневого генератора шума типа TGN2G15S при низком уровне ENR

ГШ «Вкл.» – красная кривая, ГШ «Выкл.» – синяя кривая. Частотные метки «0» и «1» ограничивают диапазон рабочих частот. Данные получены с помощью измерителя модуля коэффициента передачи и отражения P2M-18, 10 МГц...18 ГГц, производства «НПФ Микран»

мой формирования питающих напряжений.

На рисунке 4 приведена типовая частотная зависимость КСВН выхода генератора TGN2G15S.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безруков В.А. Измерительные приложения радиочастотных генераторов шума. Современная электроника. 2011. № 2.



Лаборатория Широкополосных Сигналов
ООО «Деловой прогресс»

Разработка от ТЗ
до серии, устройств
ВЧ и СВЧ до 18 ГГц

Контактная информация:

Московская обл., г. Пушкино,
ул. Заводская, д.9

Web: www.wbsl.ru
E-mail: info@wbsl.ru

Тел./факс: 8 (496) 531-74-57
8 (926) 590-78-17

- антенные устройства,
- фильтры ФНЧ, ФВЧ, ПЧ,
- смесители,
- детекторы,
- генераторы шума,
- генераторы сигналов,
- усилители малошумящие, мощные,
- электродинамические расчёты

Реклама

Монолитные интегральные схемы СВЧ на основе гетероструктурных GaAs pin-диодов

Алексей Ющенко, Геннадий Айзенштат, Владимир Божков, Евгений Монастырёв (Томск)

В статье представлены результаты разработки коммутационных и ограничительных pin-диодных СВЧ МИС на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs. Разработанные микросхемы не имеют прямых аналогов в России и не уступают зарубежным аналогам.

ВВЕДЕНИЕ

Pin-диоды нашли широкое применение в технике СВЧ. На их основе могут быть реализованы схемы управления уровнем и фазой СВЧ-сигналов, а также коммутаторы СВЧ-мощности в линиях передачи [1].

На сегодняшний день существуют технологии создания pin-диодных монолитных интегральных схем (МИС) на основе кремния, арсенида галлия и фосфида индия. Схемы, изготовленные по кремниевой технологии [2], отличаются высокой мощностью, но ограничены рабочей частотой до 20...25 ГГц и сложны в изготовлении. Схемы на основе фосфида индия серийно не выпускаются. Сравнительно простая технология GaAs позволяет создавать МИС с предельно высокими параметрами, является наиболее востребованной и активно развивается [2, 3].

СХЕМЫ КОММУТАТОРОВ СВЧ-МОЩНОСТИ

Для реализации СВЧ МИС использовалась технология создания pin-диодов на основе гетероструктуры AlGaAs/GaAs. По сравнению с гомоструктурными, диоды на основе структуры AlGaAs/GaAs отличаются мень-

шим последовательным сопротивлением при том же уровне управляющего тока. Изготовленные гетероструктурные диоды характеризуются следующими параметрами: вносимые потери открытого диода 0,28...0,4 дБ в частотном диапазоне 0,1...40 ГГц, что соответствует прямому сопротивлению потерь ($r_{пр}$) 3,5...4,5 Ом, при этом развязка в закрытом состоянии диода соответствует эквивалентной ёмкости (C_d) 30 фФ. Характеристики полученных диодов соответствуют зарубежным аналогам. Ближайшими отечественными аналогами являются кремниевые pin-диоды 2A533(А-Г)-3 и 2A566(А-Б)-3 [4], которые по своим параметрам немного превосходят GaAs-приборы. Однако при использовании GaAs pin-диодов в составе монолитных интегральных схем их недостатки полностью компенсируются.

МИКРОСХЕМЫ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ SPDT ДЛЯ С- И Х-ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ

На рисунке 1а показана фотография монолитной интегральной схемы pin-диодного коммутатора X-диапазона. Подобную топологию имеет и микросхема С-диапазона. Размер

кристалла МИС составляет $2,2 \times 2,5 \times 0,1$ мм.

Микросхемы изготовлены на гетероструктурах AlGaAs/GaAs. Наряду с технологическими процессами изготовления pin-диодов [5], технология МИС включала процессы, связанные с формированием резисторов из силицида вольфрама, конденсаторов на основе Ta_2O_5 , сквозных отверстий химическим травлением с последующей металлизацией обратной стороны пластины и разделением пластины на кристаллы методом дисковой резки. Как отмечалось ранее [5 – 7], дискретные СВЧ pin-диоды на основе арсенида галлия являются источниками инфракрасного излучения. На фотографии (см. рис. 1а) хорошо видно, что и в интегральной схеме коммутатора в рабочем режиме прямосмещённые диоды также излучают свет, что позволяет оценить тепловое сопротивление МИС $R_T = 250...300^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (методика определения теплового сопротивления GaAs СВЧ pin-диода по спектрам его излучения описана в [6, 7]). Измеренные параметры МИС X-диапазона приведены на рисунке 1б.

Микросхема коммутатора С-диапазона в полосе частот 4...8 ГГц характеризуется вносимыми потерями (Π) не более 0,75 дБ, коэффициентами отражения вход/выход ($|s_{11}|$ и $|s_{22}|$) не более -17 дБ и развязкой между каналами (ISOL) не менее 46 дБ. МИС коммутатора X-диапазона в полосе частот 8...12 ГГц (см. рис. 1б) характеризуется вносимыми потерями (Π) не более 0,7 дБ, коэффициентами отражения вход/выход ($|s_{11}|$ и $|s_{22}|$) более -20 дБ и развязкой между каналами (ISOL) не менее 42 дБ. Изготовленные МИС могут работать в более широком диапазоне частот при незначительном ухудшении параметров. Верхняя граница линейности амплитудной характеристики по выходу составляет 20 дБм (8 ГГц).

Разработанные микросхемы коммутаторов С- и X-диапазонов частот по своим параметрам соответствуют зарубежным аналогам (например, TGS2302 [3]). В России прямые аналоги отсутствуют.

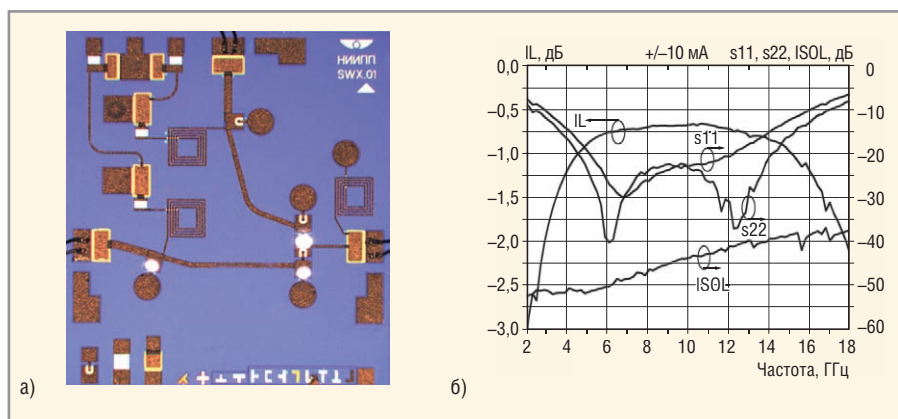


Рис. 1. Фотография кристалла микросхемы X-диапазона (а) и её измеренные характеристики (б)

МИКРОСХЕМЫ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ SPST, SPDT и SP4T (0,5...40 ГГц)

Наряду с представленными МИС коммутаторов С- и Х-диапазонов частот разработан комплект МИС сверхширокополосных переключателей SPST, SPDT и SP4T для диапазона частот 0,5...40 ГГц. Прямыми аналогами схем являются зарубежные МИС фирмы М/А-COM: МА4AGSW1, МА4AGSW2 и МА4AGSW4. Отечественные аналоги отсутствуют. Размеры кристаллов МИС коммутаторов SPST и SPDT составляют 1,1 × 0,92 × 0,1 мм. Размер кристалла МИС коммутатора SP4T составляет 1,6 × 1,5 × 0,1 мм. Особенностью представленных МИС является то, что схемы не имеют внутренних цепей смещения, что позволяет использовать МИС в широком диапазоне частот. Фотография и измеренные параметры схемы переключателя SP4T представлены на рисунке 2.

Вносимые потери (IL) переключателя SPST в рабочем диапазоне частот (0,5...40 ГГц) не превышают 1 дБ, а изоляция (ISOL) составляет не менее 25 дБ. Верхняя граница линейности амплитудной характеристики по выходу составляет 33 дБм при управляющем напряжении -8 В. Полное запираание схемы обеспечивается током порядка 5...10 мА. Микросхемы коммутаторов SPDT и SP4T характеризуются вносимыми потерями не более 1,8 дБ, изоляцией не менее 28...30 дБ и имеют верхнюю границу линейности амплитудной характеристики по выходу порядка 20 дБм (10 ГГц) при управляющем токе 10 мА на канал. Все представленные МИС могут работать при меньших токах управления (единицы миллиампер) и в более широком диапазоне частот (свыше 40 ГГц) при незначительном ухудшении параметров.

СХЕМЫ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ СВЧ-МОЩНОСТИ

Схемы ограничителей мощности используются для защиты малошумящих усилителей (МШУ) в приёмных трактах СВЧ-аппаратуры. Многие отечественные фирмы занимаются разработкой МИС защитных устройств с использованием диодов Шоттки (ДБШ). Эти схемы характеризуются следующими параметрами: диапазон рабочих частот 0...12 ГГц, вносимые потери 0,3...2 дБ, допустимая входная мощ-

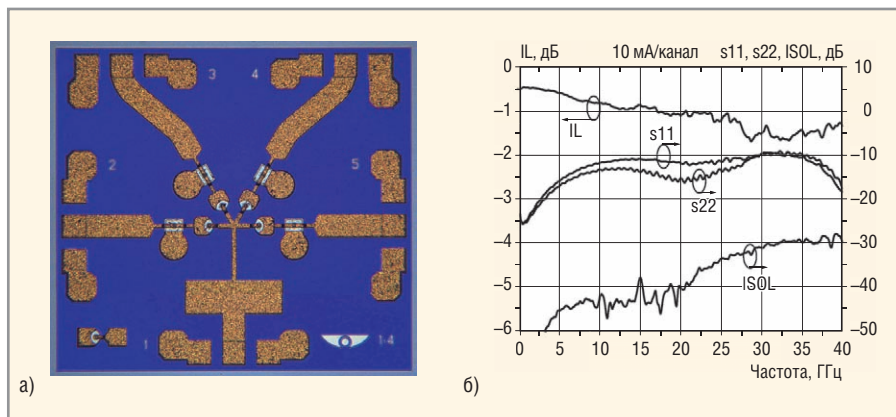


Рис. 2. Фотография кристалла переключателя SP4T (а) и его измеренные характеристики (б)

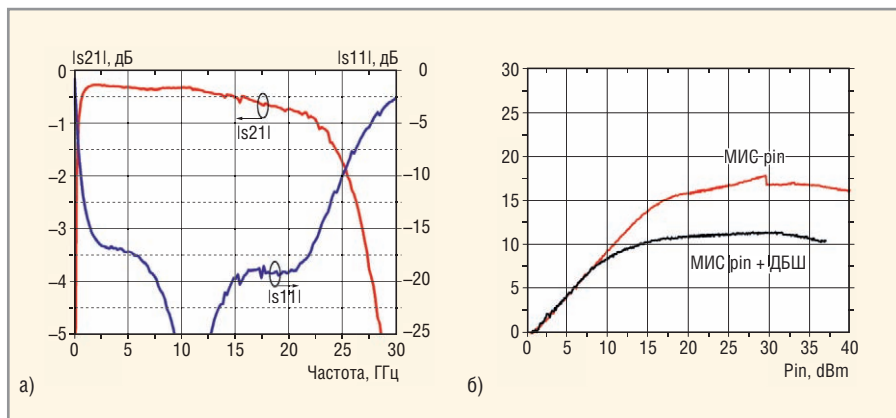


Рис. 3. Экспериментальные характеристики микросхемы защитного устройства

ность 33...37дБм, мощность просачивания 10...12 дБм.

Разработан целый ряд монолитных интегральных схем широкополосных ограничителей мощности на основе GaAs pin-диодов. Диапазон рабочих частот МИС составляет 1...22 ГГц,

вносимые потери не превышают 0,8...1 дБ, допустимая входная мощность составляет 37 дБм, мощность просачивания 10...18 дБм. По совокупности параметров микросхемы не уступают (некоторые превосходят) зарубежным аналогам (например, TGL2201 [3]).

ОАО «НИИПП»

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СВЧ



● ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ НА РАБОЧИЕ ЧАСТОТЫ ДО 40 ГГц



● УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ НА РАБОЧИЕ ЧАСТОТЫ ДО 10,5 ГГц



● ДЕЛИТЕЛИ ЧАСТОТЫ НА РАБОЧИЕ ЧАСТОТЫ ДО 0,5 ГГц



● МАЛОШУМЯЩИЕ УСИЛИТЕЛИ НА РАБОЧИЕ ЧАСТОТЫ ДО 2 ГГц



● ОГРАНИЧИТЕЛИ МОЩНОСТИ НА РАБОЧИЕ ЧАСТОТЫ ДО 22 ГГц



● СХЕМЫ СМЕЩЕНИЯ ПО ПОСТОЯННОМУ ТОКУ НА РАБОЧИЕ ЧАСТОТЫ ДО 40 ГГц

ОАО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов»
 634034, Россия, г. Томск, ул. Красноармейская, 99 а,
 тел.: (382 2) 48 81 59 (отдел маркетинга), тел/факс: (382 2) 55 45 47,
 e-mail: sneg@mail.tomsknet.ru, www.niipp.ru

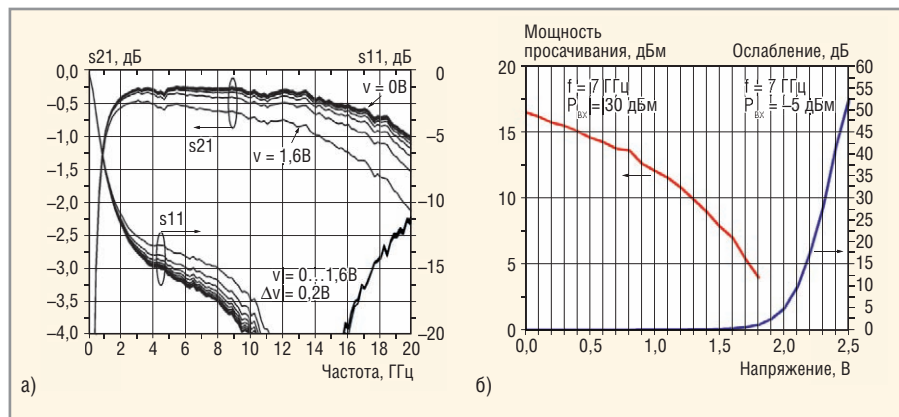


Рис. 4. Экспериментальные характеристики микросхемы ограничителя мощности, управляемого напряжением

Монолитные интегральные схемы ограничителей СВЧ-мощности выполняются на рiп-диодах или диодах с барьером Шоттки. Оба класса схем имеют свои преимущества и недостатки. Ограничители мощности на основе рiп-диодов характеризуются более широким диапазоном частот, низкими вносимыми потерями и большей допустимой входной мощностью по сравнению с защитными устройствами на ДБШ. Защитные устройства на ДБШ, в свою очередь, характеризуются меньшей мощностью просачивания и большим быстродействием. Все указанные преимущества можно объединить в многокаскадном защитном устройстве, содержащем рiп-диоды во входных каскадах и ДБШ на выходе [8].

Разработана технология изготовления МИС, позволяющая получать вертикальные структуры рiп-диодов и диодов Шоттки на одном кристалле. Были изготовлены двухкаскадные МИС защитных устройств:

- схема на основе рiп-диодов;
- схема, включающая рiп-диоды во входном каскаде и диоды Шоттки в выходном каскаде (конструкция схемы защищена патентами РФ № 94765 от 27.05.2010 и № 102846 от 10.03.2011).

При изготовлении кристаллов схем к технологическим операциям создания рiп-диодных МИС были добавлены операции, связанные с изготовлением вертикальных структур диодов Шоттки. Сложность изготовления данной схемы обусловлена не только большим количеством технологических операций, но и достаточно высоким рельефом поверхности МИС (примерно 4 мкм). Изготовленные рiп-диодные схемы и схемы, содержащие рiп-диоды и диоды Шоттки, характе-

ризуются одинаковыми малосигнальными параметрами (см. рис. 3а). Мощность просачивания МИС, включающей рiп-диоды и диоды Шоттки, значительно ниже, чем у обычной рiп-диодной схемы (см. рис. 3б).

Разработанные МИС характеризуются следующими параметрами: полоса рабочих частот $\Delta f = 1...22$ ГГц; вносимые потери $|s_{21}| < 1$ дБ; коэффициенты отражения на входе и выходе $|s_{11}|$ и $|s_{22}| > 15$ дБ; максимальная входная мощность $P_{вх, макс} > 37$ дБм (5 Вт); мощность просачивания $P_{вых} < 18$ дБм/11,5 дБм. Для X-диапазона частот (8...12 ГГц) схема характеризуется вносимыми потерями порядка 0,35 дБ и модулями коэффициентов отражения на входе и выходе не менее 20 дБ. Изготовленная микросхема ограничителя мощности по своим параметрам полностью соответствует требованиям к защитному устройству для маломощного усилителя X-диапазона [9].

На основе результатов исследований характеристик созданных GaAs гетероструктурных рiп-диодов была создана ещё одна МИС ограничителя мощности (заявка на изобретение № 2011102631 от 24.01.2011). В данной схеме можно управлять уровнем просачиваемой мощности и величиной вносимых потерь.

На рисунке 4а представлено семейство зависимостей вносимых и обратных потерь от частоты, измеренное при разных смещениях. Диапазон рабочих частот МИС составил 2...20 ГГц. При увеличении смещения от нуля до 1,4 В происходит незначительный рост потерь. Эксперимент показал (см. рис. 4б), что при изменении управляющего напряжения от 0 до 1,4 В уровень просачиваемой мощности снижается от 17 до 8 дБм. Максимальная входная мощность устройства состав-

ляет не менее 37 дБм. Разработанная микросхема может быть также использована в качестве управляемого аттенюатора или «выключателя». Глубина изоляции МИС в X-диапазоне составляет не менее 40 дБ при управляющем токе 10 мА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен комплекс работ, позволивший заложить основы нового для страны научно-технического направления по созданию монолитных интегральных схем СВЧ на основе гетероструктурных рiп-диодов на арсениде галлия. В рамках этого направления разработаны и реализованы МИС переключателей, не уступающие зарубежным аналогам, а также оригинальные схемы ограничителей мощности, по совокупности параметров превосходящие зарубежные аналоги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наливайко Б.А., Берлин А.С., Божков В.Г. Полупроводниковые приборы. СВЧ-высокочастотные диоды: Справочник. РАСКО, 1992.
2. www.macomtech.com.
3. www.triquint.com.
4. www.nppte.ru.
5. Айзенин Г.И., Божков В.Г., Ющенко А.Ю., Монастырев Е.А. Гетероструктурные р-и-п-диоды. Материалы конф. КрыМиКо'2010. Севастополь, 2010. С. 169–170.
6. Айзенин Г.И., Божков В.Г., Ющенко А.Ю., Монастырев Е.А., Добуш И.М. СВЧ р-и-п-диоды на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs. Изв. Вузов: Физика. 2010. № 9/2. С. 310–314.
7. Айзенин Г.И., Ющенко А.Ю., Гуцин С.М., Дмитриев Д.В., Журавлев К.С., Торопов А.И. Рекомбинация носителей заряда в арсенидогаллиевом р-и-п-диоде. Физика и техника полупроводников. 2010. Том 44. Вып. 10. С. 1407–1410.
8. Seong-Sik Yang, Tak-Young Kim, Deok-Kyu Kong, So-Su Kim, and Kyung-Wban Yeom. A Novel Analysis of a Ku-Band Planar p-i-n Diode Limiter. IEEE Transactions on microwave theory and techniques. 2009. Vol. 57. No. 6. PP. 1447–1460.
9. Ющенко А.Ю., Айзенин Г.И., Божков В.Г., Монастырев Е.А., Добуш И.М. Гетероструктурные монолитные интегральные схемы маломощного усилителя X-диапазона и рiп-диодного ограничителя мощности. Тезисы докладов НПК по физике и технологии наногетероструктурной СВЧ-электроники. НИЯУ МИФИ. 2011. С. 26–27.

Новости мира News of the World Новости мира

Infinion: приёмный модуль GPS и ГЛОНАСС

В компании Infineon имеются приёмные модули, которые поддерживают приём глобальных навигационных спутниковых систем GPS (Global Positioning System) и ГЛОНАСС (или раздельно, или одновременно). Модули семейства BGM103xN7 располагаются в корпусе размером $2,3 \times 1,7 \times 0,73$ мм. Серия состоит из трёх модулей для специфических приложений:

- **BGM1033N7**: стандартное решение со спецификациями GPS/ГЛОНАСС, с коэффициентом усиления 14,8 дБ и коэффициентом шума 1,65 дБ;
- **BGM1032N7**: аналогичен по параметрам BGM1033N7, рассчитан на подавление сигналов 13-го диапазона LTE. Наивысшая частота 13-го диапазона LTE равна 787 МГц, и вторая гармоника этой частоты (1574 МГц) располагается в частотном диапазоне GPS;
- **BGM1034N7**: вариант с высоким коэффициентом усиления (17,0 дБ) для систем с большими потерями в тракте сигнала, таких как навигационные приборы и цифровые камеры.



Все модули потребляют 4,0/3,1 мА и предназначены для переносных электронных приборов. Модули поставляются в корпусе TSNP-7-10 размером $2,3 \times 1,7 \times 0,73$ мм.

www.infineon.com

Пять 12-битных АЦП прямой дискретизации радиочастотного сигнала

Компания National Semiconductor представила семейство АЦП, поддерживающих прямую дискретизацию радиочастотных сигналов свыше 2,7 ГГц с уровнем интермодуляционных искажений третьего порядка (IMD3) до -71 дБ и частотой преобразования до 3,6 GSPS.

Семейство ADC12Dxx00RF включает пять 12-битных АЦП, позволяющих системным разработчикам отказаться от ис-

пользования различных каскадов понижающих преобразователей промежуточных частот, включая усилители, смесители и фильтры. Одноканальные АЦП ADC12Dxx00RF способны полностью заменить всю подсистему сигнального тракта, радикально снижая при этом общее число компонентов, размер печатной платы и вес устройств для беспроводных базовых станций связи 3G/4G, военных и гражданских широкополосных систем программно-управляемой радиосвязи (SDR).



Совместимые по выводам АЦП ADC12Dxx00RF дополняют передовое семейство гигагерцовых преобразователей компании National, обеспечивая простое масштабирование производительности от 500 MSPS до 3,6 GSPS.

Для создания завершённого сигнального тракта ADC12Dxx00RF можно использовать совместно с двухканальным усилителем с цифровой регулировкой коэффициента усиления (DVGA) или полностью дифференциальным усилителем компании National Semiconductor, синтезатором частоты LMX2541 или одним из фильтров дрожания тактового сигнала LMK04800 от National.

www.national.com/

Водонепроницаемый потенциометр для передней панели

Компания Vishay представляет первый в мире, по её заявлению, водонепроницаемый металлокерамический потенциометр для установки на передней панели, который полностью герметизирован от проникновения морской воды и удовлетворяет требованиям норм защищённости



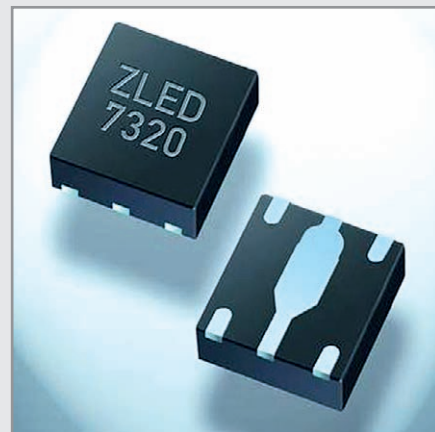
IP68. Потенциометр P13SM с осью и резьбовой частью из высококачественной стали предназначен для приложений, в которых требуется устанавливать потенциометром электрические параметры при погружении в морскую воду на глубину до 30 м.

При коррозионных испытаниях испытаний в солевом тумане элемент выдержал 960 ч. P13SM имеет допустимую нагрузку 1,5 Вт при $+70^\circ\text{C}$ и $\text{TKC} \pm 75 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ (тип.). Потенциометр предлагается с осью диаметром 3,17 и 6 мм и различной длины. Он рассчитан на работу в температурном диапазоне $-55 \dots +125^\circ\text{C}$. Новый металлокерамический потенциометр уже предлагается в образцах и в производственных партиях.

www.vishay.com

Микросхема управления для светодиодных ламп

Фирма ZMD сообщает о наличии ZLED7320, нового представителя её семейства ZLED7x20 с 40-вольтовыми микросхемами управления светодиодами. ZLED7320 работает, по данным производителя, с КПД до 98% и предлагается в корпусе DFN-5. Драйвер содержит коммутирующий транзистор и обеспечивает изменение яркости свечения в диапазоне 1200 : 1 с помощью ШИМ-сигнала или фиксированного напряжения.



С выхода схемы с High-Side Current-Sensing выдаётся ток до 1 А с точностью $\pm 3\%$. К внутренним функциям защиты ZLED7320 относятся функция отключения при температурной перегрузке, а также функции, защищающие драйвер при обрывах или при коротком замыкании. Драйвер работает в приложениях без дополнительного МОП-транзистора.

Для комплектного решения схемы управления светодиодами требуются только четыре пассивных компонента.

www.zmdi.com/

Новый подход к измерению параметров импульсов

Крис Ли (Chris Lee) (США)

Точные измерения параметров импульсов являются важной составляющей процесса разработки радиолокационных систем, их тестирования и проверки на соответствие стандартам. Как правило, для выполнения таких измерений используется набор отдельных приборов с ручным или программным управлением. Сравнительно недавно на рынке появился анализатор пиковой мощности, объединяющий такие измерения в одном приборе. В данной статье сравниваются классические и одноприборные решения, а также отмечаются основные преимущества анализатора пиковой мощности.

В радиолокации широко используются импульсные сигналы, которые позволяют увеличить дальность обнаружения и улучшить пространственное разрешение. Поэтому точные измерения параметров импульсов являются важной составляющей процесса разработки радиолокационных систем, их испытания на соответствие стандартам.

Как правило, выполняются два вида измерений: измерение параметров импульса и измерение временных диаграмм импульсного сигнала. К первому виду относятся измерения длительностей фронтов, длительности импульса, пиковой и средней мощности. Второй

вид измерений включает в себя изменение периода повторения импульсов, задержки, времени восстановления и периода повторения пачек импульсов.

Эти измерения обычно выполняют с помощью набора отдельных приборов с ручным или программным управлением. Сравнительно недавно на рынке появилось новое решение, называемое анализатором пиковой мощности, которое позволяет проводить такие измерения с помощью одного прибора.

СРАВНЕНИЕ ДВУХ РЕШЕНИЙ

Для выполнения полного набора измерений параметров импульса и

временных диаграмм импульсного сигнала в типовую измерительную систему (см. рис. 1) могут входить три прибора: цифровой осциллограф, измеритель мощности и датчик пиковой мощности. В такой конфигурации можно сразу заметить два недостатка. Это, во-первых, большие габариты, масса и общая стоимость двух приборов и одного датчика. Во-вторых, это необходимость одновременного решения двух взаимозависимых задач – интеграции программного обеспечения (ПО) и координации измерений. В данном примере осциллограф и измеритель мощности работают независимо, поэтому, как правило, невозможно одновременно измерить для одного сигнала и параметры импульса, и временные диаграммы.

Анализатор пиковой мощности Agilent 8990В является альтернативным одноприборным решением (см. рис. 2). Объединение всех необходимых функций в одном приборе позволяет упростить измерительную схему и даёт возможность одновременно измерять и параметры импульсов, и временные диаграммы.

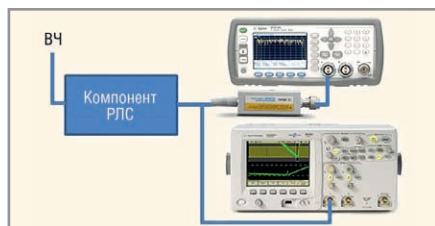


Рис. 1. Типичный набор инструментов для анализа импульсов

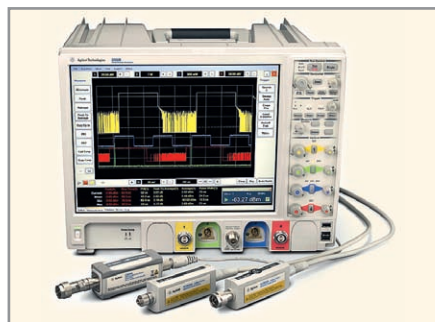


Рис. 2. Анализатор пиковой мощности является альтернативой набору отдельных приборов для измерения параметров импульсов и временных диаграмм

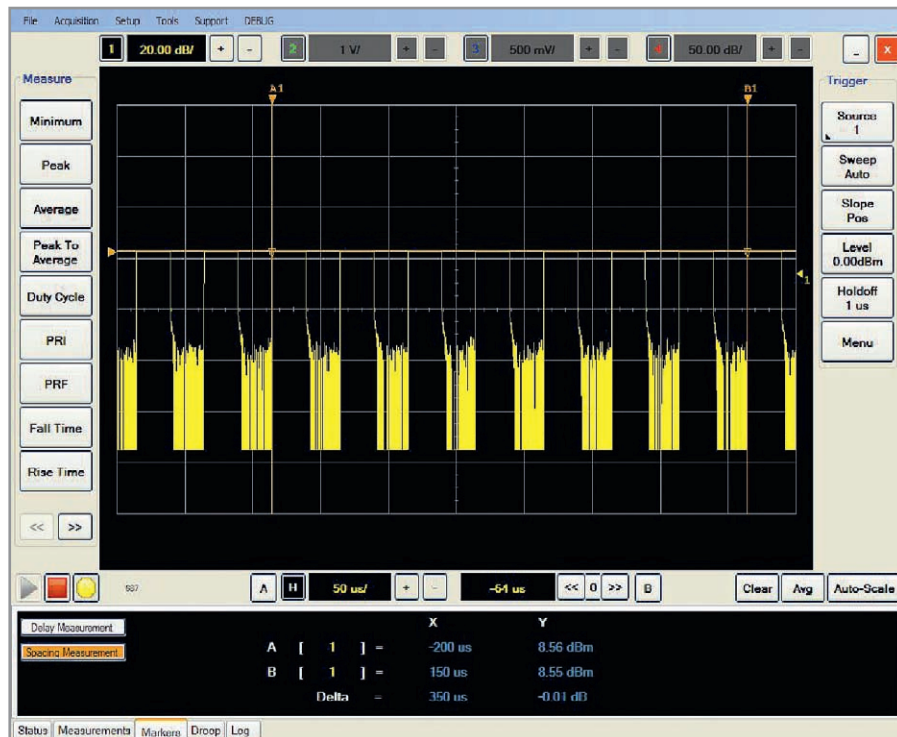


Рис. 3. Большой экран облегчает исследование длинной последовательности импульсов

Анализатор пиковой мощности при этом имеет такие показатели скорости, точности и качества измерений, которые полностью удовлетворяют требованиям разработки радиолокационных систем, их тестирования на соответствие стандартам.

ПРЕИМУЩЕСТВА ОДНОПРИБОРНОГО РЕШЕНИЯ

Одноприборное решение, по сравнению с классическим набором независимых инструментов, обладает следующими преимуществами: полностью интегрированные измерения параметров импульса, более быстрые измерения фронтов импульса, встроенные измерения относительного спада вершины импульса, большой экран, позволяющий охватить одним взглядом все результаты измерений. Несколько примеров иллюстрируют удобства, которые обеспечивают эти возможности.

Когда проводятся измерения длинной последовательности импульсов, на большом экране легче заметить ошибки и аномалии (см. рис. 3). Встроенная пара маркеров упрощает измерение длительности импульсов и позволяет повысить точность измерений мощности ВЧ.

Преимущества одноприборного подхода очевидны, когда на экран одновременно выводятся результаты нескольких измерений. Например, в двух окнах (одно над другим) большого экрана можно рассматривать последовательности импульсов и увеличенные выделенные фрагменты сигнала (верхняя и нижняя осциллограммы на рисунке 4). Окно с детализированным сигналом облегчает исследование отдельных импульсов и измерение таких характеристик, как

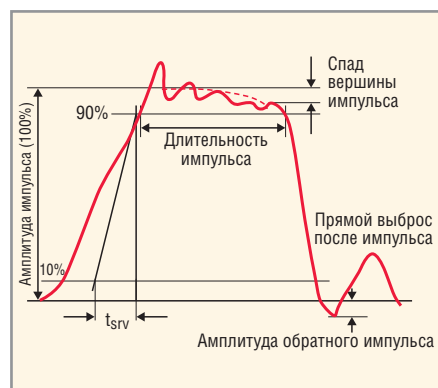


Рис. 5. «Завал» вершины импульса свидетельствует о возможных проблемах



Рис. 4. Расположенные одно над другим окна позволяют одновременно анализировать последовательности импульсов или получать более детальное представление отдельных импульсов

запаздывание импульса и усиление импульса.

УЛУЧШЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФРОНТОВ ИМПУЛЬСА

В процессе разработки РЛС все её подсистемы (усилители мощности, модули передатчика, модули приёмника) должны быть испытаны. Обычно измеряемые параметры включают в себя период следования импульсов,

основание импульса, длительность вершины импульса, длительность импульса и амплитуду выбросов на фронтах.

Особой практической ценностью обладают такие параметры, как длительность фронтов, измерение которых позволяет выявлять многие схемотехнические проблемы. К сожалению, рассогласование электрических параметров (индуктивности, ёмкости и активного сопротивления) испытыве-

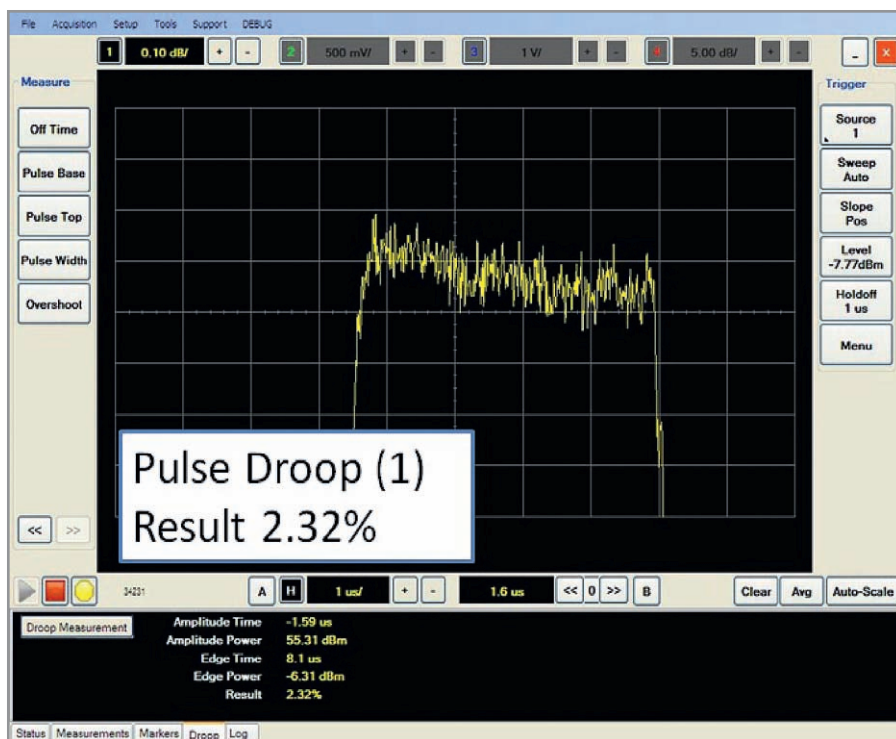


Рис. 6. Автоматизированные измерения спада вершины импульса

мой подсистемы и входа измерительного прибора приводит к ошибкам измерения фронтов импульсов. Правильно согласованный входной тракт прибора, обеспечивающий быстрые и точные измерения фронтов, – это мощный инструмент для повышения качества сигнала передатчиков и характеристик РЛС в целом.

Для сравнения можно отметить, что точность измерения длительности фронтов для анализатора пиковой мощности 8990В составляет 5 нс. Кроме того, этот прибор позволяет измерять пиковую мощность.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДРЕЙФА МОЩНОСТИ

Дрейф мощности – одно из негативных явлений, наблюдаемых при тестировании длинных импульсных последовательностей в трансиверах РЛС, усилителях мощности и других подсистемах или компонентах. Признаки наличия этой проблемы можно обнаружить, исследуя отдельные импульсы (см. рис. 5). Дрейф мощности определяется как понижение мощности импульсов в последовательности.

Спад вершины импульса является показателем качества, который определяется как снижение уровня сигнала на вершине импульса за некоторый короткий промежуток времени. Ручное измерение этой величины отнимает много времени и, кроме того, даёт противоречивые, не повторяющиеся результаты.

Если использовать анализатор 8990В, то измерение спада вершины импульса можно автоматизировать и проводить вычисления в соответствии со стандартами IEEE. На экране анализатора результаты отображаются в процентах, а такие параметры, как изменение амплитуды, амплитуда мощности импульса, длительность и мощность фронтов, могут наблюдаться одновременно (см. рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование специализированного решения упрощает процессы настройки и измерения параметров импульса и временных диаграмм импульсного сигнала. Это экономит время за счёт одновременного измерения нескольких параметров. Кроме того, использование одного прибора позволяет снизить затраты на создание измерительной системы и интеграцию ПО.



Новости мира News of the World

ЖК-дисплей со встроенными солнечными батареями

С развитием высоких технологий всё становится автономным, вот и на телефонах потихоньку появляются солнечные батареи телефоны постепенно отвязываются от классической зарядки, хотя о полной независимости пока не может идти и речи. Однако технологии солнечных панелей развиваются, и вот учёные Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе научились встраивать их в LCD-дисплеи.



Речь идёт о ЖК-экране со встроенными фотоэлектрическими поляризаторами, способными преобразовывать окружающий искусственный и естественный свет в электричество. Использование такого компонента в конструкции дисплея имеет особое значение. Задняя подсветка ЖК-дисплеев потребляет от 80 до 90% мощности мобильного устройства, и 75% этого света теряется при проходе через поляризатор. Поэтому фотоэлектрический поляризатор поможет восполнять хотя бы часть этой неизрасходованной энергии. Разработчики надеются, что новая технология станет прорывом в вопросе эффективности LCD-дисплеев как класса. В настоящее время ведутся переговоры с производителями электроники на предмет внедрения этих элементов в массовые продукты.

<http://www.ubergizmo.com/>

Прибор, скрывающий время

Команда учёных Корнельского университета во главе с Моти Фридманом (Moti Fridman) продемонстрировала прибор, который скрывает время. Это своего рода «плащ невидимости», только не для световых лучей или звуковых волн, а для четвертого измерения. На текущий момент учёным удалось «скрыть» только 15 триллионных секунды, однако дальнейшие совершенствования этой технологии открывают уникальные возможности для всего человечества.

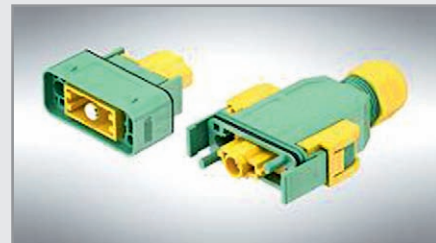
Учёные пропустили через оптоволоконный кабель импульс света, заставив его

сжаться и при достижении определенной точки пройти обратную декомпрессию. Сжатие светового импульса, проходящего по оптическому каналу, осуществляется при помощи особой кремниевой линзы, которая заставила один участок луча ускориться, а второй, пройдя через эту же линзу, напротив, замедлился. Другая линза, установленная на отдалённом участке кабеля, вернула световой импульс в исходное положение. Это означает, что импульс поступил на приёмник в том виде, в котором и вышел, однако до этого момента между ускоренным и замедленным участками светового импульса существовало свободное пространство. В теории данную технологию можно использовать для передачи зашифрованных сообщений, вставляя их в это пустое пространство, т.е. используя образовавшуюся задержку времени для трансляции данных.

<http://www.ubergizmo.com/>

Разъёмы для систем заземления

Фирмой Harting предлагается решение уравнивания потенциалов Han GND (Han-Ground). Серия соединителей позволяет выполнить разъёмные системы заземления. Применение разъёмов при электрической разводке станков и агрегатов существует уже много лет. Преимуществом является быстрый и безошибочный ввод в эксплуатацию. Однако линии уравнивания



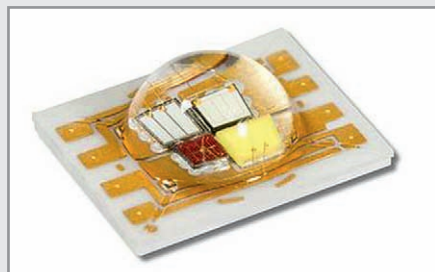
потенциалов всё ещё жёстко подключаются, что требует относительно больших временных затрат и может стать причиной ошибок монтажа. Новый одноконтактный разъём в прочном пластмассовом корпусе, выполненном по классу защиты IP 65, рассчитан на многожильный провод сечением от 10 до 35 мм² и имеется на выбор с обжимаемым контактом или с аксиальным винтовым контактом. Последний имеет то преимущество, что провода могут подключаться без применения специального инструмента. Надёжный и длительный контакт обеспечивается с применением одной отвёртки. Разъёмы могут быть оснащены блокировкой размыкания, предотвращающей непреднамеренное разъединение.

www.harting.com

Новости мира News of the World Новости мира

Светодиодный модуль для эмоциональных концепций освещения

Фирма Seoul Semiconductor представила новый тип высокояркого светодиода Z7-F. Он перекрывает весь цветовой спектр и предназначен для наружного освещения и освещения сцен. Полный цветовой спектр



является важным условием эмоционального освещения на свежем воздухе, на местности, а также в зоне сцены. Светодиод с четырьмя чипами перекрывает полный цветовой спектр. Светодиод при рабочем токе 700 мА выдаёт уровни: красный 5 лм/Вт, жёлтый 88 лм/Вт, синий 15 лм/Вт, белый 97 лм/Вт. Сверх того, интегрированная линза обеспечивает оптимальное использование яркости. Размеры корпуса составляют 9 × 7 × 3,2 мм.

www.acriche.com

Базовое решение светодиодного светильника выдаёт 1300 люмен при 152 лм/Вт

Фирма Cree представила базовое решение светодиодного светильника, которое выдает 1300 люмен при световой отдаче 152 лм/Вт. Тем самым светодиодная лампа превысила, по утверждению Cree, критерии, которые американское министер-



ство энергетики определило для своей премии Bright Tomorrow Lighting Prize.

Прототип светодиодной лампы, который спроектирован коллективом исследователей и разработчиков Cree, базируется на TrueWhite-технологии предприятия. Испытания, проведённые независимой лабораторией OnSpeX, подтвердили, что базовое решение Cree достигает значений 1330 лм и потребляет при этом 8,7 Вт.

Технология TrueWhite обеспечивает свечение в тёплом белом цвете с цветовой температурой 2800 К и с индексом цветопередачи (CRI), равном 91.

www.cree.com

Миниатюрные импульсные трансформаторы

В компании TDK-EPC имеется серия EP5 импульсных трансформаторов поверхностного монтажа фирмы Epcos. Они служат для подключения контуров управления затворами MOSFET и IGBT в диапазоне частот коммутации от 150 кГц до нескольких мегагерц.



Трансформаторы имеются в разных вариантах в отношении передаточных чисел, распайки и выходов. Благодаря применению миниатюризованных сердечников EP5, их размеры составляют 8,1 × 6,7 × 5,4 мм. Так как в схеме часто используется несколько трансформаторов, это даёт экономию места на печатной плате. Благодаря особой технике намотки, значение паразитной ёмкости между обмотками составляет, в зависимости от типа, 25...95 пФ. Паразитные индуктивности находятся в пределах 0,9...2,5 мкГн. У всех типов серии B82804A напряжение развязки составляет 1500 В. Элементы рассчитаны на окружающую температуру до 85°C и рабочую температуру до 125°C. Конфигурация и распайка выводов соответствуют промышленным стандартам. Трансформаторы применяются в полномостовых и полумостовых преобразователях, в также в преобразователях частоты и в преобразователях постоянного тока в переменный.

www.epcos.de

30-вольтовые МОП-транзисторы в корпусе TSON-Advance

Компания Toshiba Electronics Europe расширяет своё предложение мощных 30-вольтовых МОП-транзисторов элементами серии TPCx. Они предназначены для DC/DC-преобразователей с синхронным выпрямлением и располагаются в корпусе TSON-Advance. Он заполняет пустоту между стандартными форматами корпусов SOT23 и SOP8 и имеет размеры 3,3 × 3,3 мм. Корпус занимает на 64% меньше места, чем корпус SOP-8. МОП-транзисторы имеют максимальное напряжение 30 В. Типичные значения $R_{DS(ON)}$ от 20 до 6 мОм – в зависимости от элемента.

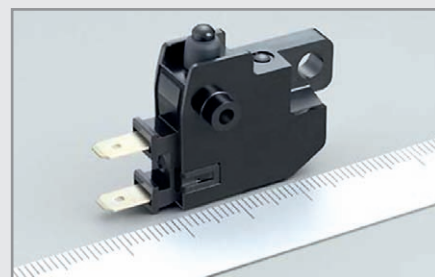


Элементы TPC806x-H и TPC822x-H поставляются в корпусе SOP-8 или в Dual-Chip-SOP-8, а варианты TPCC806x-H – в корпусе TSON-Advanced. Они допускают мощность рассеяния 1,9 Вт.

www.toshiba-components.com

Водостойкие выключатели токов от 10 мА до 4,5 А

Фирма Alps Electric Europe анонсирует соответствующую требованиям IEC IP68 серию SDDH пыле- и водостойких выключателей от 10 мА до 4,5 А. Кнопки, выполненные как однополюсные выключатели-выключатели, рассчитаны на постоянное напряжение 12 В. Их размеры 28,5 × 9,0 × 24,3 мм, а срок службы до 100 000 цик-



лов включений. Максимальное требуемое рабочее усилие составляет 4,6 Н, рабочий ход 3,7 мм. Типичным приложением являются переключение мощности и индикации в автомобилях, на плавучих средствах, в сельскохозяйственных и промышленных аппаратах.

www.alps.com/

Разработка спецификации CompactPCI Serial завершена

Вальдемар Руф (Германия)

Независимая спецификация CompactPCI Serial (PICMG CompactPCI-S.0) базируется на последовательной архитектуре и обеспечивает скорость передачи данных до 32 Гбит/с.

Комитетом PICMG завершена разработка спецификации CompactPCI Serial (PICMG CompactPCI-S.0). Эта независимая спецификация базируется на последовательной архитектуре и обеспечивает скорость передачи данных до 32 Гбит/с. Поэтому обеспечивается ещё более высокая пропускная способность, чем у CompactPCI. Для обеспечения плавного перехода на CompactPCI была разработана спецификация CompactPCI PlusIO (PICMG 2.30) в качестве подспецификации базовой спецификации CompactPCI. Для обеих спецификаций компания Schroff уже разработала объединительные платы и полные системы, готовые к немедленной поставке со склада.

В качестве объединительных плат поставляются, например, 8-слотовые гибридные объединительные платы с тремя периферийными слотами CompactPCI, одним системным слотом CompactPCI PlusIO и четырьмя периферийными слотами CompactPCI. Эти объединительные платы выпускаются в двух различных версиях – с тыловым расположением порта ввода-вывода на слотах CompactPCI Serial и без него. Они представляют собой максималь-

ную конфигурацию для гибридных систем и могут использоваться для всех возможных приложений. В настоящее время разрабатываются другие объединительные платы с меньшим количеством слотов, например пяти-слотовые варианты.

Для CompactPCI Serial компания Schroff разработала также девятислотовые объединительные платы для максимальной конфигурации – с одним системным и восемью периферийными слотами. Таким образом, здесь также возможны самые различные применения. Спецификация предусматривает распределение PCIe, USB и S-ATA в форме звезды от системного слота ко всем периферийным слотам, благодаря чему они все доступны одновременно. В стандартных системах от Schroff применяются объединительные платы, в которых GbE также распределяется в форме звезды. Кроме того, Schroff предлагает также объединительные платы с подключением Ethernet Full Mesh, что позволяет, например, устанавливать процессорные фермы или кластеры. Обе описанные версии поставляются с тыловым расположением порта ввода-вывода и без него.

Помимо этого в разработке находятся объединительные платы с 4 и 5 слотами.

Механическая конструкция систем CompactPCI Serial соответствует восьмислотовой системе CompactPCI 3+1 от Schroff со встроенным вентиляционным модулем 1 U. Здесь на объединительной плате размещается до девяти печатных плат 3 U, системный слот расположен слева. В этой системе также можно использовать центральные процессоры удвоенной ширины без необходимости конструктивных изменений. Кроме того, здесь достаточно места для установки, например, жёстких дисков. Дополнительно в тыловой части имеется монтажное пространство для плат порта ввода-вывода (Rear-I/O).

В зависимости от заказа, предоставляются блоки питания двух типов. 19-дюймовый блок питания (3 U, 8 HP, 160 HP) выходной мощностью 250 Вт и с тыловым расположением входа питания IEC для охлаждающих устройств имеет даже меньшие допуски по предельным значениям тока, напряжения и т.д., чем это предусмотрено спецификацией. Это оправдывает себя, прежде всего, при применении многоядерных процессоров. Данный блок питания доступен для индивидуальных приложений также в исполнении на 48 В. В качестве недорогой альтернативы может также устанавливаться блок питания ATX из новой серии блоков питания ATX от Schroff.

Для оптимального отвода тепла из системы служит установленный под корзиной для плат выдвижной вентиляционный блок с функцией «горячей» замены. Он может быть дополнительно оснащён плоским фильтром. В зависимости от установленного блока питания, в вентиляторном блоке могут находиться два или три вентилятора, которые при необходимости можно быстро сменить.

Более подробную информацию можно получить на сайте www.schroff.ru.



Система CompactPCI Serial с объединительной платой и вентиляцией

Новости мира News of the World Новости мира

Контроллеры «Е-семейства» dsPIC33 и PIC24 предлагают больше памяти

Компания Microchip анонсирует появление новых 16-разрядных с быстродействием 60 MIPS контроллеров цифровой обработки сигналов dsPIC и микроконтроллеров PIC24. Основанные на ядре следующего поколения, контроллеры E-семейства dsPIC33 и PIC24 предлагают больше памяти и большую интеграцию по сравнению с контроллерами dsPIC33 и PIC24 предыдущего поколения.



Новое семейство имеет до 536 Кб Flash-памяти программ, 52 Кб ОЗУ, больше портов ввода-вывода в корпусах до 144 выводов, интерфейс USB 2.0 и расширенные функции по управлению электроприводом, а также периферию для графических и аудиозадач.

Для поддержки разработок и изучения новых девяти контроллеров dsPIC33 и PIC24 E-семейства, Microchip предлагает два USB-стартовых комплекта и пять Plug-In-модулей, которые могут быть использованы с отладочной платой Multimedia Expansion Board, отладочными комплектами для управления электроприводами и отладочной платой Explorer 16.

Также доступно 30 программных библиотек и примеров применения, таких как обработка звука и голоса, шифрования и кодирования, беспроводной связи, TCP/IP и Ethernet, а также управления электроприводами. Новые контроллеры Microchip dsPIC33E и PIC24E полностью совместимы с существующими контроллерами dsPIC33F и PIC24H/PIC24F по программным библиотекам и отладочным средствам, что предоставляет возможности наращивания функций и быстродействия для существующих проектов.

Новая периферия, такая как USB 2.0 On-The-Go (OTG), предоставляет возможность соединения контроллеров с персональными компьютерами, Flash-накопителями и другими USB-устройствами, а быстродействие до 60 MIPS позволяет создавать быстродействующие промышленные и коммерческие продукты, такие как управ-

ление сервоприводами, инверторы солнечных батарей, одновременное управление двумя трёхфазными приводами.

В дополнение к существующей периферии, новые контроллеры имеют независимые ШИМ-генераторы с поддержкой управления несколькими шаговыми двигателями. Три интегрированных аналоговых компаратора позволяют уменьшить стоимость системы и уменьшить число внешних компонентов.

Контроллеры dsPIC33 и PIC24 первого поколения E-семейства также содержат четыре SPI, четыре UART и два I²C интерфейсы. Новый вспомогательный модуль Flash-памяти позволяет программировать или стирать данные в памяти без остановки ядра ЦПУ, что критично для задач управления электроприводами, источников питания и многих других применений, которые требуют перепрограммирования микроконтроллера «на лету».

Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access – DMA) получил возможность автоматического старта соответствующего канала DMA и улучшенных возможностей отладки с реализацией сложных точек останова. Также новые контроллеры получили новые возможности таймеров и модулей захвата и сравнения.

Отладочные комплекты USB Starter Kit и PIC24E USB Starter Kit могут быть использованы как отдельные отладочные платформы, а также совместно с другими отладочными платами Microchip, например с Multimedia Expansion Board, для разработки высококачественного графического интерфейса пользователя. Различные подключаемые процессорные модули (PIM) совмещаются с отладочной платформой отладочными комплектами, включая dsPICDEM™ MCHV, dsPICDEM MCLV и dsPICDEM MCSM.

Приложения общего назначения и графические решения на основе PIC24E поддерживаются 100-выводным модулем PIM MA240025-1 и 144-выводным MA240025-2, а dsPIC33E поддерживаются 144-выводным модулем MA330025-2. Задачи управления приводом на основе dsPIC33E могут разрабатываться на основе 144-выводного модуля MA330025-3.

Модуль dsPIC33E Dual Motor Control PIM (MA330027), позволяет управлять двумя двигателями с использованием одного контроллера dsPIC33E. Новые контроллеры dsPIC33E и PIC24E поддерживаются стандартными отладочными средствами Microchip, включая среду разработки MPLAB IDE, внутрисхемным отладчиком

MPLAB ICD 3 и внутрисхемным эмулятором REAL ICE, а также компиляторами MPLAB C для PIC24 и dsPIC.

Новые контроллеры dsPIC33E и PIC24E доступны в 64-выводных корпусах QFN и TQFP, 100- и 144-выводных TQFP, 121-выводных BGA и 144-выводных LQFP корпусах.

www.microchip.com/

Сервисные интерфейсы для Ethernet и USB

Фирма Harting расширяет свой ассортимент сервисных интерфейсов для Ethernet и USB- продуктами под названием har-port. Har-port делают интерфейсы систем управления и промышленных ПК доступными снаружи, что требуется от сервисных интерфейсов при создании коммутационных шкафов и в терминалах управления. Возможно также использование в качестве коммуникационных интерфейсов при оборудовании конференций и на рабочих местах.

Монтаж производится центральной крепёжной гайкой в стандартизованном круглом отверстии диаметром 22 мм. Ассортимент изделий включает в себя интерфейсы для 1/10 Gigabit Ethernet, а также USB 2.0 и 3.0 Type A. Семейство изделий дополняется сопутствующими изделиями, такими как защитные крышки и колпачки под пломбы, препятствующие несанкционированному использованию интерфейсов, а также монтируемые в последующем таблички с надписями.

www.harting.com

Блок питания 45 Вт для медицинских приложений

В программе фирмы Cotek имеется блок питания для медицинских приложений. Блок питания MP 45 имеет диапазон входного напряжения 90...264 В. Он испытан и сертифицирован на соответствие медицинским нормам EN 60601-1:2006 и UL 60601-1. Прибор может поставляться с обычным или с



двойным выходом. Имеются следующие выходные напряжения 12 В/3,75 А; 15 В/3 А; 24 В/1,875 А; 48 В/0,94 А; двойной выход: 5 В/4,2 А и 12 В/1,6 А; или: 5 В/3,5 А и 24 В/1,1 А.

www.dehner.net/

Программируемые источники переменного тока серии 61500 компании Chroma ATE

Павел Боев (Москва)

В статье описываются программируемые источники питания переменного тока серии 61500 производства компании Chroma ATE, которая является мировым лидером в области разработки и производства программируемых источников питания и электронных нагрузок средней и большой мощности.

Источники электропитания переменного тока серии 61500 устанавливаются новый стандарт для высокоэффективных источников электропитания. Они обладают возможностями моделирования помех в линиях электропитания, программирования выходного импеданса, функцией всесторонних измерений, синтеза форм колебаний и программным обеспечением для стандартных испытаний. По отдельному заказу компания Chroma ATE предоставляет программное обеспечение для испытаний по аэрокосмическим стандартам, включая MIL-STD-704F, RTCA DO-160D и ABD100. Такие возможности делают источники питания серии 61500 оптимальными для испытаний оборудования силовой электроники, бортовой электроники летательных аппаратов, подводных лодок, военной техники, а также для регламентных испытаний как в лабораториях, так и в массовом производстве.

Серия 61500 включает модели мощностью от 500 ВА до 90 кВА, с одно- или трёхфазным выходом, предоставляя пользователю широкий выбор – от проверки конструкции на этапе разработки до испытания готовой продукции.

Используя современную технологию ШИМ, источник электропитания переменного тока Chroma 61500 способен выдать шестикратный пиковый ток (модели 61501 – 61505) относительно номинального тока, что делает его пригодным для испытаний с выбросами тока.

Благодаря передовой технологии цифровой обработки сигналов, источник электропитания 61500 обеспечивает точные и высокоскоростные измерения, например, среднеквадратического напряжения и тока, активной мощности, коэффициента мощности, коэффициента амплитуды тока и гармонических составляющих тока вплоть до 40-го порядка.

Основные характеристики источников питания Chroma 61500 (см. таблицу):

- компактность и малый вес, присутствующие технологии ШИМ;
- режим AC+DC для моделирования смещения по постоянному току;
- программируемое выходное сопротивление для испытаний по стандарту IEC 61000-3-3;
- моделирование провалов и изменений напряжения по IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-14, IEC 61000-4-28;
- синтезатор гармоник и интергармоник для испытаний по IEC 61000-4-13;
- возможность моделирования помех в линии электропитания;
- программируемое ограничение по напряжению и току;
- возможность всесторонних измерений, включая гармоники тока;
- контроль фазового угла включения и отключения;
- TTL-сигнал, управляющий помехами на выходе;
- аналоговый программируемый интерфейс (по заказу);
- возможность последовательного включения двух модулей для получения высоковольтного источника;
- по заказу – интерфейс GPIB и RS-232 (модели 61501 – 61505), см. рис. 1, модель 61504;

Технические характеристики источников питания модельного ряда Chroma 61500

Характеристики	61501	61502	61503	61504	61505	61511	61512	61511+A615103	61512+A615103
Количество фаз на выходе	1	1	1	1	1	1 или 3			
Выходная мощность, кВА	0,5	1	1,5	2	4	12	18	30	36
Мощность каждой фазы, кВА	–	–	–	–	–	4	6	10	12
Напряжение									
Диапазон, В	150/300/авто					0...150/0...300			
Погрешность	0,2% + 0,02% от диапазона								
Разрешающая способность, В	0,1								
Смещение	0,3% при 50/60 Гц, 1% при 15 Гц...1 кГц (стандарт)					0,3% при 50/60 Гц, 1% при 15 Гц...1 кГц, 1,5% при 1 кГц			
Нестабильность выходного напряжения	0,1%								
Нестабильность по нагрузке	0,2%								
Температурный коэффициент	–	–	–	–	–	0,02% от 25°C			
Максимальный ток (1 фаза)									
Среднеквадратичное значение	4/2 А (150/300 В)	8/4 А (150/300 В)	12/6 А (150/300 В)	16/8 А (150/300 В)	32/20 А (150/300 В)	96/48 А	144/72 А	240/120 А	288/144 А
Пиковое значение	24/12 А (150/300 В)	48/24 А (150/300 В)	72/36 А (150/300 В)	96/48 А (150/300 В)	192/96 А (150/300 В)	128/64 А	192/96 А	320/160 А	384/192 А
Частота									
Диапазон	DC, 15 Гц...1,5 кГц								
Точность	0,15%								



Рис. 1. Модель 61504



Рис. 2. Модель 61505



Рис. 3. Модель 61512

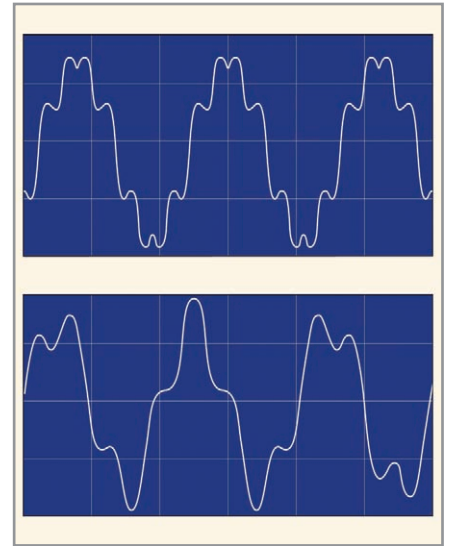


Рис. 4. Форма переменного напряжения

- удобный графический интерфейс пользователя – программная панель (по заказу);
- программная панель для испытаний по нормам ИЕС (модели 61501 – 61505), см. рис. 2, модель 61505;
- способность выдавать мощность до 90 кВА путём параллельной работы в режиме ведущий/ведомый;
- комбинирование трёх модулей для получения трёхфазного выходно-

го напряжения, см. рис. 3, модель 61512.

Источник электропитания переменного тока 61500 позволяет комбинировать различные гармонические составляющие для создания форм гармонических колебаний с искажениями (см. рис. 4), используя встроенные средства анализа и синтеза амплитуды и фазы гармоник. Режимы DC и AC+DC расширяют область при-

менения для моделирования натуральных форм колебаний. Кроме того, источник питания Chroma 61500 оснащён внешним аналоговым входом для подключения генератора сигналов произвольной формы. Таким образом, предусмотрены все возможности для моделирования колебаний практически любых форм, наблюдаемых в реальных условиях эксплуатации. ©

Chroma

ВЕДУЩИЙ ЛИДЕР ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ НАГРУЗОК

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ПОСТОЯННОГО И
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
МОЩНОСТЬ
ОТ 0 ДО 5000 Вт

ПОСТОЯННОГО И
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
МОЩНОСТЬ
ОТ 30 ДО 4500 Вт

ЭЛЕКТРОННЫЕ НАГРУЗКИ

ЗАО «ТЕСТПРИБОР» ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ CHROMA ATE, [HTTP://WWW.CHROMAATE.COM](http://www.chromaate.com)
 125480, Г. МОСКВА, УЛ. ГЕРОЕВ ПАНФИЛОВЦЕВ, Д. 24, ОФ. 718; ТЕЛ/ФАКС: (495) 225-67-37, (495) 496-95-55;
 E-MAIL: TESTPRIBOR@TEST-EXPERT.RU, [HTTP://TESTPRIBOR.PF](http://TESTPRIBOR.PF)

Микроконтроллеры и CAN-интерфейс

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

В статье приведено описание интерфейса CAN, схемы его подключения и библиотечных функций среды разработки mikroC для поддержки данного интерфейса микроконтроллером с примером программы на языке Си для организации связи между устройствами.

Интерфейс CAN (Controller Area Network, локальная сеть контроллеров) был разработан компанией Robert Bosch GmbH в 1980-х годах. В настоящее время он широко распространён в автомобильной промышленности, автоматизации производства, энергетике, технологиях «умного дома» и других областях.

ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА CAN

Интерфейс CAN предназначен для организации последовательных, высоконадёжных и недорогих каналов связи в распределённых системах управления. Он позволяет организовывать как мультиплексные каналы, так и высокоскоростные сети. Данный интерфейс имеет протокол, поддерживающий возможность нахождения на магистрали нескольких ведущих устройств и обеспечивает передачу данных в реальном масштабе времени.

Интерфейс обладает высокой помехоустойчивостью благодаря коррекции ошибок. Передача данных осуществляется кадрами, которые принимаются всеми устройствами сети. Кадр состоит из идентификатора длиной 11 бит для стандартного формата или 29 бит для расширенного формата и блока данных, содержащего от 0 до 8 байт. Идентификатор описывает содержимое пакета данных и служит для определения приоритета при попытке одновременной передачи несколькими устройствами.

Скорость передачи данных выбирается исходя из расстояния, числа абонентов в сети и ёмкости линии связи. Она задаётся программно и может составлять от десятка Кбод до единиц Мбод.

Стандарт интерфейса CAN определяет передачу данных независимо от физического уровня, т.е. канал связи может быть каким угодно, например, радиоканалом или оптоволоконном. Однако на практике под CAN-интерфейсом обычно подразумевается сеть с физическим каналом связи в виде дифференциальной пары проводов, определённым в стандарте ISO 11898. На рисунке 1 приведена схема подключения устройств к интерфейсу CAN. Стандартное назначение выводов для широко распространённого 9-контактного разъёма интерфейса CAN приведено на рисунке 2.

Интерфейс CAN относится к типу сетей CR (Collision Resolution, разрешение коллизий), в отличие от сетей типа CD (Collision Detect, обнаружение коллизий), например Ethernet. Тип сетей CR обеспечивает приоритетный доступ к передаче сообщения, что необходимо для промышленных устройств.

Приоритетный доступ к передаче сообщений в стандарте ISO-11898 реализуют так называемые рецессивные и доминантные биты. В зависимости от типа шины, объединяющей устройства CAN, эти биты могут принимать значение лог. 0 либо лог. 1. В таблице 1 приведены два примера организации

шин, поясняющие образование управляющих битов.

Спецификация интерфейса CAN избегает описания двоичных значений сигналов, как лог. 0 либо лог. 1, с целью абстрагирования от среды передачи. Именно поэтому вместо них применяются термины «рецессивный» и «доминантный» биты. При этом подразумевается, что при передаче одним устройством сети рецессивного бита, а другим доминантного, принят будет доминантный бит. Например, при реализации физического уровня с помощью радиоканала отсутствие сигнала означает рецессивный бит, а наличие сигнала – доминантный.

Стандарт сети требует от физического уровня передачи, чтобы доминантный бит мог подавить рецессивный, но не наоборот. Например, в оптическом волокне доминантному биту должен соответствовать свет, а рецессивному – его отсутствие. В электрическом проводе рецессивное состояние соответствует высокому потенциалу на линии связи, а доминантное – низкому потенциалу, т.е. когда устройство подключает линию связи к нулевому потенциалу. Если линия находится в рецессивном состоянии, перевести её в доминантное состояние может любое устройство сети, например, включив свет в оптоволоконке.

Кадры и их форматы

Кроме рецессивного и доминантного битов, стандарт интерфейса CAN оперирует таким понятием, как кадр, который используется в протоколе обмена информацией между устройствами. Каждый кадр представляет собой единый набор нескольких служебных битов и байтов. Существуют следующие виды кадров:

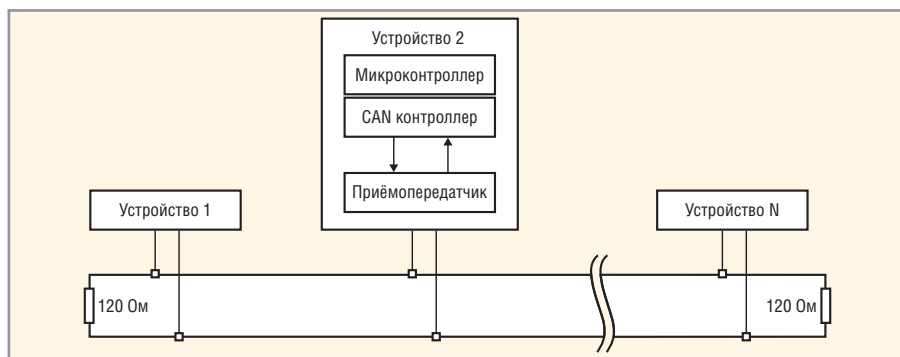


Рис. 1. Схема подключения устройств к интерфейсу CAN

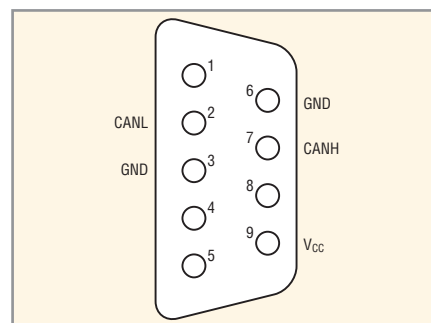


Рис. 2. Стандартное назначение выводов для 9-контактного разъёма CAN-интерфейса

- кадр данных (data frame) служит для передачи данных;
- кадр запроса передачи (remote frame) служит для запроса на передачу кадра данных с тем же идентификатором;
- кадр перегрузки (overload frame) обеспечивает промежуток между кадрами данных или кадрами запросов;
- кадр ошибки (error frame) передаётся узлом, обнаружившим ошибку.

В таблице 2 представлен базовый формат кадра данных, а в таблице 3 – расширенный формат кадра данных. Графическое представление данных кадров, с пояснениями и порядком следования бит, приведено на рисунках 3 и 4 соответственно. Межкадровый интервал служит для разделения кадров между собой и состоит как минимум из трёх рецессивных бит. Он необходим передающему устройству для подготовки очередного кадра.

Арбитраж доступа к шине

При наличии в сети нескольких устройств, которые могут формировать запросы, в ней могут возникать конфликтные ситуации, когда эти запросы выставляются одновременно. С целью устранения подобных коллизий в интерфейсе CAN предусмотрен механизм арбитража доступа к шине. Когда шина свободна, любое устройство может начинать передачу в любой момент. В случае одновременной передачи кадров двумя и более устройствами производится арбитраж: передавая биты идентификатора, устройство одновременно проверяет состояние шины. Если при передаче очередного бита на шине присутствует противоположный бит, считается, что другое устройство передаёт сообщение с более высоким приоритетом, и передача откладывается до освобождения шины.

Таблица 1. Примеры организации шин

Тип шины	Доминантный бит	Рецессивный бит	Результирующий бит
Монтажное «ИЛИ»	1	0	$1 \oplus 0 = 1$
Монтажное «И»	0	1	$0 \& 1 = 0$

Таблица 2. Базовый формат кадра данных

Поле	Длина, бит	Описание
Начало кадра (SOF-Start Of Frame)	1	Сигнализирует начало передачи кадра. Доминантный бит
Идентификатор (ID-Identifier)	11	Уникальный идентификатор
Запрос на передачу (RTR, Remote Transmission Request)	1	Должен быть доминантным
Бит расширения идентификатора (IDE- Identifier Extension)	1	Должен быть доминантным
Нулевой резервный бит (RBO-Reserved Bit Zero)	1	Резервный
Длина данных (DLC- Data Length Code)	4	Длина поля данных в байтах (0–8)
Поле данных, байт	0–8	Передаваемые данные (длина в поле DLC)
Контрольная сумма (CRC-Cyclic Redundancy Code)	15	Контрольная сумма всего кадра
Разграничитель контрольной суммы	1	Должен быть рецессивным
Бит подтверждения (ACK)	1	Передатчик передаёт рецессивный бит, а приёмник вставляет доминантный бит
Разграничитель подтверждения	1	Должен быть рецессивным
Конец кадра (EOF)	7	Должен быть рецессивным

Таблица 3. Расширенный формат кадра данных

Поле	Длина, бит	Описание
Начало кадра (SOF-Start Of Frame)	1	Сигнализирует начало передачи кадра. Доминантный бит
Идентификатор А	11	Первая часть идентификатора
Подмена запроса на передачу (SRR)	1	Должен быть рецессивным
Бит расширения идентификатора (IDE- Identifier Extension)	1	Должен быть рецессивным
Идентификатор В	18	Вторая часть идентификатора
Запрос на передачу (RTR)	1	Должен быть доминантным
Резервные биты (RB1 и RB0)	2	Резерв
Длина данных (DLC)	4	Длина поля данных в байтах (0–8)
Поле данных, байт	0–8	Передаваемые данные (длина в поле DLC)
Контрольная сумма (CRC)	15	Контрольная сумма всего кадра
Разграничитель контрольной суммы	1	Должен быть рецессивным
Промежуток подтверждения (ACK)	1	Передатчик передаёт рецессивный бит, а приёмник вставляет доминантный бит
Разграничитель подтверждения	1	Должен быть рецессивным
Конец кадра (EOF)	7	Должен быть рецессивным

Таким образом, в отличие, например, от сети Ethernet, в сети CAN не происходит непроизводительной потери пропускной способности канала при коллизиях. Однако при этом не исключена вероятность того, что сообщения с низким приоритетом никогда не будут переданы.

Защита информации от ошибок

Интерфейс CAN имеет несколько механизмов контроля и предотвращения ошибок. Благодаря арбитражу доступа к шине, производится контроль передачи информации, поскольку при передаче битовые уровни в сети сравниваются с передаваемыми битами.

Электролитические конденсаторы NG

Собственные производственные мощности;
Унифицированные габаритные параметры;
Высококачественные материалы.

Мы производим конденсаторы следующих номиналов:

емкость: < 15000 мкФ
напряжение: < 450 В

Quality = Качество

Приоритеты NGquality:

- Приборы с повышенными характеристиками надежности;
- Акцент на конкретные параметры, необходимые заказчику;
- Гарантия качества.

EnergoGroup

+7 (4732) 333-356, 333-357

г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 24
www.energogroup.su (каталог продукции, заказ)
info@energogroup.su

Реклама © СТА-ПРЕСС

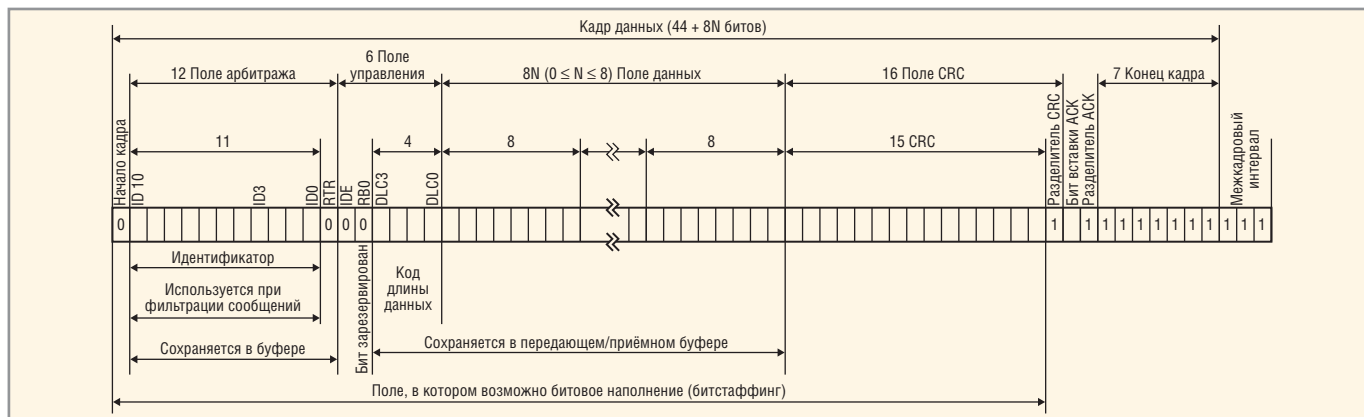


Рис. 3. Стандартный кадр данных

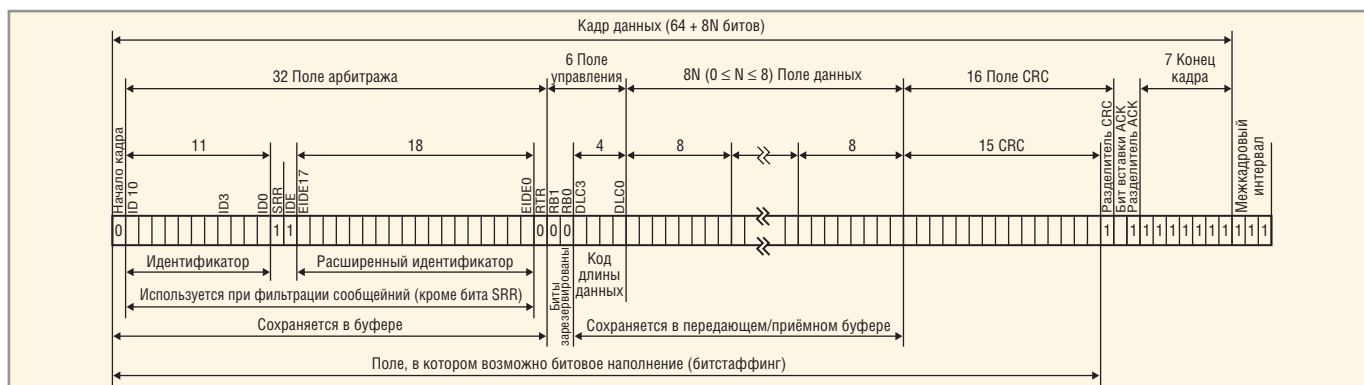


Рис. 4. Расширенный кадр данных

Кроме того, интерфейс CAN использует для защиты информации от ошибок контрольную сумму. Каждый раз при передаче информации, передающее устройство вычисляет контрольную сумму пакета данных и добавляет её в передаваемый кадр. Устройство, принимающее информацию, вычисляет контрольную сумму принимаемого кадра и сравнивает её с контрольной суммой принятого кадра. В случае совпадения контрольных сумм устройство передаёт доминантный бит в промежутке подтверждения.

После передачи пяти одинаковых битов подряд передаётся дополнительный бит противоположного значения – так называемый бит-вставка (bit stuffing), который позволяет защититься от сбоя синхронизации устройств при передаче данных, состоящих из одного и того же двоичного кода.

Упомянутые выше механизмы позволяют обеспечить передачу информации с вероятностью пропуска ошибки $4,7 \times 10^{-11}$.

Таблица 4. Соотношение скорости передачи и длины шины

Скорость передачи, Кбит/с	Длина шины, м
1000	40
500	100
125	500
10	5000

Технические характеристики шины

Все устройства в сети CAN должны работать с одинаковой скоростью. Стандарт CAN не определяет скорость работы, но большинство как самостоятельных, так и встроенных в МК контроллеров CAN позволяют плавно изменять скорость в диапазоне от 20 Кбит/с до 1 Мбит/с. Существуют также решения, выходящие далеко за рамки данного диапазона.

Приведённые выше методы защиты информации от ошибок требуют, чтобы изменение бита при передаче успело распространиться по всей сети к моменту контроля его состояния передатчиком. Это приводит к обратной зависимости длины шины от скорости передачи информации, тем меньше должна быть длина шины. Соотношения скорости передачи и длины шины для сетей стандарта ISO 11898 приведены в таблице 4.

На скорость передачи информации и длину шины также оказывает влияние использование оптических пар для защиты устройств от высоковольтных помех. Снижают скорость передачи информации и сильно разветвлённые сети в виде паутины, из-за множества отражений сигнала и большой электрической ёмкости шины.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Среда разработки mikroC [1] предоставляет набор готовых функций для создания программ, обеспечивающих совместную работу устройств по CAN-интерфейсу на базе МК различных семейств. Рассмотрим их на примере функций для микроконтроллеров семейства PIC компании microchip [2].

Библиотека для работы с интерфейсом CAN

Библиотека среды разработки mikroC для работы с CAN-интерфейсом включает в себя следующие функции:

- CANSetOperationMode,
- CANGetOperationMode,
- CANInitialize,
- CANSetBaudRate,
- CANSetMask,
- CANSetFilter,
- CANRead,
- CANWrite.

Подробное описание этих функций с требованиями и примером вызова приведено в таблицах 5 – 12. Функции используют множество специальных констант, так называемых констант CAN. Описание этих констант приводится ниже. Данные функции CAN поддерживают не все

Таблица 5. Описание функции CANSetOperationMode

Прототип	<code>void CANSetOperationMode(unsigned short mode, unsigned short wait_flag);</code>
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Устанавливает требуемый режим работы CAN, т.е. копирует аргумент <code>mode</code> в <code>CANSTAT</code> . Аргумент <code>mode</code> должен быть одной из констант <code>CAN_OP_MODE</code> (см. константы CAN) Аргумент <code>wait_flag</code> должен иметь значение 0 или 0xFF: <ul style="list-style-type: none"> • задание значения 0xFF означает блокирующий вызов функции, т.е. функция не завершает работу до тех пор, пока требуемый режим не будет установлен; • задание значения 0 означает деблокирующий вызов функции, т.е. функция завершается без проверки, переключился ли модуль в необходимый режим или нет. Вызывающая программа перед тем, как выполнить определённую операцию, должна использовать вызов <code>CANGetOperationMode</code>, чтобы убедиться, что модуль работает в необходимом режиме
Требования	Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (например, MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	<code>CANSetOperationMode(CAN_MODE_CONFIG, 0xFF);</code>

Таблица 6. Описание функции CANGetOperationMode

Прототип	<code>unsigned short CANGetOperationMode(void);</code>
Возвращаемое значение	Текущий режим работы
Описание	Функция возвращает текущий режим работы модуля CAN
Требования	Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	<code>if (CANGetOperationMode() == CAN_MODE_NORMAL) { ... };</code>

Таблица 7. Описание функции CANInitialize

Прототип	<code>void CANInitialize(unsigned short SJW, unsigned short BRP, unsigned short PHSEG1, unsigned short PHSEG2, unsigned short PROPSEG, unsigned short CAN_CONFIG_FLAGS);</code>
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Инициализирует интерфейс CAN. Все незавершённые передачи отменяются. Все регистры масок устанавливаются в 0 для разрешения всех сообщений. При выполнении функции устанавливается режим конфигурирования. По окончании выполнения данной функции устанавливается нормальный режим Регистры фильтров устанавливаются в соответствии со значениями флагов: <pre>if (CAN_CONFIG_FLAGS & CAN_CONFIG_VALID_XTD_MSG != 0) // Установить все фильтры в XTD_MSG else if (config & CONFIG_VALID_STD_MSG != 0) // Установить все фильтры в STD_MSG else // Установить половину фильтров в STD, а остальные в XTD_MSG</pre> Аргументы: <code>SJW</code> , <code>BRP</code> , <code>PHSEG1</code> , <code>PHSEG2</code> и <code>PROPSEG</code> , как определено в описании PIC-микроконтроллеров семейства P18XXX8 <code>CAN_CONFIG_FLAGS</code> , формируются из предопределённых констант (см. константы CAN)
Требования	Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	<pre>init = CAN_CONFIG_SAMPLE_THRICE & CAN_CONFIG_PHSEG2_PRG_ON & CAN_CONFIG_STD_MSG & CAN_CONFIG_DBL_BUFFER_ON & CAN_CONFIG_VALID_XTD_MSG & CAN_CONFIG_LINE_FILTER_OFF; // инициализация CAN7 CANInitialize(1, 1, 3, 3, 1, init);</pre>

Таблица 8. Описание функции CANSetBaudRate

Прототип	<code>void CANSetBaudRate(unsigned short SJW, unsigned short BRP, unsigned short PHSEG1, unsigned short PHSEG2, unsigned short PROPSEG, unsigned short CAN_CONFIG_FLAGS);</code>
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Устанавливает скорость обмена в сети CAN. Ввиду сложности протокола CAN, нельзя принудительно установить значение скорости. Вместо этого следует использовать данную функцию, когда CAN находится в режиме конфигурирования. Подробнее см. описание Аргументы: <code>SJW</code> , <code>BRP</code> , <code>PHSEG1</code> , <code>PHSEG2</code> и <code>PROPSEG</code> , как определено в описании PIC-микроконтроллеров семейства P18XXX8 <code>CAN_CONFIG_FLAGS</code> , формируются из предопределённых констант (см. константы CAN)
Требования	Интерфейс CAN должен быть в режиме конфигурирования, в противном случае функция будет игнорироваться Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	<pre>init = CAN_CONFIG_SAMPLE_THRICE & CAN_CONFIG_PHSEG2_PRG_ON & CAN_CONFIG_STD_MSG & CAN_CONFIG_DBL_BUFFER_ON & CAN_CONFIG_VALID_XTD_MSG & CAN_CONFIG_LINE_FILTER_OFF; ... CANSetBaudRate(1, 1, 3, 3, 1, init);</pre>

Таблица 9. Описание функции CANSetMask

Прототип	void CANSetMask(unsigned short CAN_MASK, long value, unsigned short CAN_CONFIG_FLAGS);
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Функция устанавливает маску расширенной фильтрации сообщений. Заданное значение value по битам соответствует буферным регистрам маски Аргументы: • CAN_MASK – одна из предопределённых констант (см. константы CAN). value – значение маски регистра; • CAN_CONFIG_FLAGS задаёт тип сообщения для фильтрации CAN_CONFIG_XTD_MSG или CAN_CONFIG_STD_MSG
Требования	Интерфейс CAN должен быть в режиме конфигурирования, в противном случае функция будет игнорироваться Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	/* Установить все биты маски в 1, т.е. все фильтруемые биты имеют значение: */ CANSetMask(CAN_MASK_B1, -1, CAN_CONFIG_XTD_MSG); /* Замечание: -1 – это просто более удобный способ записи 0xFFFFFFFF. Дополнительный код заполнит всё единицами */

Таблица 10. Описание функции CANSetFilter

Прототип	void CANSetFilter(unsigned short CAN_FILTER, long value, unsigned short CAN_CONFIG_FLAGS);
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Функция устанавливает фильтр сообщений. Заданное значение value по битам соответствует буферным регистрам маски Аргументы: • CAN_FILTER – одна из предопределённых констант (см. константы CAN) • value – значение регистра фильтрации • CAN_CONFIG_FLAGS задаёт тип сообщения для фильтрации CAN_CONFIG_XTD_MSG или CAN_CONFIG_STD_MSG
Требования	Интерфейс CAN должен быть в режиме конфигурирования, в противном случае функция будет игнорироваться Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	/* Установить идентификатор фильтра B1_F1 = 3: */ CANSetFilter(CAN_FILTER_B1_F1, 3, CAN_CONFIG_XTD_MSG);

Таблица 11. Описание функции CANRead

Прототип	unsigned short CANRead(long *id, unsigned short *data, unsigned short *datalen, unsigned short *CAN_RX_MSG_FLAGS);
Возвращаемое значение	Сообщение из буфера приёма или 0, если сообщение не найдено
Описание	Функция читает сообщение из буфера приёма. Если найден хотя бы один заполненный буфер, оно извлекается и возвращается. Если таковых нет, функция возвращает 0 Аргументы: • id – идентификатор сообщения; • data – массив байтов длиной до 8 байтов; • datalen – размер данных, от 1 до 8 CAN_RX_MSG_FLAGS – значение, сформированное из констант (см. константы CAN)
Требования	Интерфейс CAN должен быть в режиме, в котором возможен приём Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	unsigned short rcv, rx, len, data[8]; long id; // ... rx = 0; // ... rcv = CANRead(id, data, len, rx);

Таблица 12. Описание функции CANWrite

Прототип	unsigned short CANWrite(long id, unsigned short *data, unsigned short datalen, unsigned short CAN_TX_MSG_FLAGS);
Возвращаемое значение	Возвращает 0, если сообщение не может быть поставлено в очередь на передачу (буфер переполнен)
Описание	Если есть хотя бы один пустой буфер передачи, функция пересылает в него сообщение для передачи. Если буфер переполнен, функция возвращает 0 Аргументы: • id – идентификатор сообщения CAN. В зависимости от типа сообщения (стандартное или расширенное) могут быть использованы только 11 или 29 битов; • data – массив байтов длиной до 8 байтов; • datalen – размер данных от 1 до 8 CAN_TX_MSG_FLAGS – значение, сформированное из констант (см. константы CAN)
Требования	Интерфейс CAN должен быть в нормальном режиме Микроконтроллер должен быть подключен к CAN-трансиверу (MCP2551 или подобному), который соединён с шиной CAN
Пример	unsigned short tx, data; long id; // ... tx = CAN_TX_PRIORITY_0 & CAN_TX_XTD_FRAME; // ... CANWrite(id, data, 2, tx);

типы микроконтроллеров. К числу поддерживаемых относятся, например, PIC-микроконтроллеры семейства P18XXX8.

Константы CAN

В библиотеке CAN существует ряд предопределённых констант. Чтобы эффективно использовать библиотеку, необходимо разбираться в этих константах.

Константы CAN_OP_MODE определяют режим работы CAN. Функция CANSetOperationMode предполагает использование их в качестве своих аргументов:

```
// Использовать для доступа к битам режима
#define CAN_MODE_BITS 0xE0
#define CAN_MODE_NORMAL 0
#define CAN_MODE_SLEEP 0x20
#define CAN_MODE_LOOP 0x40
#define CAN_MODE_LISTEN 0x60
#define CAN_MODE_CONFIG 0x80
```

Константы CAN_CONFIG_FLAGS определяют флаги, относящиеся к конфигурированию модуля CAN. Функции CANInitialize и CANSetBaudRate предполагают использование одной из них (или побитовой комбинации нескольких) в качестве аргумента:

```
#define CAN_CONFIG_DEFAULT 0xFF
// 11111111
#define CAN_CONFIG_PHSEG2_PRG_BIT 0x01
#define CAN_CONFIG_PHSEG2_PRG_ON 0xFF // XXXXXX1
#define CAN_CONFIG_PHSEG2_PRG_OFF 0xFE // XXXXXX0
#define
CAN_CONFIG_LINE_FILTER_BIT 0x02
#define CAN_CONFIG_LINE_FILTER_ON 0xFF // XXXXXX1X
#define
CAN_CONFIG_LINE_FILTER_OFF 0xFD
// XXXXXX0X
#define CAN_CONFIG_SAMPLE_BIT 0x04
#define CAN_CONFIG_SAMPLE_ONCE 0xFF // XXXXX1XX
#define CAN_CONFIG_SAMPLE_THRICE 0xFB // XXXXX0XX
#define CAN_CONFIG_MSG_TYPE_BIT 0x08
#define CAN_CONFIG_STD_MSG 0xFF
// XXXX1XXX
#define CAN_CONFIG_XTD_MSG 0xF7
// XXXX0XXX
```

```
#define CAN_CONFIG_DBL_BUFFER_BIT 0x10
#define CAN_CONFIG_DBL_BUFFER_ON 0xFF // XXX1XXXX
#define CAN_CONFIG_DBL_BUFFER_OFF 0xEF // XXX0XXXX
#define CAN_CONFIG_MSG_BITS 0x60
#define CAN_CONFIG_ALL_MSG 0xFF
// X11XXXXX
#define CAN_CONFIG_VALID_XTD_MSG 0xDF // X10XXXXX
#define CAN_CONFIG_VALID_STD_MSG 0xBF // X01XXXXX
```

```
#define CAN_CONFIG_ALL_VALID_MSG 0x9F // X00XXXXX
```

Можно использовать побитовое «И» (&) для формирования байта конфигурации из приведённых значений, например:

```
init = CAN_CONFIG_SAMPLE_THRICE &
CAN_CONFIG_PHSEG2_PRG_ON &
CAN_CONFIG_STD_MSG &
CAN_CONFIG_DBL_BUFFER_ON &
CAN_CONFIG_VALID_XTD_MSG &
```



Чтобы управлять,
необходимо видеть главное



www.prosoft.ru/ocd

WIND RIVER

Комплекс внутрисхемной отладки Wind River OCD

- Мощное JTAG-решение для полного цикла разработки устройств
- Исчерпывающая информация об устройстве вне зависимости от его состояния и работоспособности ОС
- Поддерживает многопоточность и многоядерные процессоры
- Интегрированная среда на базе Eclipse
- Совместим с OC VxWorks, Wind River Linux и ThreadX

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ WIND RIVER

ProSOFT® 20 ЛЕТ

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

Реклама

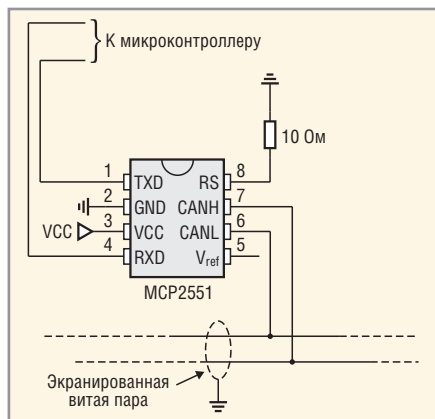


Рис. 5. Схема подключения микроконтроллера к шине CAN с помощью приёмопередатчика MCP2551

```
CAN_CONFIG_LINE_FILTER_OFF;
...
// инициализация CAN
CANInitialize(1, 1, 3, 3, 1, init);
```

Константы CAN_TX_MSG_FLAGS – это флаги, относящиеся к передачам сообщения CAN:

```
#define CAN_TX_PRIORITY_BITS 0x03
#define CAN_TX_PRIORITY_0 0xFC // XXXXXX00
#define CAN_TX_PRIORITY_1 0xFD // XXXXXX01
#define CAN_TX_PRIORITY_2 0xFE // XXXXXX10
#define CAN_TX_PRIORITY_3 0xFF // XXXXXX11
#define CAN_TX_FRAME_BIT 0x08
#define CAN_TX_STD_FRAME 0xFF // XXXXX1XX
#define CAN_TX_XTD_FRAME 0xF7 // XXXXX0XX
#define CAN_TX_RTR_BIT 0x40
#define CAN_TX_NO_RTR_FRAME 0xFF
```

```
// X1XXXXXX
#define CAN_TX_RTR_FRAME 0xBF // X0XXXXXX
```

Здесь также можно использовать побитовое «И» для настройки на требуемую комбинацию флагов, например:

```
/* формирование значения, используемого в CANSendMessage: */
send_config = CAN_TX_PRIORITY_0 &
CAN_TX_XTD_FRAME &
CAN_TX_NO_RTR_FRAME;
...
CANSendMessage(id, data, 1,
send_config);
```

Флаги CAN_RX_MSG_FLAGS относятся к приёму сообщения CAN. Если отдельный бит установлен, соответствующее значение является истинным (TRUE), а в противном случае – ложным (FALSE), например:

```
// Использовать для доступа к битам фильтра
#define CAN_RX_FILTER_BITS 0x07
#define CAN_RX_FILTER_1 0x00
#define CAN_RX_FILTER_2 0x01
#define CAN_RX_FILTER_3 0x02
#define CAN_RX_FILTER_4 0x03
#define CAN_RX_FILTER_5 0x04
#define CAN_RX_FILTER_6 0x05
#define CAN_RX_OVERFLOW 0x08 // Установлен, если переполнение, иначе сброшен
#define CAN_RX_INVALID_MSG 0x10 // Установлен, если сообщение недействительное, иначе сброшен
#define CAN_RX_XTD_FRAME 0x20 // Установлен, если сообщение XTD, иначе сброшен
```

```
#define CAN_RX_RTR_FRAME 0x40 // Установлен, если сообщение RTR, иначе сброшен
#define CAN_RX_DBL_BUFFERED 0x80 // Установлен, если сообщение с двойной аппаратной буферизацией
```

Можно использовать побитовое «И» для настройки на требуемую комбинацию флагов, например:

```
if (MsgFlag & CAN_RX_OVERFLOW != 0) {
...
// Обнаружено переполнение при приёме
// Предыдущее сообщение потеряно
}
```

Константы CAN_MASK определяют коды масок. Функция CANSetMask предполагает использование одной из них в качестве аргумента:

```
#define CAN_MASK_B1 0
#define CAN_MASK_B2 1
```

Константы CAN_FILTER определяют коды фильтрации. Функция CANSetFilter предполагает использование одной из них в качестве своего аргумента:

```
#define CAN_FILTER_B1_F1 0
#define CAN_FILTER_B1_F2 1
#define CAN_FILTER_B2_F1 2
#define CAN_FILTER_B2_F2 3
#define CAN_FILTER_B2_F3 4
#define CAN_FILTER_B2_F4 5
```

В листинге на сайте журнала приведён пример простой программы, которая демонстрирует поддержку протокола интерфейса CAN.

Подключение аппаратуры

Схема подключения микроконтроллера к шине CAN с помощью популярного приёмопередатчика CAN типа MCP2551 приведена на рисунке 5. Данный приёмопередатчик представляет собой восьмивыводную ИС, которая преобразует уровни стандартной логики передающего и приёмного сигналов в физические уровни сигналов сети CAN. Блок-схема приёмопередатчика MCP2551 показана на рисунке 6.

Интерфейс CAN можно подключить к микроконтроллеру и через интерфейс SPI, например, при помощи микросхемы контроллера CAN типа

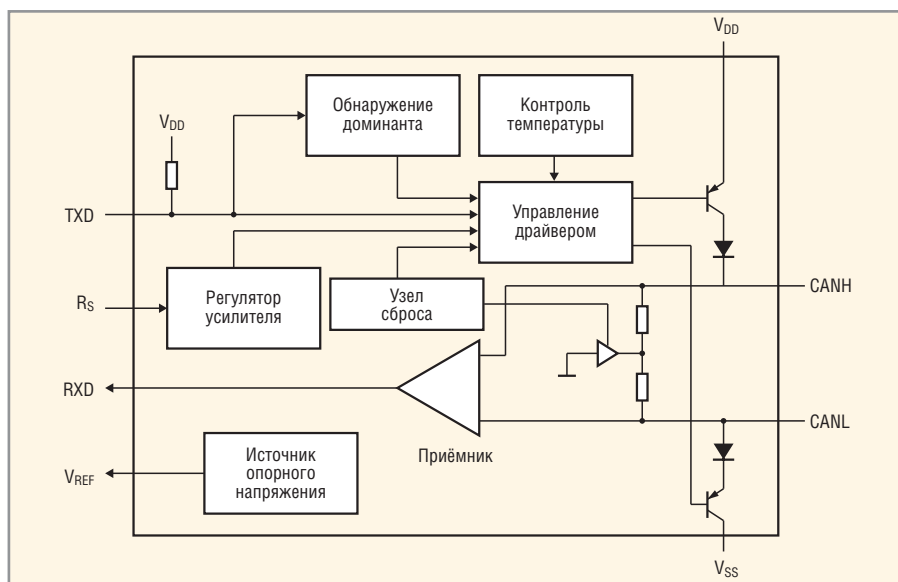


Рис. 6. Блок-схема приёмопередатчика MCP2551

MCP2510. Пример такой схемы подключения приведён на рисунке 7. Для данного варианта подключения также существует библиотека готовых функций поддержки CAN-интерфейса, которые идентичны по назначению описанным выше и имеют префикс CANSPI. Перед инициализацией функций CANSPI следует вызвать функцию SPI_init().

Протоколы высокого уровня

В базовой спецификации CAN отсутствуют многие возможности, необходимые в реальных системах, например, передача данных длиннее 8 байт, автоматическое распределение идентификаторов между устройствами, единообразное управление устройствами различных типов и производителей. Поэтому вскоре после появления интерфейса CAN для него начали разрабатывать протоколы высокого уровня. К числу самых распространённых на данный момент протоколов относятся CANopen, DeviceNet, CAN Kingdom, J1939 и SDS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценивая CAN-интерфейс, можно убедиться в том, что он имеет множество преимуществ, к которым можно смело отнести:

- возможность работы в режиме реального времени;
- простоту реализации и минимальные затраты на использование;
- высокую устойчивость к помехам;
- арбитраж доступа к сети без потери пропускной способности;
- надёжный контроль ошибок передачи и приёма;
- широкий диапазон скоростей работы;
- доступность технологии, наличие широкого ассортимента продуктов от различных поставщиков.

В то же время интерфейс имеет ряд недостатков:

- обратно пропорциональную зависимость длины сети от скорости передачи;
- большой объём служебных данных в пакете по отношению к полезным данным;
- отсутствие единого общепринятого стандарта на протокол высокого уровня.

Стандарт сети CAN предоставляет возможности для практически безошибочной передачи данных между

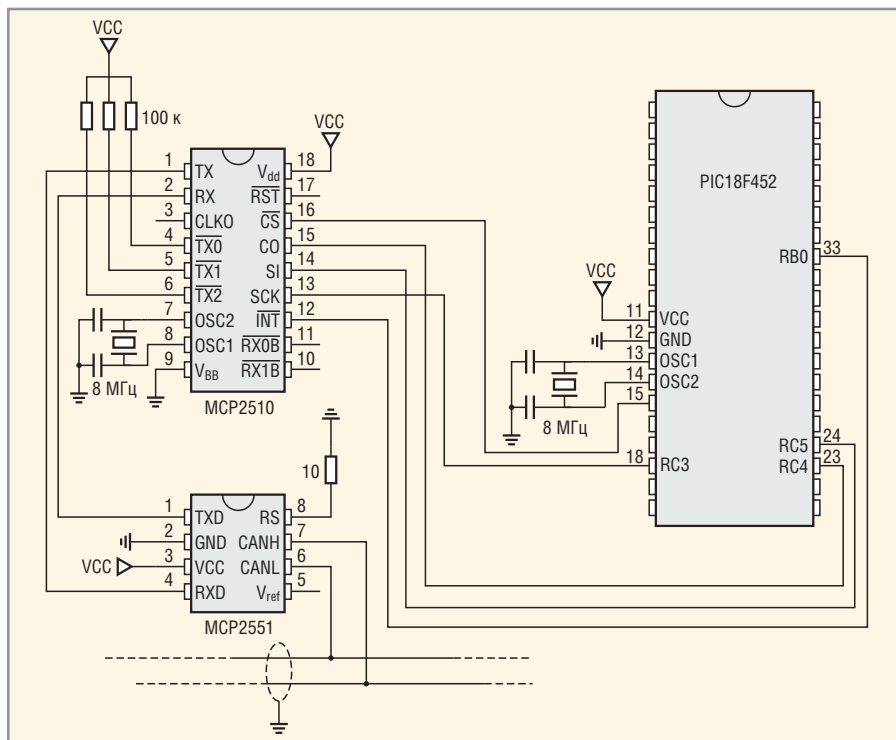


Рис. 7. Схема подключения шины CAN к микроконтроллеру через интерфейс SPI

устройствами. Интерфейс CAN позволяет передавать любой поток информации, который не превышает пропускную способность шины.

Аналогично рассмотренным вариантам использования PIC-микроконтроллеров, можно применять для работы с интерфейсом CAN и микроконтроллеры других семейств. В частности, существует среда разработки mikroC for 8051 для поддержки мик-

роконтроллеров семейства I8051 и mikroC for AVR для микроконтроллеров семейства AVR [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. www.mikroe.com.
2. www.microchip.com.
3. Вальна О. Современная среда разработки mikroC для программирования микроконтроллеров на языке высокого уровня Си. Современная электроника. 2010. № 6. С. 64.



**СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ
МАГНИТНОГО МОМЕНТА
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ
МАГНИТОМЕТРЫ
СРЕДСТВА
КАЛИБРОВКИ**

**от отечественного
производителя**

ООО "НПО ЭНТ"
г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Алексеевская, д. 7, пом. 4
тел./факс (812)301-8693
E-mail office@nvlab.spb.ru
http://www.nvlab.spb.ru/

Устройство для создания световых эффектов на микроконтроллере

Сергей Шишкин (Нижегородская обл.)

В статье описано устройство для создания световых эффектов на базе микроконтроллера ATMEGA8535. Редакция журнала надеется, что это несложное устройство будет воспроизведено каким-либо российским предприятием и потеснит на рынке аналогичные китайские изделия.

Современные микроконтроллеры (МК) широко применяются в автомобильной электронике, средствах измерения и связи, различных промышленных приложениях. Снижение стоимости микроконтроллеров и доступность средств программирования создаёт новые области применения, где МК успешно заменяют дискретные ИС. Одной из таких областей являются игрушки и другие потребительские устройства для развлечений, в которых применение восьмиразрядных МК вполне уместно и обосновано.

Предлагаемое устройство для создания световых эффектов (далее – устройство), прежде всего, ориентировано на украшение новогодней ёлки, но может быть использовано для других иллюминаций. Устройство выполнено на микроконтроллере ATMEGA8535, хотя можно применить МК и с более скромными ресурсами.

Принципиальная схема устройства приведена на рисунке. Введём следующие условные обозначения: индикатор HL2 – индикатор № 1, индикатор HL3 – индикатор № 2, индикатор HL104 – индикатор № 103, индикатор HL1 – индикатор № 104. Конструктивно индикаторы №№ 1 – 8 образуют собой гирлянду (далее гирлянда № 1), соответственно, индикаторы №№ 9 – 16 образуют гирлянду № 2 и т.д. Индикаторы №№ 97 – 104 – гирлянду № 13. Положим, что все индикаторы в гирлянде расположены в один ряд. Применительно к украшению ёлки, слева можно разместить гирлянды с нечётными номерами, а справа – с чётными. Гирлянда № 13 размещается на стволе ёлки, индикатор HL1 (№ 104) – в звезде на верхушке ёлки.

В интерфейс управления устройства входят: клавиатура (кнопки S1 – S4) и цифровой индикатор HG1. Число, индицируемое на индикаторе, определяет номер светового эффекта, выполня-

емого в устройстве. Кнопки клавиатуры имеют следующее назначение:

- S1 (Δ) – инкремент числа, индицируемого на индикаторе HG1 (выбор номера выполняемого светового эффекта);
- S2 (∇) – декремент числа, индицируемого на индикаторе HG1 (выбор номера выполняемого светового эффекта);
- S3 (C) – старт/стоп. После нажатия на данную кнопку устройство реализует световой эффект, индицируемый на индикаторе HG1, или комбинацию световых эффектов;
- S4 (B) – включает/выключает все индикаторы HL1 – HL104. Данная операция необходима для проверки работоспособности индикаторов HL1 – HL104.

Выполняемый световой эффект задаётся кнопками S1, S2 и далее подтверждается кнопкой S3. Световые эффекты, реализуемые в устройстве, описаны в таблице.

На семисегментном индикаторе HG1 буква В и цифра 8, а также буква D и цифра 0 выглядят одинаково. Поэтому при отображении букв В и D на индикаторе HG1 включается точка h.

Основой устройства служит микроконтроллер DD1, рабочая частота которого задаётся генератором с внешним резонатором ZQ1 на 10 МГц. С порта PA микроконтроллер DD1 управляет индикаторами гирлянд №№ 7 – 13. Соответственно, гирлянды зажигаются ключами, выполненными на транзисторах VT2 – VT8. Данные ключи управляются с порта PB микроконтроллера DD1. Индикатор HL1 управляется с вывода 8 микроконтроллера. Коды включения индикаторов поступают на вход порта A микроконтроллера DD1. С порта PC микроконтроллер DD1 управляет клавиатурой (кнопки S1 – S4), индикатором HG1 и индикаторами гирлянд №№ 7 – 12. Соответственно, гирлянды зажигаются ключами, выполненными на транзис-

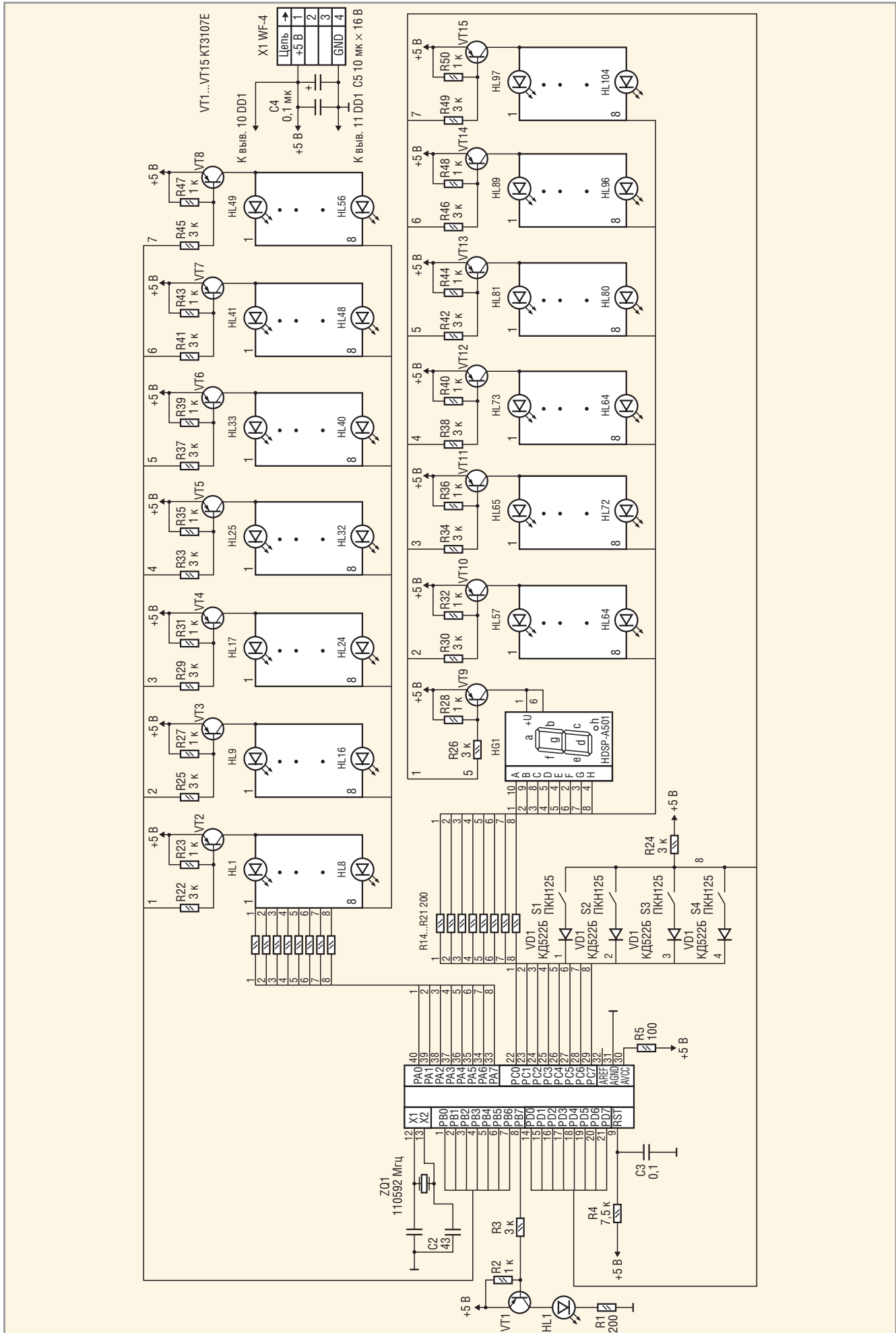
торах VT9 – VT15. Данные ключи управляются с порта PD микроконтроллера DD1. Коды включения индикаторов поступают на вход порта PC микроконтроллера DD1.

Для функционирования клавиатуры задействован вывод 21 микроконтроллера DD1. Питающее напряжение поступает на плату с соединителя X1. После подачи питания на выводе 9 микроконтроллера DD1 цепью R4C3 формируется сигнал системного аппаратного сброса микроконтроллера DD1. При инициализации во все разряды портов PB, PD, PA, PC микроконтроллера DD1 записываются лог. 1. Ключи на транзисторах VT1 – VT15 закрыты, индикаторы HL1 – HL104 – выключены.

Программное обеспечение микроконтроллера DD1 обеспечивает реализацию алгоритма работы задаваемых световых эффектов в режиме динамической индикации. Задача формирования временного интервала для включения индикаторов каждой гирлянды (или интервала переключения индикаторов и гирлянд) решена с помощью прерываний от таймера/счётчика 0 и счётчика на регистре r20 (секунды). Таймер/счётчик 0 формирует запрос на прерывание. Счётчик на регистре r20 подсчитывает количество прерываний (декрементирует число, загружаемое в r20), и устанавливается необходимый флаг (нулевой разряд регистра r19 (flo)). Чтобы увеличить скорость переключения индикаторов (гирлянд), можно уменьшить число, загружаемое в r20.

Программа состоит из процедуры инициализации, основной программы, работающей в замкнутом цикле, и подпрограммы обработки прерывания от таймера/счётчика 0. Последняя осуществляет формирование временного интервала для включения индикаторов, опрос клавиатуры, работу динамической индикации, а также выполнение всех световых эффектов, реализованных в устройстве.

В памяти данных микроконтроллера DD1 с адреса 60H по 73H организован буфер отображения для динамической индикации. По адресу 60H находится байт номера отображаемого светового



Принципиальная электрическая схема устройства для создания световых эффектов

Световые эффекты, реализуемые в устройстве

Номер светового эффекта	Число или символ, индицируемый на индикаторе HG1	Название эффекта	Описание светового эффекта
1	0	Мерцающая ёлка	Сначала включаются чётные номера индикаторов (нечётные выключены), потом нечётные номера (чётные выключены). Если индикаторы расположить в виде массива (или матрицы), как на принципиальной схеме (см. рисунок), то получается имитация мерцания звёздного неба
1	1	Переключаемая ёлка	Поочерёдное включение и выключение всех индикаторов в гирлянде
3	2	Бегущий огонёк № 1	В каждой гирлянде один включенный индикатор циклически «пробегают» по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде № 1 от индикатора № 1 к индикатору № 8 – сначала включается индикатор № 1, потом № 2 (№ 1 при этом выключается) и т.д. В гирлянде № 2 – от индикатора № 9 к индикатору № 17
4	3	Бегущий огонёк № 2	В каждой гирлянде два включенных индикатора «пробегают» по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде № 1 от индикатора № 1 к индикатору № 8 – сначала включается индикатор № 1, потом индикатор № 2, затем индикатор № 1 выключается, а индикатор № 3 включается, и т.д.
5	4	Бегущий огонёк № 3	В каждой гирлянде три включенных индикатора «пробегают» по всей гирлянде в одном направлении. Например, в гирлянде № 1 от индикатора № 1 к индикатору № 8 – сначала включаются индикатор № 1, потом индикатор № 2, затем индикатор № 3, индикатор № 1 выключается и т.д.
6	5	Переключаемые гирлянды № 1	Поочерёдное включение всех гирлянд с чётными номерами, а затем с нечётными (чётные номера при этом выключаются), и наоборот
7	6	Переключение группы в каждой гирлянде	Поочерёдное включение групп индикаторов в каждой гирлянде (в группе четыре индикатора). Например, в гирлянде № 1 сначала включаются индикаторы №№ 1 – 4, потом включаются индикаторы №№ 5 – 8, а индикаторы №№ 1 – 4 выключаются, и т.д.
8	7	Бегущая лента	Сначала в гирлянде № 1 включается индикатор № 1, затем № 2, затем № 3, и т.д. до № 8. Потом то же самое осуществляется в гирлянде № 2 (сначала включается индикатор № 9, затем № 10, затем № 11, и т.д. до № 16). Получается имитация бегущей ленты. После того как лента «проползает» по всем гирляндам (после включения индикатора № 95 в гирлянде № 12), все гирлянды гаснут. Далее цикл повторяется. Гирлянда № 13 в эффекте не задействована
9	8	Бегущий огонёк № 4	В каждой гирлянде один выключенный индикатор циклически «пробегают» по всей гирлянде в одном направлении, а затем в обратном (реверс). Например, в гирлянде № 1 от индикатора № 1 к индикатору № 8, а потом от индикатора № 8 к индикатору № 1 Сначала выключается индикатор № 1 (все остальные индикаторы в данной гирлянде включены), потом № 2 (№ 1 при этом включается), и т.д. до индикатора № 8. Затем индикатор № 8 включается и снова выключается № 1, и т.д.
10	9	Бегущая гирлянда	Включенная гирлянда циклически «пробегают» по всей ёлке в одном направлении, от гирлянды № 1 к гирлянде № 13. Сначала включается гирлянда № 1, потом включается гирлянда № 2, гирлянда № 1 при этом выключается, и т.д.
11	A	Переключаемые гирлянды № 2	Поочерёдное включение гирлянд. Затем общее выключение. Сначала включается гирлянда № 1, затем № 2, затем №№ 3 – 13, потом все гирлянды выключаются, и т.д.
12	B	Переключаемые гирлянды № 3	Поочерёдное включение гирлянд. Затем общее выключение. Сначала включается гирлянда № 1, затем № 2, затем № 3 и так до № 13; потом гирлянда № 13 выключается, затем № 12 и так до № 1. Затем всё повторяется в цикле
13	C	Переключаемые гирлянды № 4	Сначала включаются гирлянды, расположенные на левой стороне ёлки (например, №№ 1 – 7), гирлянды на правой стороне ёлки (соответственно №№ 8 – 13) выключены, затем гирлянды на левой стороне ёлки выключаются, на правой – включаются, и т.д.
14	D	Переключаемые гирлянды № 5	Сначала включаются все гирлянды, затем поочерёдно выключаются гирлянда № 1, затем № 2, затем №№ 3 – 13, потом все гирлянды включаются, и т.д.
15	E	Бегущий огонёк № 4	Одиночный «огонь» (один включенный индикатор) «пробегают» по всем гирляндам в направлении от индикатора № 1 гирлянды № 1 до индикатора № 95 гирлянды № 12. Затем цикл повторяется. Гирлянда № 13 в данном эффекте не задействована
16	F	Бегущий огонёк № 5	Одиночный «огонь» (один включенный индикатор) «пробегают» по всем гирляндам в направлении от индикатора № 1 гирлянды № 1 до индикатора № 95 гирлянды № 12. Потом в обратном направлении – от индикатора № 95 гирлянды № 12 до индикатора № 1 гирлянды № 1. Затем цикл повторяется. Гирлянда № 13 в данном эффекте не задействована

эффекта, который после перекодировки выводится на семисегментный индикатор HG1. По адресам 61H – 73H хранится текущее значение для индикаторов HL2 – HL104 (гирлянд №№ 1 – 13). Доступ к данным в адресном пространстве осуществляется с помощью адресных указателей. Адреса гирлянд №№ 1 – 6 и байта номера светового эффекта загружаются в Y-регистр. Адреса гирлянд №№ 7 – 13 загружаются в Z-регистр. При выполнении световых эффектов в качестве адресного указателя используется X-регистр; Z-регистр и Y-регистр задействованы в программе только при работе в режиме динамической индикации.

Разработанная на ассемблере программа занимает порядка 1 Кб памяти программ (flash-память программ) микроконтроллера, т.е. 1/8 всего объёма. Свободную память можно использовать для реализации любых других световых эффектов или для динамического изменения параметров (скорости переключения индикаторов или гирлянд, реверса и т.п.). В микроконтроллере задействованы все четыре порта (31 линия вывода и 1 линия ввода). Из периферийных устройств в микроконтроллере задействован только таймер/счётчик 0.

Семисегментный индикатор HG1 типа HDSP-F501. Индикатор HL1 типа КИПД40Н20-K4-П7 красного цвета све-

чения. Индикаторы HL2 – HL105 типа КИПД40С20-Л4-П7 – зелёного цвета свечения. В принципе можно использовать любые индикаторы с $I_{\text{нр}} = 10 \text{ мА}$. Для изменения яркости сегментов индикатора HG1 и индикаторов HL1 – HL105 можно изменять номиналы ограничительных резисторов R1, R6 – R21. При этом желательно соблюдать требования к нагрузочной способности портов микроконтроллера ATMEGA8535.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.atmel.com.
2. Шиликин С. «Бегущие огни» на микроконтроллере AT89C4051. Радио. 2010. № 11. С. 46–48.



INNODISK®
Beyond your imagination

EverGreen

A Perfect HDD Replacement Solution!



**Отличная замена
жесткому диску**

Твердотельные накопители для баз данных

- * большой рабочий ресурс
- * высокая производительность
- * экономичность
- * MLC-технология с архитектурой L2
- * поддержка SMART



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ INNODISK

PROSOFT® 20 ЛЕТ

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

Реклама

**DC/DC-преобразователи
для предельно высоких температур**

Серия НТА (до +185°С)

Основные характеристики

- Диапазон входных напряжений 150...250 В
- Выходная мощность до 20 Вт
- Выходные напряжения 3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12 и ±15 В
- Встроенные помехоподавляющие фильтры на входе
- КПД до 76%
- Диапазон рабочих температур от -35 до +185°С (по основанию корпуса)
- Стойкость к ударным и вибрационным воздействиям
- Сервисные функции: защита от низкого входного напряжения, короткого замыкания и перегрузки, ограничитель выходного напряжения, регулировка выходного напряжения, внешняя синхронизация частоты преобразования, дистанционное включение/выключение
- Габаритные размеры (Г×Ш×В) 96,7×38,1×11 мм
- Масса < 70 г

Применение

- Буровое оборудование, сейсмическое оборудование и разведка полезных ископаемых, а также электронная аппаратура управления реактивными двигателями.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР КОМПАНИИ INTERNATIONAL RECTIFIER HIREL

PROSOFT®
COMPONENTS

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

International
IOR Rectifier
THE POWER MANAGEMENT LEADER

Реклама

Методика проектирования оптимальных систем управления электродвигателями на ПЛИС

Владимир Вычужанин (г. Одесса, Украина)

В статье описывается методика комплексного проектирования оптимальных систем управления электродвигателями, использующих ПЛИС с ЦПОС переменной точности и специализированные программы.

В мировой практике регулируемый электропривод (привод с переменной скоростью вращения электродвигателей) признан одним из наиболее эффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий. Многолетним опытом подтверждена высокая эффективность применения регулируемого электропривода для управления параметрами и оптимизации работы различных технологических систем с механизмами, работающими на переменных режимах.

В общей структуре потребления электроэнергии в народном хозяйстве России на долю электродвигателей приходится около 40% электроэнергии. Традиционно в большинстве технологических систем различного назначения установлены электродвигатели в расчёте на максимальную производительность оборудования, в то время как продолжительность пиковой нагрузки составляет 10...15% от общего времени работы оборудования. Электродвигатели, работающие с постоянной скоростью вращения, потребляют в 1,5 раза больше электроэнергии, чем это требуется для обеспечения технологического процесса. Применение регулируемого электропривода позволяет оптимизировать

работу электродвигателей, исключив непроизводительное потребление электроэнергии.

Для реализации систем управления в регулируемых электроприводах используются микроконтроллеры (MCU Motor Control) со встроенными периферийными устройствами. Возросшая сложность алгоритмов цифрового управления электроприводами потребовала перехода к высокопроизводительным архитектурам и специализированным цифровым процессорам обработки сигналов (DSP Motor Control). Ведущие фирмы по производству ЦПОС – Texas Instruments, Motorola и Analog Devices – выпустили приборы, обладающие большим объёмом встроенной флэш-памяти программ, памяти данных и набором интегрированных периферийных устройств (таймеров/счётчиков, параллельных и последовательных портов ввода/вывода, многоканальных процессоров событий, многоканальных АЦП и ЦАП, генераторов частоты, ШИМ-сигналов и периодических сигналов, квадратурных декодеров, контроллеров различных интерфейсов и т.п.) и возможностью программирования и отладки на языке высокого уровня C/C++.

Общими недостатками микроконтроллеров и ЦПОС, используемых для регулирования электропривода, являются ограниченные возможности масштабирования и производительности: как правило, МК и ЦПОС имеют фиксированную память, узкий диапазон аналоговых сигналов, фиксированный канал ШИМ, а также ограниченную поддержку многокоординатных систем. Недостаток ресурсов проявляется при реализации сложных алгоритмов обработки информации с высокими требованиями к производительности, при контроле нагрузки, коррекции положения, скорости и других параметров электроприводов.

Хотя при управлении электродвигателями ЦПОС, как правило, имеют достаточную производительность для вычислений, они не могут полностью обеспечить работу системы управления, одновременно выполняющей проблемно-ориентированные операции в реальном масштабе времени (т.е. реализовать интерфейс памяти, контроль сигнала интерфейса фильтрации, поддержку протокола стандарта Industrial Ethernet и т.п.). Кроме того, разработка алгоритмов управления электроприводами и их перевод (с учётом системных требований к аппаратной оптимизации) в программное обеспечение является трудоёмким процессом.

Использование ПЛИС для повышения эффективности функционирования электроприводов в системах управления позволяет относительно легко масштабировать производительность регулируемых электроприводов. В настоящее время в разработках систем управления электроприводами также применяются ЦПОС, встроенные в ПЛИС и обладающие гибкостью, успешно используемой при их интеграции и оптимизации. В разработках систем управления на ПЛИС с ЦПОС также используется дополнительная логика, пользовательские инструкции и обеспечивается поддержка протокола Industrial Ethernet. Типичная схема системы управления электроприводом с ЦПОС, встроенным в ПЛИС, приведена на рисунке 1.

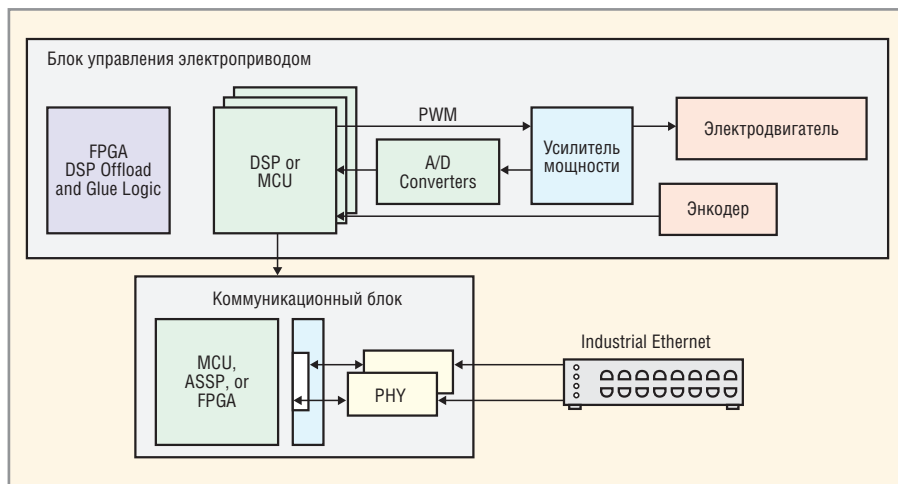


Рис. 1. Типичная схема системы управления электроприводом с ЦПОС, встроенным в ПЛИС

В настоящее время существует большое многообразие программируемых устройств и специализированных программ, применяемых в регулируемом электроприводе. Фирма Altera предлагает комплекс мероприятий по оптимизации структуры систем управления электродвигателями, содержащих ПЛИС, условно сводимых к схеме, представленной на рисунке 2.

Оптимизация структур систем управления электродвигателями на ПЛИС предполагает наличие следующих технических возможностей:

- гибкость конструкции с многократным использованием IP-блоков и DSP-блоков переменной точности. Выполнение операций с фиксированной или плавающей точкой в блоках векторного управления (объектно-ориентированного управления, Field Oriented Control, FOC);
- наличие набора инструментов для моделирования Simulink, DSP Builder Altera и универсального инструмента интеграции системы в пакеты программ Qsys или SOPC Builder, оптимизирующих работу электродвигателей с помощью систем управления, содержащих ПЛИС;
- конструктивная интеграция встроенного ЦПОС, энкодера, интерфейсов и алгоритмов ЦОС для управления вращением и каналом связи Industrial Ethernet в одном устройстве;
- масштабирование с использованием функции параллелизма, позволяющее повысить производительность и эффективность различных типов регулируемых электродвигателей.

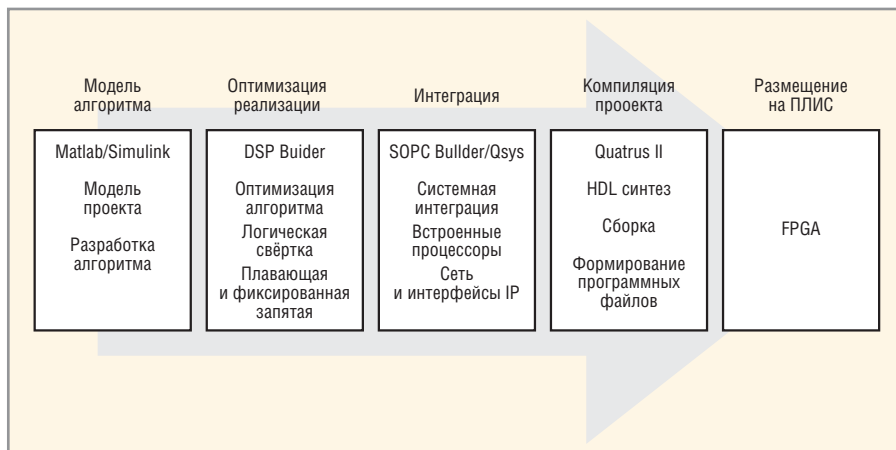


Рис. 2. Последовательность мероприятий по оптимизации структуры систем управления электродвигателями на основе ПЛИС

Использование ПЛИС со встроенными ЦПОС позволяет разработчикам реализовать параллельное управление несколькими подсистемами в регулируемых электроприводах, обеспечить контроль необходимого числа различных интерфейсов, датчиков и энкодеров.

Разработчики, используя ЦПОС переменной точности с плавающей точкой в блоках для векторного управления (FOC), могут обеспечить выполнение сложных математических алгоритмов. На рисунке 3 приведены элементы FOC, интегрированные в ПЛИС для создания единой системы управления электроприводом.

Представленная на рисунке 3 структура поддерживает интеграцию следующих IP-блоков:

- IGBT-управление электродвигателями переменного тока. Использование методов пространственно-векторной модуляции (SVM) в ПЛИС для

ШИМ напряжения на затворе IGBT-транзисторов и создания синусоидального напряжения, необходимого для управления электроприводом;

- интерфейс внешнего АЦП для измерения тока обратной связи с электродвигателя;
- сетевой интерфейс, позволяющий осуществлять загрузку в ПЛИС промышленных протоколов стандартов Ethernet в режиме реального времени, что требуется для таких приложений, как Ethernet/IP, PROFINET IO/IRT и EtherCAT;
- датчик обратной связи (энкодер) для передачи позиционных данных ротора электродвигателя.

При реализации регулируемого электропривода непременным условием нормальной работы системы управления является точное измерение скорости, ускорения и положения ротора электродвигателя. В схеме управления

ЭК ЗИП

**Огромный ассортимент
Всегда в наличии на складе**

www.zip2002.ru

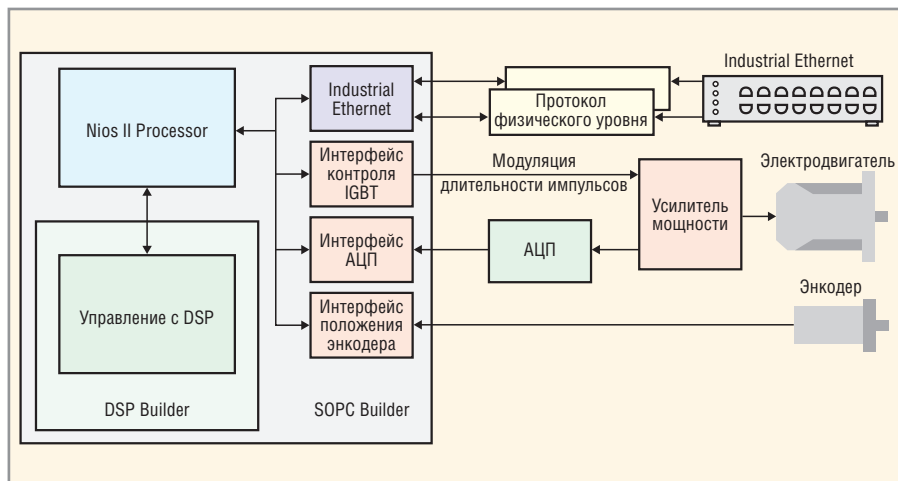


Рис. 3. Блок-схема контроллера электропривода на основе ПЛИС

в качестве сигнала обратной связи могут использоваться потребляемый электродвигателем ток или противо-ЭДС обмотки. Однако для высокоточного управления скоростью или положением ротора рекомендуется использовать энкодеры, механически связанные с ротором.

Схемы электроприводов варьируются в зависимости от типа используемого электродвигателя и области его применения. Например, часто используемые синхронные электродвигатели переменного тока математически описываются интенсивными полями объектно-ориентированного управле-

ния (FOC), входящими в алгоритм автоматического регулирования. Применение соответствующих алгоритмов обеспечивает качественный контроль и поддержание скорости и крутящего момента вала электродвигателя при переменной нагрузке, контроль точных значений управляющих напряжений и частоты вращения электродвигателя. Объектно-ориентированное управление также обеспечивает контроль тока трёхфазного электродвигателя в режиме реального времени для создания плавно вращающегося магнитного потока при соответствии частоты вращения электродвигателя частоте синусоидальных колебаний напряжения питания. Использование FOC позволяет уменьшить пульсации крутящего момента и электромагнитные помехи и обеспечить точное позиционирование в системах управления промышленными серводвигателями. Однако блок-схема FOC (см. рис. 4) является относительно сложной, и алго-

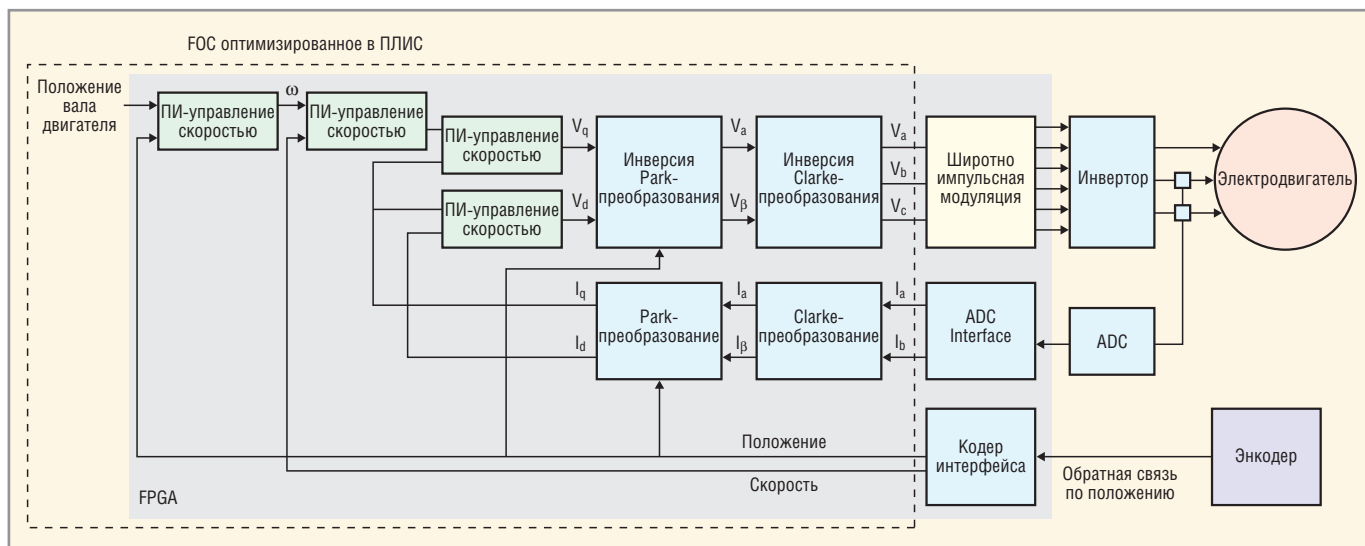


Рис. 4. Блок-схема объектно-ориентированного управления (FOC) электродвигателем

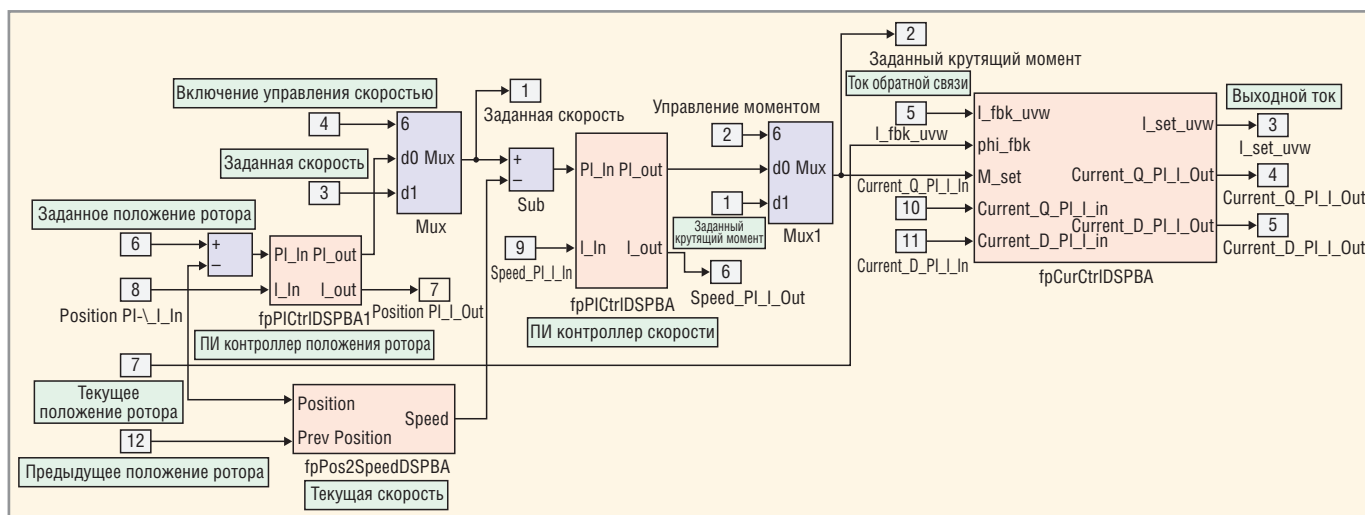


Рис. 5. Блок-схема контроллера для управления положением и скоростью вала для синхронного электродвигателя с постоянными магнитами

ритм её работы на высоких скоростях требует существенных вычислительных мощностей.

Алгоритм FOC включает в себя последовательность действий:

- преобразование данных о трёхфазном токе обратной связи и положении ротора с использованием преобразований Кларка/Парка;
- использование результатов преобразований для пропорционально-интегральных (ПИ) регуляторов системы управления в целях обеспечения нулевого уровня постоянного тока и заданного момента на валу электродвигателя;
- обратное преобразование напряжений на выходах ПИ-регуляторов в трёхфазный ток с использованием обратных преобразований Кларка/Парка.

Следует отметить, что использование FOC в управляемом электроприводе позволяет применять электродвигатели меньших габаритов, стоимости и энергопотребления. ПЛИС со встроенным ЦПОС переменной точности обеспечивает гибкие возможности при выборе уровня точности, а также поддерживает одинарную и двойную точность вычислений с плавающей запятой.

Традиционное проектирование систем управления электроприводами на основе технологии DSP Motor Control включает этап создания их моделей и разработку по результатам моделирования алгоритма управления с последующим написанием кода для ЦПОС. Такая последовательность проектирования имеет определённые недостатки:

- как правило, алгоритм моделирования для реализации на ЦПОС вначале использует плавающую точку, но затем функционирует с фиксированной точкой;
- для модели требуется повторная проверка кода.

Поэтому увеличение производительности при реализации алгоритма управления требует дополнительных действий:

- ручной оптимизации кода;
- обновления кода для более производительного ЦПОС;
- использования более одного ЦПОС для распараллеливания алгоритма.

Среда проектирования DSP Builder Altera позволяет преодолеть указанные недостатки. Эта среда представляет собой расширенное блочное множество,

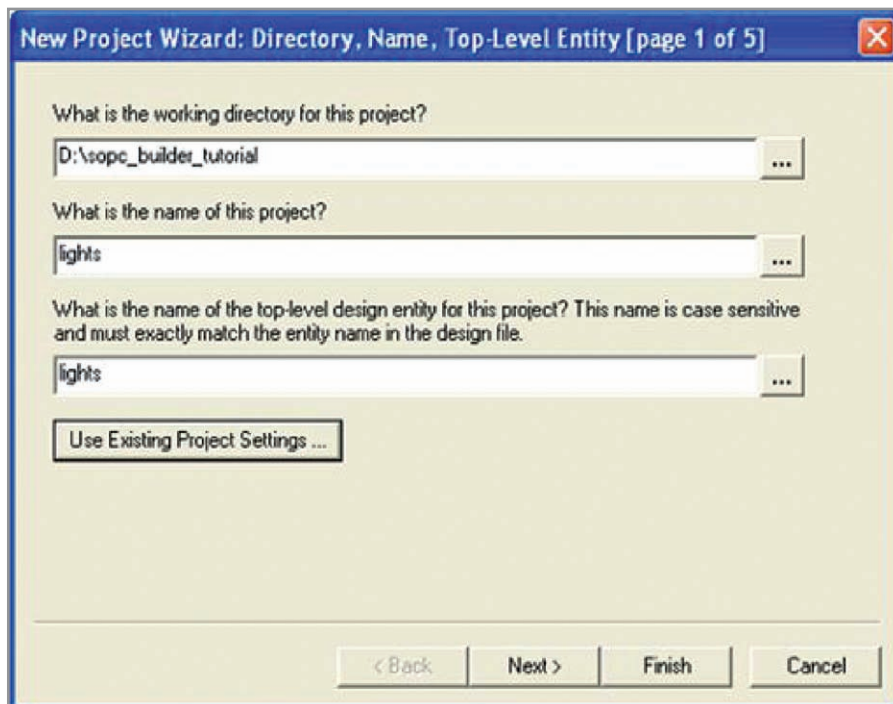


Рис. 6. Окно формы создания нового проекта

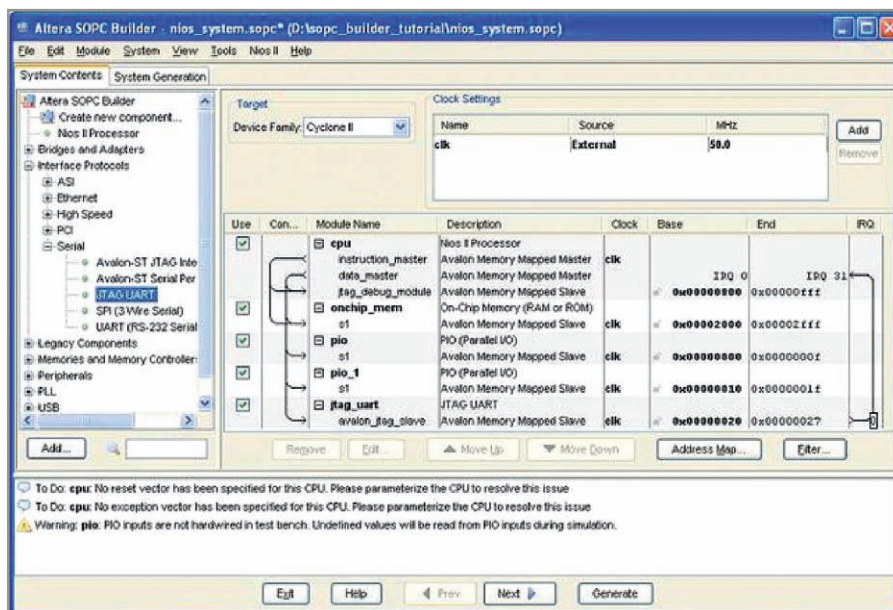


Рис. 7. Окно итоговой спецификации законченной системы

изначально поддерживающее алгоритм моделирования с фиксированной точкой или одинарной/двойной точности с плавающей точкой. Среда осуществляет поддержку программных продуктов Matlab и Simulink. Объединив функции MATLAB и блоки Simulink с мегафункциями и блоками DSP Builder, можно аппаратно реализовать систему цифровой обработки сигналов. Среда разработки DSP Builder позволяет конвертировать системы, разработанные с помощью MATLAB и Simulink, в файлы, которые затем могут использоваться САПР Quartus II для аппаратной реализации на ПЛИС.

Интегрированные блоки DSP Builder позволяют разрабатывать модели алгоритма FOC непосредственно в среде Matlab и Simulink путём реализации блок-схемы на элементарных блоках (ADD, SUB, MULTIPLY, CONSTANT, COSINE и SINE). На рисунке 5 показана блок-схема контроллера для управления положением и скоростью вала для синхронного электродвигателя с постоянными магнитами. В зависимости от используемых ресурсов ПЛИС и процессора, проектировщики могут реализовать элементы схемы в программном или аппаратном виде.

При проектировании специализированных сопроцессоров в ПЛИС сре-

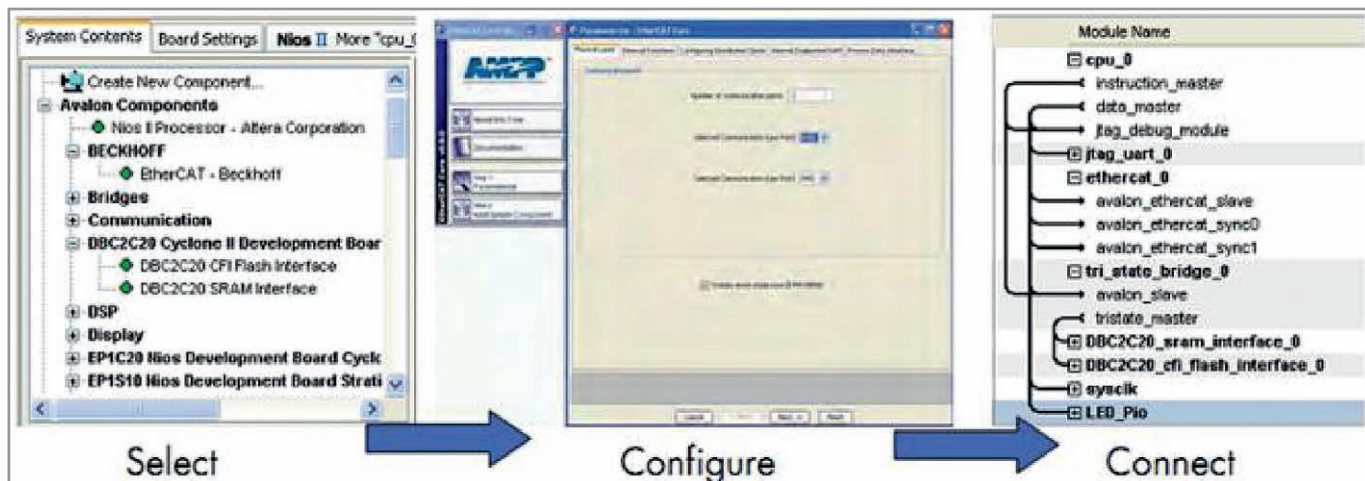


Рис. 8. Использование аппаратных IP-блоков в SOPC Builder для создания системы, совместимой с Industrial Ethernet

да DSP Builder может быть подключена к приложению системы на программируемом кристалле System on a Programmable Chip (SOPC) Builder компании Altera. Например, программно встроенный процессор Nios II поддерживается DSP Builder благодаря связи с приложением SOPC Builder, входящим в программный пакет САПР Quartus II. Программное обеспечение SOPC Builder предназначено для автоматического проектирования различных программно-аппаратных средств компьютерной техники и представляет собой набор HDL-модулей: контроллеров памяти, интерфейсов, периферийного оборудования и др. Инструменты системной интеграции SOPC Builder, также как Qsys, позволяют разработчикам создавать функционально закон-

ченные SnK при помощи автоматизации интеграции аппаратных компонентов.

Разработчик проекта системы, без кодирования HDL с помощью графического интерфейса пользователя (GUI), использует SOPC Builder для ускорения и автоматизации конфигурирования, интеграции и модернизации систем на базе IP-блоков. SOPC Builder создаёт файл конфигурации, загружаемый в ПЛИС. При необходимости внесения изменений в проект разработчик открывает SOPC Builder и изменяет проект через GUI. Создание нового проекта для системы управления в каталоге SOPC Builder Quartus II начинается с заполнения формы, приведённой на рисунке 6. Окно итоговой спецификации законченной системы

представлено на рисунке 7. На рисунке 8 приведён пример использования аппаратных IP-блоков в SOPC Builder для создания системы, совместимой с Industrial Ethernet.

Используя Matlab, разработчики могут настроить проект по данным изменения ключевых параметров системы в рабочем диапазоне изменения переменных:

- методом свёртывания, позволяющего установить необходимые время задержки, пропускную способность и ресурсы для реализации наиболее важной части схемы;
- применением алгоритма Simulate для настройки физической модели электродвигателя и задания параметров при моделировании регуляторов системы;
- использованием чисел с фиксированной точкой на различных этапах выполнения алгоритма управления для установки заданной точности системы управления.

При комплексном проектировании оптимальных систем управления электродвигателями на основе ПЛИС применяется метод свёртывания элементов оборудования системы, тесно связанного с мультиплексированием

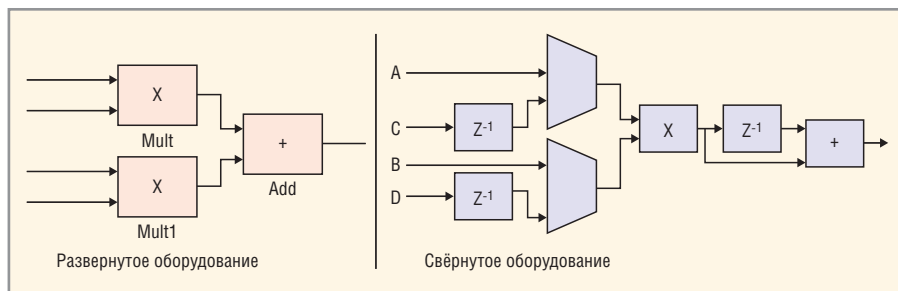


Рис. 9. Примеры развернутого и свернутого оборудования однопипного устройства

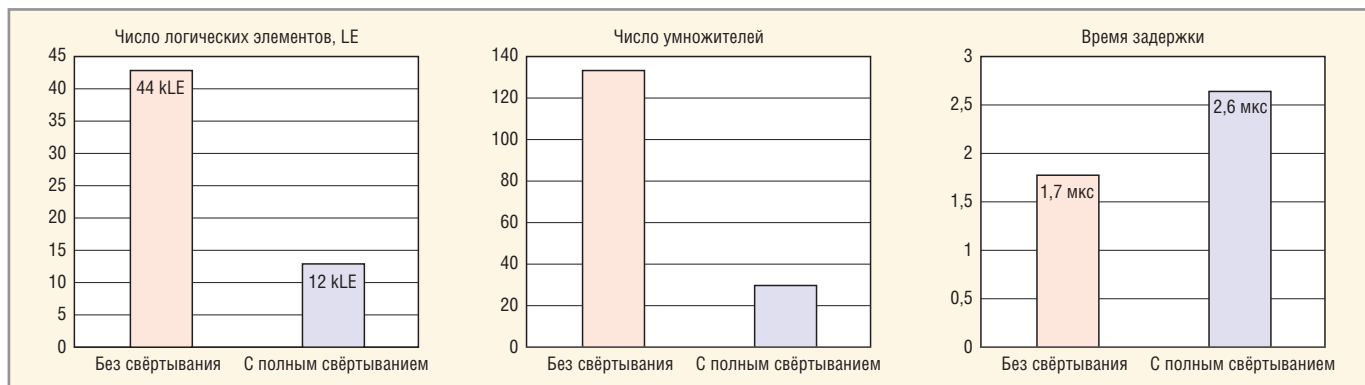


Рис. 10. Системные ресурсы и время задержки

Таблица 1. Результаты использования системы управления без свёртывания и с полным свёртыванием элементов схемы

Спецификация	Без свёртывания	С полным свёртыванием
Блоки сложения (вычитания)	22	1
Блоки умножения	22	1
Блоки <i>sin</i>	4	1
Максимальная пропускная способность, Мегавыборок/с	100	1

Таблица 2. Результаты использования в системе управления представления чисел с плавающей и фиксированной точкой

Спецификация	Фиксированная точка, 16-бит	Фиксированная точка, 32-бит	Плавающая точка
Число логических элементов	2000	4000	12 000
Число 18-битных умножителей	4	5	28
Время задержки, мкс	1,21	1,36	2,65

и временным разделением каналов. Указанный метод обеспечивает экономии системных ресурсов путём использования единого тракта для обработки нескольких каналов передачи данных. При использовании метода свёртывания не предъявляются особые требования к мультиплексной передаче сигнала и буферизации данных, в отличие от разработок, получаемых в результате ручного свёртывания. Рисунок 9 показывает, как свёртывание позволяет уменьшить число сочетаний блоков устройства, не используемых в процессе его функционирования.

Для экспериментальной оценки результатов применения методики комплексного проектирования оптимальных систем управления электродвигателями на базе ПЛИС с использованием развёрнутого и свёрнутого оборудования можно воспользоваться базовой оценкой с помощью алгоритма моделирования FOC компании Altera. Алгоритм включает преобразования Кларка/Парка, выполнение функций блоков ПИ-регулирования, суммирования (вычитания), умножения, операторов SIN и COS. Экспериментальный стенд содержит модель электродвигателя, DSP Builder для FOC-контроллера скорости, внешнюю обратную связь с ПИ-регулятором, а также необходимую логику и элементы.

Результаты, полученные при моделировании в среде Simulink системы управления электроприводом на основе ПЛИС семейства Cyclone IV при одинарной точности с плавающей точкой и фиксированной точке, для развёрнутой и свёрнутой конфигураций, приведены в таблице 1 и на рисунке 10. Результаты использования DSP Builder при выполнении операций с фиксированной или плавающей точкой при свёртыва-

нии блоков для реализации системы управления представлены в таблице 2. Приведённые данные показывают существенное снижение числа блоков сложения и умножения при использовании свёртывания, а значит, уменьшение плотности блоков в реализуемом устройстве системы управления электроприводом в ПЛИС Cyclone IV. Двукратное увеличение времени задержки допустимо при реализации системы управления электроприводом.

Полученные экспериментальные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- использование модели FOC с плавающей точкой влияет на число используемых логических элементов. Время задержки увеличивается незначительно (до 5 мкс), что допустимо для подобных операций;
- метод свёртывания обеспечивает оптимизацию аппаратных ресурсов.

Таким образом, предлагаемая методика, основанная на использовании инструментов Simulink и Matlab для моделирования, DSP Builder для оптимизации алгоритма управления электродвигателем, SOPC Builder для системной интеграции и программного обеспечения Quartus II для синтеза проектирования и монтажа проекта обеспечивает возможность комплексного проектирования оптимальных систем управления электродвигателями на основе ПЛИС.

Применение описанной методики при построении электропривода позволяет исключить непроизводительное потребление электроэнергии, а в системах кондиционирования воздуха, теплоснабжения и водоснабжения дополнительно обеспечить экономию тепла (до 10%) и снижение водопотребления (до 20%).

SCHAEFER

**НАДЁЖНЫЕ СИСТЕМЫ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ**

Импульсные источники питания

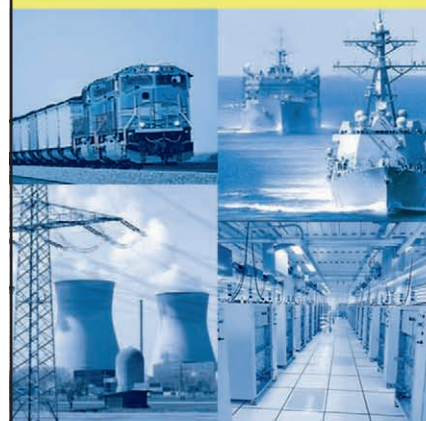
- Преобразователи DC/DC
- Источники питания AC/DC
- Устройства управления зарядом батарей

Импульсные инверторы

- Инверторы DC/AC
- AC/AC-преобразователи

Области применения

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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
ПРОДУКЦИИ SCHAEFER

PROSOFT® 20 ЛЕТ

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

Электродинамическое моделирование волноводного СВЧ-усилителя

Александр Курушин (Москва)

С помощью программы FEKO выполнено электродинамическое моделирование и оптимизация транзисторного СВЧ-усилителя. СВЧ-транзистор, описанный своими S-параметрами, включен в волноводную СВЧ-структуру. Для повышения устойчивости усилителя предложено создать структуру, состоящую из двух повернутых на 90° волноводов.

Электродинамический расчёт СВЧ-структур, которые содержат активные элементы, открывает новые возможности как для улучшения характеристик традиционных структур, так и для создания таких уникальных структур, как волноводный многотранзисторный СВЧ-усилитель.

Одной из задач, которую можно решить с использованием электродинамического подхода, является проектирование транзисторного усилителя СВЧ (ТУ СВЧ) в корпусе, в волноводе и в резонансных структурах. Известно, что от этого зависит устойчивость работы ТУ СВЧ, а также его шумовые и усиительные свойства, включая частотную характеристику и согласование в широком диапазоне частот [1, 2].

Рассмотрим типичный однокаскадный волноводный ТУ СВЧ (см. рис. 1), который состоит из отрезка волновода, микрополосковой платы на диэлектрической подложке с высокой диэлектрической проницаемостью и со-

гласующих структур. Транзисторные усилители в волноводном исполнении предпочтительны, начиная с 10 ГГц, когда возросшие потери микрополосковых линий начинают вносить значительный вклад в коэффициент шума усилителя.

СОВМЕСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЧ-СТРУКТУРЫ И АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Активные элементы включаются в СВЧ-структуру в точках, и, следовательно, необходимо объединение электродинамического метода расчёта и метода, основанного на теории цепей. Метод Олинера [1], который чаще всего применяется для расчёта активных СВЧ-схем, является по сути методом теории цепей, который использует модели распределённых цепей в виде дискретных элементов и не учитывает связь по ближнему полю между элементами, входящими в структуру. Такой подход, например, ре-

ализован в широко распространённой программе Microwave Office [3], в которой моделирование выполняется в схемном и топологическом представлении (см. рис. 2). Если СВЧ-структура рассчитывается в программе EMSight [3], в которой выполняется электродинамический расчёт, то S-параметры или модель активных элементов добавляются на уровне схемы, т.е. узлы активных элементов подключаются к внутренним портам структуры ТУ СВЧ. Аналогичное объединение решений, полученных разными методами, выполняется в программе HFSS Designer (см. рис. 2).

Подход, реализованный в программе FEKO [4], предполагает включение активного элемента в электродинамическую структуру (см. рис. 2). Здесь сначала выполняется расчёт методами теории цепей, а затем – электродинамический анализ. В этом случае взаимная связь входной и выходной согласующей структуры учитывается автоматически, и появляется возможность рассчитать характеристики ближнего и дальнего поля структуры, в которую включены активные элементы. Транзистор будет включен во внутренние порты, созданные в разрыве входной и выходной согласующей структуры (см. рис. 3). В расчёте волноводного СВЧ-усилителя используем транзистор, па-

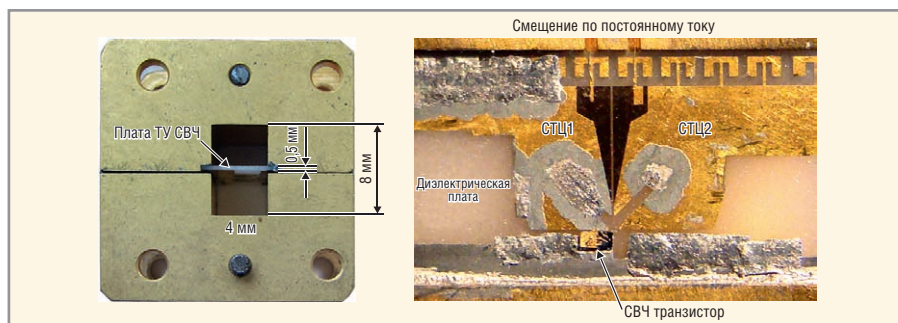


Рис. 1. Фотография однотранзисторного волноводного СВЧ-усилителя на диэлектрической подложке

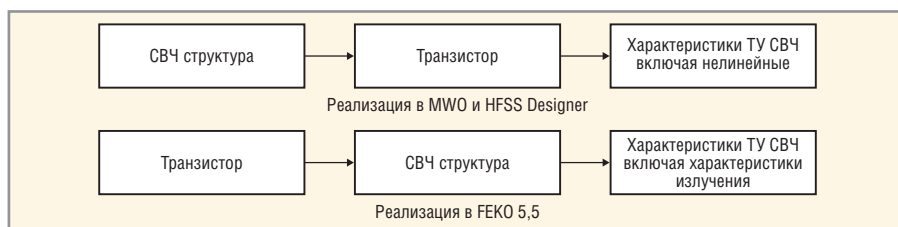


Рис. 2. Два метода объединения неизлучающей цепи (транзистора и электродинамической структуры)

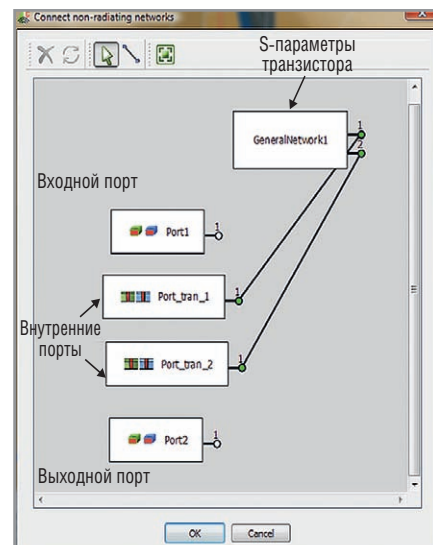


Рис. 3. Подключение S-параметров транзистора к внутренним портам 2 и 4 транзисторного СВЧ-усилителя в диалоге программы FEKO

параметры которого в формате Touchstone приведены в таблице.

Модель транзистора, заданная в виде таблицы S-параметров, включается в структуру СВЧ-усилителя в виде четырёхполосника. Этот четырёхполосник называется неизлучающей цепью и подключается к внутренним портам структуры. Соединение неизлучающей цепи с СВЧ-структурой выполняется в диалоге, как показано на рисунке 3. Многополосник может быть определён в терминах S-, Y- или Z-параметров, или импортирован как внешний файл Touchstone, или задан вручную в CADFEKO. Опорные импедансы портов будут определены в файле S-параметров. Если параметры задаются вручную в CADFEKO, то можно использовать максимум четыре порта, и для каждого порта должны быть определены опорные импедансы.

Для моделирования транзисторного СВЧ-усилителя, в случае классического крепления транзистора на микрополосковой плате, находящейся в волноводной структуре, применим порты Edge port на ребре. Такие порты создаются между двумя наборами фасок (см. рис. 4). Эти фаски оканчиваются вибраторами, и антенна на входе и выходе

Параметры СВЧ-транзистора N700

#	S11	S21	S12	S22
1	.964 -20.52	4.820 160.76	.032 78.26	.345 -21.71
2	.961 -26.26	4.502 157.35	.037 73.92	.335 -24.17
3	.933 -38.84	4.324 147.62	.054 67.19	.326 -36.08
4	.896 -50.81	4.114 138.19	.068 61.39	.317 -46.29
5	.859 -62.88	3.880 129.07	.080 55.08	.305 -57.68
6	.826 -74.02	3.641 120.74	.090 50.16	.297 -67.64
7	.794 -84.09	3.403 113.12	.098 45.62	.287 -75.73
8	.768 -93.82	3.176 105.99	.105 41.69	.283 -83.76
9	.768 -93.82	3.176 105.99	.105 41.69	.283 -83.76
10	.747 -102.69	2.958 99.36	.111 38.36	.279 -90.05

ТУ СВЧ могут представлять собой антенны Вивальди.

Антенна Вивальди является широкополосной антенной. Плавное изменение её формы позволяет согласовать входной импеданс транзистора, который может быть порядка единиц ом, и линию с характеристическим импедансом 50 Ом. В области, где щель между проводниками мала по сравнению с длиной волны в свободном пространстве, волны сильно связаны, и когда расстояние между ними увеличивается, взаимодействие становится всё более слабым, и волны излучаются ан-

тенной. Это происходит, когда расстояние между линиями на краю становится больше половины длины волны ($\lambda/2$).

Заметим, что ребро, на котором задаётся порт, не обязательно должно быть продолжением согласующей структуры. Микрополосковая линия создаётся на верхней поверхности параллелепипеда, который заполняется диэлектрическим материалом. Нижняя поверхность параллелепипеда объединяется с земляной платой. Боковые стенки этого параллелепипеда удаляются. Граничный порт (см. рис. 4а) создаётся командой *Geometry* → *Create port* → *Edge*



Дни, недели и месяцы уходят на электродинамические расчеты?



AWR Microwave Office

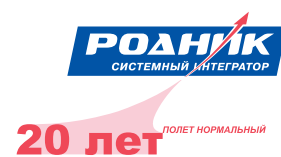
— скорость и точность моделирования Вашего проекта

AWR Microwave Office является уникальной технологией высокоскоростного электромагнитного моделирования СВЧ-устройств



Реклама

Дизайн-проекты, техническая поддержка и обучение
Тел: +7 (499) 613-2688 www.rodnik.ru



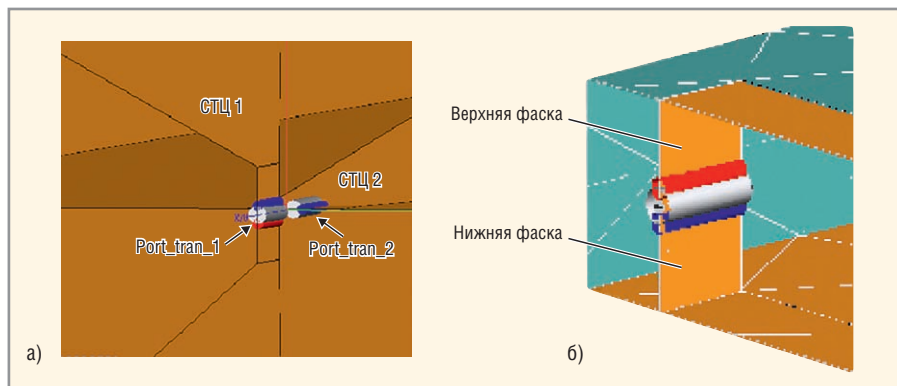


Рис. 4. Порты, между которыми включается активный элемент
а) граничный порт; б) вертикальные фаски

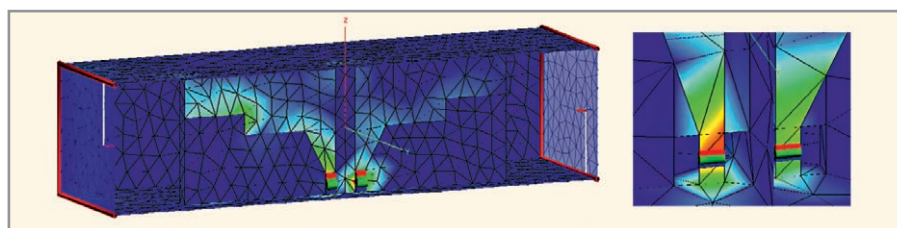


Рис. 5. Волноводный СВЧ-усилитель, в котором транзистор находится на микрополосковой плате



Рис. 6. Частотные характеристики отдельного транзистора и волноводного усилителя, созданном на этом транзисторе

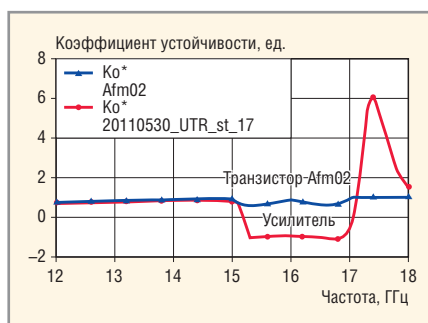


Рис. 7. Коэффициент устойчивости транзистора и волноводного усилителя, реализованного, как показано на рисунке 5

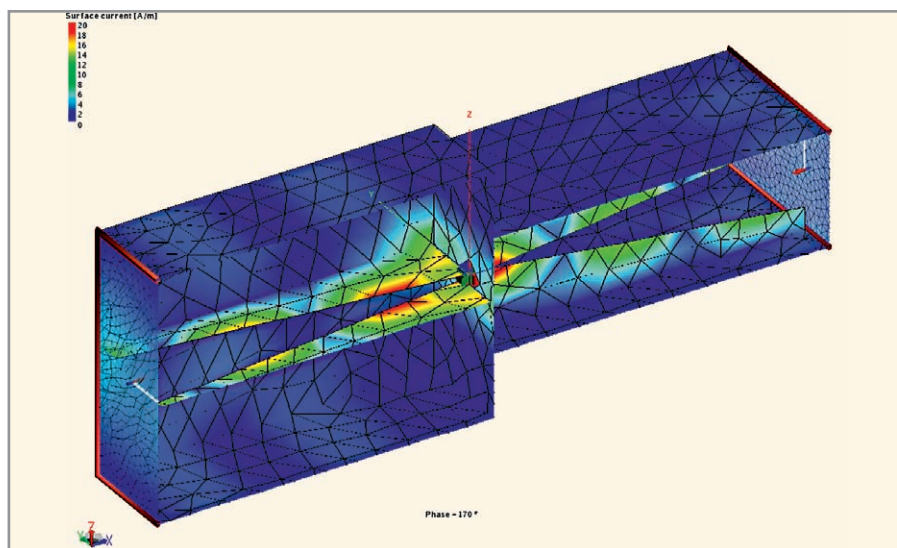


Рис. 8. Волноводный транзисторный СВЧ-усилитель, состоящий из двух повернутых волноводов и имеющий дополнительную развязку по поляризации

port. Положительная и отрицательная фаски порта на ребре – это верхняя и нижняя вертикальные фаски, на которые разрезается параллелепипед по се-

редине горизонтальной плоскости (см. рис. 4б).

Пусть ширина линий согласующей структуры, расположенной на подлож-

ке толщиной 0,5 мм (диэлектрическая проницаемость 10), равна 1 мм. Выполним расчёт в диапазоне частот от 1 до 10 ГГц. Аналогичный расчёт транзисторного СВЧ-усилителя продублируем в программе MWO.

Если длину шлейфов выбрать немного меньше длины волны, транзистор будет включен в измерительную линию с характеристическим сопротивлением 50 Ом, и в этом случае можно утверждать, что коэффициент усиления равен $G = |S_{21}|^2$.

Для расчёта электродинамическим способом в программе FEKO чертится вся структура, в которую вставляются активные элементы (см. рис. 5) (в отличие от MWO, где для моделирования отдельных частей согласующей структур – входной СтЦ1 и выходной СтЦ2 – необходимо создавать отдельные экраняющие боксы). Таким образом, связи между согласующими структурами сохраняются.

Устойчивость волноводного СВЧ-усилителя

Очень важным параметром является устойчивость работы ТУ СВЧ в широком диапазоне частот. Устойчивость работы структуры, в которую включен активный элемент (например, транзистор), оценивается инвариантным коэффициентом устойчивости [2]. Этот коэффициент показывает степень пересечения окружности неустойчивой работы с плоскостью диаграммы Смита входного и выходного коэффициента отражения. Известно, что для получения абсолютной устойчивости необходимо, чтобы коэффициент устойчивости был больше 1 во всём рабочем диапазоне частот:

$$k = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta S|^2}{2|S_{21}S_{12}|}, \quad (1)$$

где $\Delta S = S_{11} \cdot S_{22} - S_{21} \cdot S_{12}$.

Расчёт по этой формуле для транзистора, S-параметры которого приведены в таблице, даёт коэффициент устойчивости, меньший 1. Это означает, что должны быть предприняты специальные меры для повышения устойчивости усилителя.

Расчёт коэффициента устойчивости волноводного усилителя, реализованного по схеме (рис. 6), показывает, что в диапазоне от 15 до 17 ГГц коэффициент устойчивости $K \leq -1$, что означает склонность ТУ СВЧ к самовозбуждению (см. рис. 7, расчёт на программе MWO). Кроме того, в экспери-

менте была отмечена высокая чувствительность усиления к напряжению питания.

Таким образом, необходимо использовать развязку входной и выходной согласующей структуры, чтобы повысить устойчивость волноводного транзисторного усилителя.

В реальном усилителе, кроме внутренней обратной связи, действует внешняя обратная связь. Для увеличения коэффициента устойчивости и стабильности усиления можно выполнить оптимизацию конструкции корпуса, его размеров и свойств покрытия. Поворот выходного волновода на 90° (см. рис. 8) значительно уменьшает внешнюю обратную связь за счёт смены поляризации.

Современный подход к проектированию любых СВЧ-конструкций включает оптимизацию. В качестве функции цели в программе FEKO можно задать несколько целевых функций и таким образом выполнить векторную оптимизацию, выбирая весовые коэффициенты этих целевых функций. Кроме того, FEKO вводит новый критерий, который называется «Маска целевой функции», когда можно задать сложную зависимость целевой функции не только в частотном диапазоне, но и в диапазоне других параметров, например, задать требуемую форму диаграммы направленности активной антенны.

Поскольку антенну Вивальди можно построить с различными конфигурациями вибраторов (скачки, экспоненциальный раскрыв), то количество степеней свободы может достигать десяти. В программе FEKO реализовано несколько современных алгоритмов поиска оптимума: метод случайного поиска (роя пчел), генетический алгоритм и симплекс-метод. На рисунке 9 приводятся графики изменения характеристик усилителя (в одной частотной точке) в процессе оптимизации.

В результате постпроцессорной обработки данных с использованием формулы (1) получаем частотную зависимость коэффициента устойчивости, показанную на рисунке 10. Диапазон коэффициента устойчивости от 0 до 1 означает, что усилитель становится потенциально неустойчивым только в том случае, когда он нагружен на импедансы портов, отличные от 50 Ом. Величина $k > 1$ указывает абсолютную устойчивость усилителя [2]. Повыше-

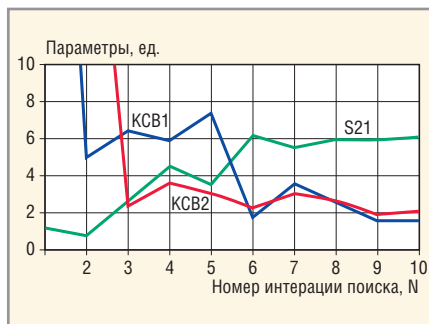


Рис. 9. Оптимизация волноводного СВЧ-усилителя по критерию согласования на входе и выходе и коэффициенту передачи

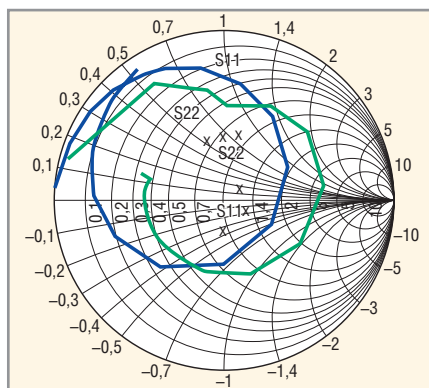


Рис. 11. Частотные зависимости параметров S11 и S22 на диаграмме Смита

ние устойчивости усилителя обычно связано с согласованием.

В заключение приведём также рассчитанные на FEKO комплексные коэффициенты отражения волноводного транзисторного СВЧ-усилителя на входе и выходе. Экспериментальные результаты показаны на рисунках 11 и 12 в виде крестиков. Эксперимент показывает более широкую полосу пропускания, чем расчёт. При каскадировании отдельных каскадов ширина полосы пропускания уменьшается. Можно отметить, что результаты расчёта значительно зависят от поглощения и потерь в реальных металлах и подложках. Нелинейные зависимости от входной мощности и шумовые свойства в рамках данной работы не исследовались.

Выводы

Специализированные программные средства открывают широкие возможности для электродинамического моделирования СВЧ-структур с внедрёнными в них активными элементами (диодами, транзисторами), что показано на примере транзисторного СВЧ-усилителя. Обратные связи между входным и выходным портом в этом случае учитываются автоматически. Такой подход можно считать

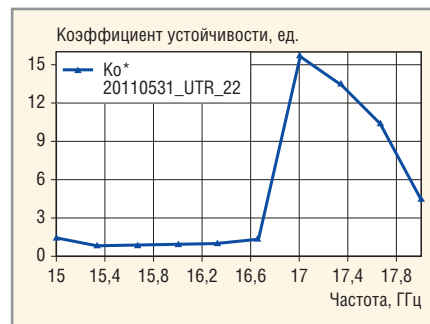


Рис. 10. Коэффициент устойчивости волноводного усилителя с повёрнутыми на 90° отрезками волноводов

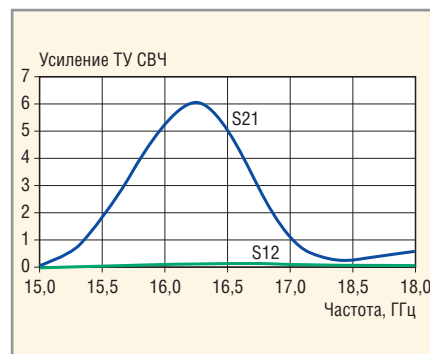


Рис. 12. Частотные характеристики модуля прямой передачи S21 и обратной передачи S12 волноводного транзисторного СВЧ-усилителя

перспективным для проектирования волноводных транзисторных СВЧ-усилителей, активных антенн и активных антенных решеток, а также структур, которые играют роль согласующих и излучающих элементов одновременно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карсон Р. Высокочастотные усилители. Радио и связь, 1981.
2. Шварц Н.З. Транзисторные СВЧ-усилители. Радио и связь, 1980.
3. Разевиг В.Д., Потатов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига. СОЛОН-Пресс, 2003.
4. www.feko.co.za.
5. Банков С.Е., Курушин А.А. Расчет излучающих структур с помощью FEKO. Родник, 2007.
6. Eleftheriades G.V. and Mosig J.R. On the Network Characterization of Planar Passive Circuits Using the Method of Moments. IEEE Trans. MTT. 1996. Vol. 44. No. 3. PP. 438-445.
7. Гунта К., Гардэж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств. Радио и связь, 1987.
8. Ченакин А.В., Скачко В.И. Волновод транзисторных усилителей. 5-й Межд. симп. по последним достижениям в технике СВЧ. Киев, 1995. С. 337-340.

HDL-реализация сетевого контроллера Gigabit Ethernet

Алексей Гребенников (г. Актау, Казахстан)

Статья содержит описание сетевого контроллера Gigabit Ethernet на языке Verilog и его реализацию в среде Xilinx PlanAhead для отладочной платы SP605, содержащей ПЛИС семейства Spartan 6. Симуляция проекта проводилась в среде ModelSim.

ВВЕДЕНИЕ

Сетевой интерфейс Ethernet получил очень широкое распространение при построении локальных сетей. По мере развития технологии скорость передачи данных увеличивалась, и версия 1 Гб/с является самой распространённой на данный момент. Достоинствами этого интерфейса являются высокая скорость передачи данных, возможность связи между двумя любыми устройствами и простота построения сети.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Общие принципы сетевого взаимодействия описываются моделью OSI (Open Systems Interconnection), согласно которой существует семь уровней связи открытых систем. При этом сетевой контроллер работает на двух ниж-

них уровнях – физическом (physical layer) и канальном (data link layer). Структурная схема контроллера изображена на рисунке 1. Физический уровень, как правило, выполняется в виде отдельной микросхемы (далее по тексту PHY), так как выполняет цифровые и аналоговые функции. На плате SP605 установлена микросхема PHY Alaska M88E1111. К сожалению, подробная документация на эту микросхему отсутствует в свободном доступе в Интернете, поэтому с принципами работы физического уровня можно ознакомиться на примере аналогичной микросхемы DP83865 [1] фирмы National Semiconductor.

Интерфейс PHY с передающей средой называется MDI (Media Dependent Interface) и, как следует из названия, зависит от выбранной среды переда-

чи. На плате SP605 используется витая пара. Канальный уровень Ethernet MAC (далее по тексту MAC) реализован на ПЛИС как часть системы на кристалле. Интерфейс между PHY и MAC не зависит от среды передачи данных, но зависит от режима работы контроллера. На рисунке 1 обозначены основные типы этого интерфейса:

- MII (Media Independent Interface) – интерфейс передачи данных для скоростей 10 и 100 Мб/с. При этом режиме работы данные передаются полубайтами (nibble);
- GMII (Gigabit Media Independent Interface) – интерфейс передачи данных для скорости 1 Гб/с. Данные передаются байтами;
- RGMII (Reduced Gigabit Media Independent Interface) – в этом режиме работы данные передаются полубайтами, но на обоих фронтах синхросигнала.

Контроллер может обмениваться данными в полдуплексном и полнодуплексном режиме. В первом случае одновременно возможен только приём или передача. В случае одновременной активации нескольких передатчиков возникает коллизия. При полнодуплексном режиме коллизии исключены.

Версия контроллера, описанная в данной статье, поддерживает только полнодуплексный режим с интерфейсом GMII. Все исходные файлы проекта приведены в архиве *verilog_sources.zip* на сайте журнала. Рассмотрим более подробно работу канального уровня контроллера, реализованную на ПЛИС.

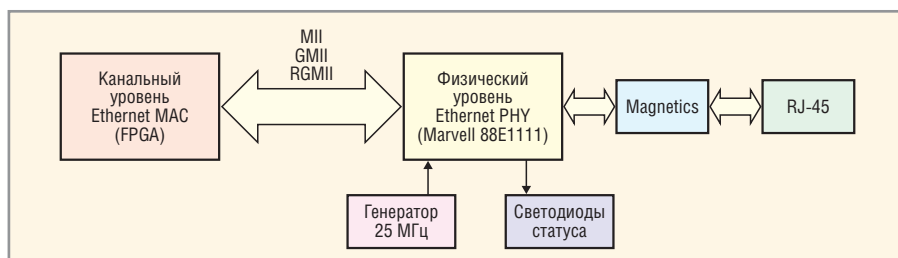


Рис. 1. Структура сетевого контроллера

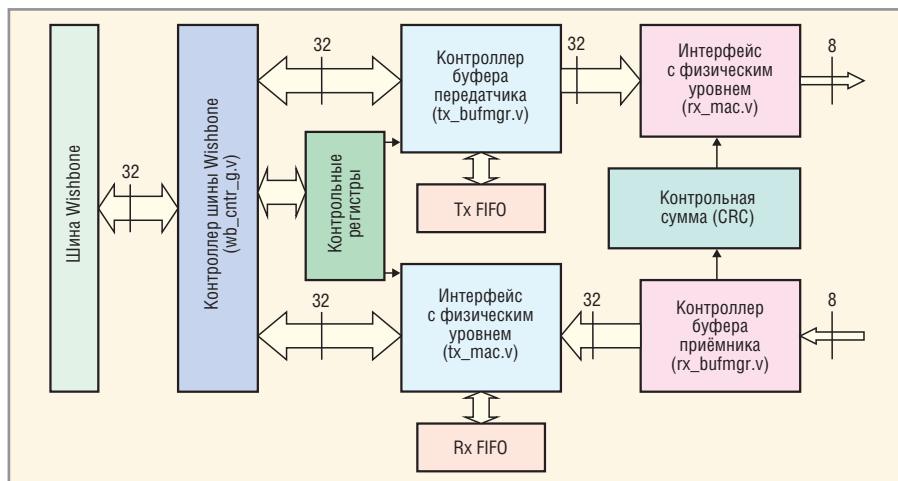


Рис. 2. Блок-схема канального уровня

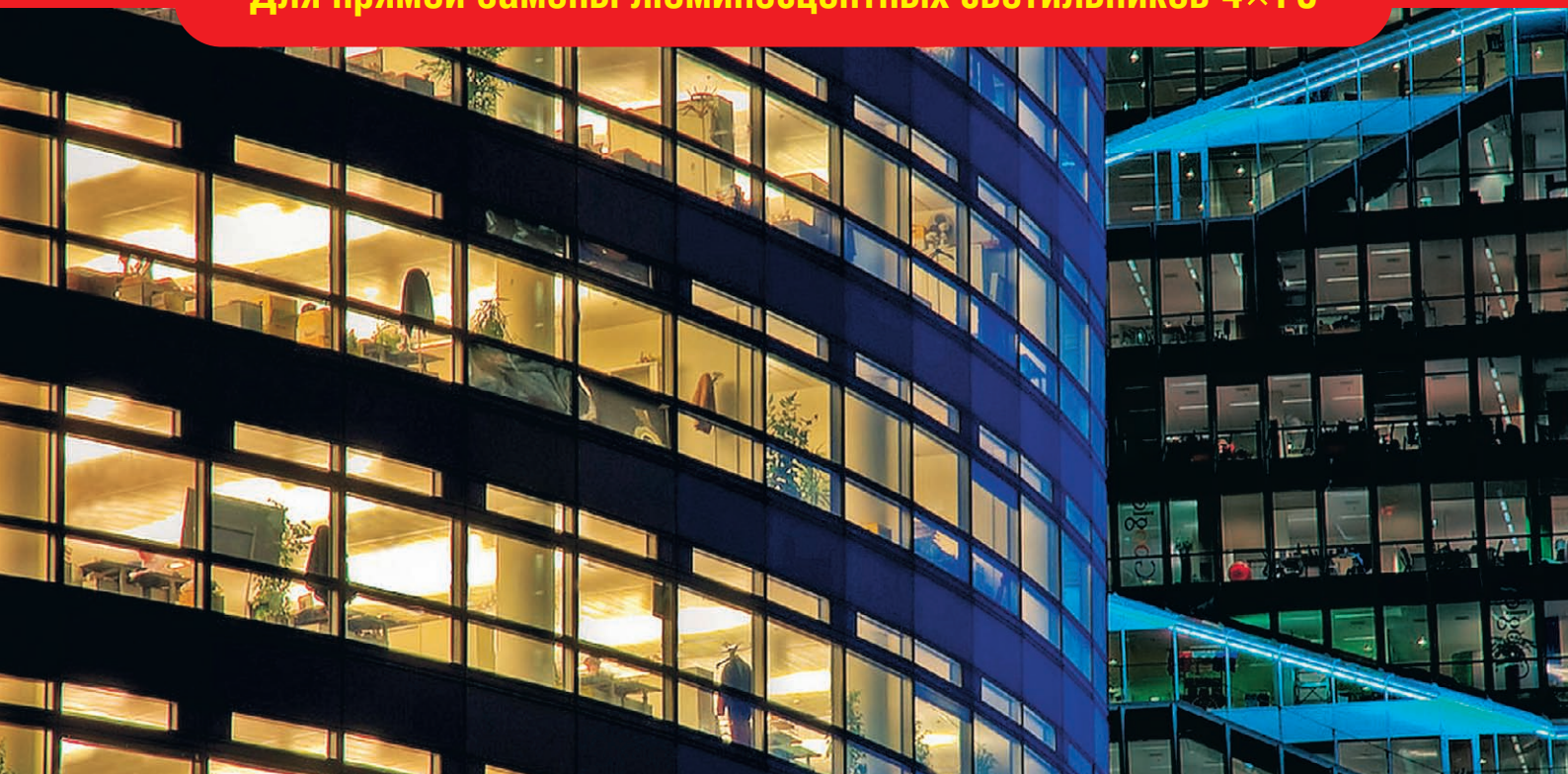
СТРУКТУРА КАНАЛЬНОГО УРОВНЯ КОНТРОЛЛЕРА

За основу при построении модели был взят контроллер фирмы National Semiconductor DP83820 [2]. Блок-схема модели показана на рисунке 2. Обмен данными с внешней памятью производится через шину Wishbone, широко используемую при построении систем на кристалле. Подробная спецификация шины приведена в [3].

Управление схемой производится при помощи регистров, расположенных в файле *ops_regs.v*. Эти регистры находятся в адресном пространстве

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ LED-ТЕХНОЛОГИИ

Для прямой замены люминесцентных светильников 4×18



СЕРИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

Новые светодиодные светильники для внутреннего освещения предназначены для освещения общественных, административных и вспомогательных помещений, офисов, торговых залов, учебных заведений и других помещений. Светильники имеют большую эффективность по сравнению с классическими люминесцентными, не содержат вредных веществ и не требуют обслуживания.

Светильники XLight® имеют встроенные системы защиты от перегрева и являются совершенными осветительными приборами широкого спектра применений.

Высокая эффективность, низкие затраты на обслуживание, исключительная надежность, экологичность и безопасность — основные преимущества светотехнического оборудования XLight®.



Особенности светодиодных светильников

- Специальная оптическая система, исключая слепящее действие
- Возможность выбора цветовой температуры
- Широкий температурный диапазон эксплуатации $-40...+50^{\circ}\text{C}$
- Экономия электроэнергии в 2 раза по сравнению с традиционными люминесцентными светильниками
- Отсутствие вредных веществ
- Высокая экономичность и эффективность
- Не требуют обслуживания в течение 10 лет
- Гарантия 3 года

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ XLIGHT

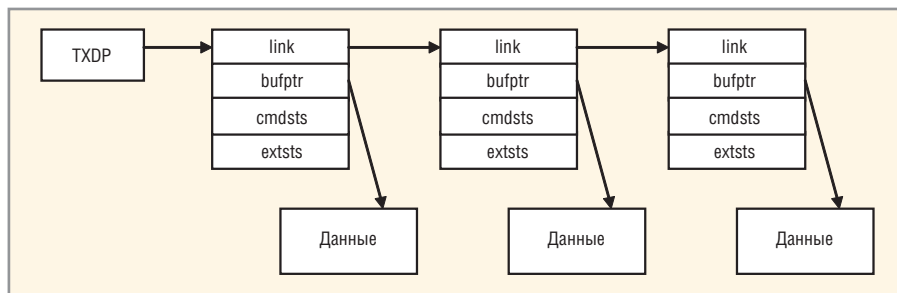


Рис. 3. Структура дескрипторов

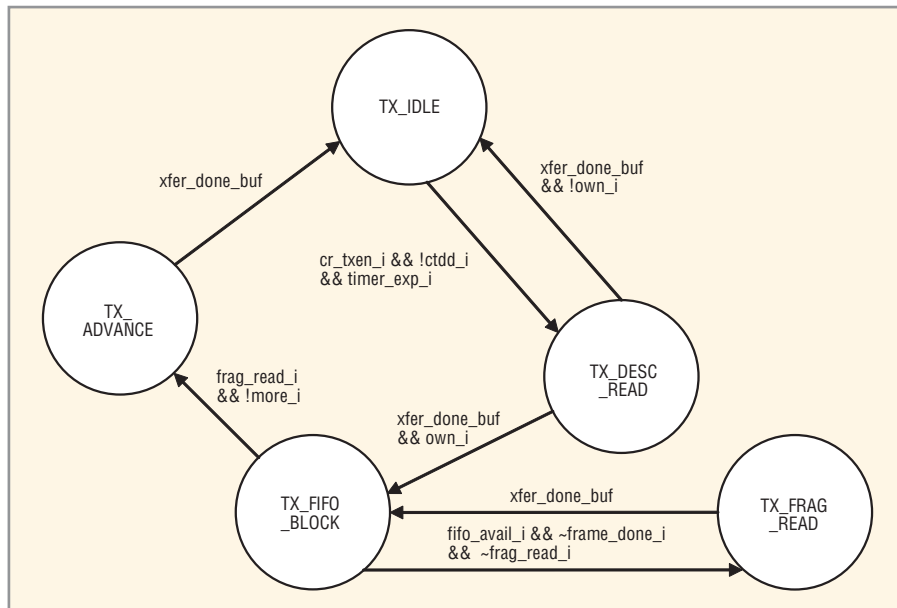


Рис. 4. Конечный автомат контроллера буфера передатчика

шины с базовым адресом $0x\text{FFF}80000$. Регистр *cr* содержит флаги *tx_en* и *rx_en*, разрешающие работу передатчика и приёмника соответственно. Передатчик считывает данные из внешней памяти в свою внутреннюю память типа FIFO и затем передаёт данные блоку интерфейса с физическим уровнем. Для проверки целостности данных вычисляется контрольная сумма CRC. Приёмник после получения данных от PHY записывает их во внутреннюю память FIFO и затем во внешнюю память после получения управления шиной Wishbone. В случае ошибки контрольной суммы пакет данных игнорируется.

Рассмотрим более подробно работу отдельных блоков канального уровня.

КОНТРОЛЛЕР БУФЕРА ПЕРЕДАТЧИКА

Контроллер буфера передатчика состоит из двух частей – управляющей схемы и конечного автомата, расположенных в файлах *tx_bufmgr.v* и *tx_fsm.v* соответственно. Задачей контроллера является чтение данных из внешней памяти во внутреннюю память FIFO и последующая передача этих данных

блоку интерфейса с физическим уровнем.

Организация буфера данных одинакова для приёмника и передатчика и изображена на рисунке 3. Каждый блок данных имеет свой дескриптор, состоящий из четырёх 32-битных слов:

- *link* – указатель на дескриптор следующего блока данных;
- *bufptr* – указатель на данные этого блока;
- *cmdsts* – слово состояния и команд данного блока;
- *extsts* – дополнительное слово состояния;

Один блок содержит один пакет данных.

Схема конечного автомата буфера передатчика изображена на рисунке 4. В начальный момент времени автомат находится в режиме ожидания (*TX_IDLE*). Следующее состояние контроллера – чтение дескриптора блока данных из внешней памяти, но для перехода в это состояние необходимо выполнить нескольких условий. Внешняя управляющая программа – драйвер – должна инициализировать указатель *txdp*, который является адресом первого слова дескриптора блока во

внешней памяти. При этом флаг *ctdd* сбрасывается в нулевое значение, указывая на то, что загружен новый указатель. Затем драйвер устанавливает в единичное значение нулевой бит управляющего регистра *cr*. Этот бит разрешает работу передатчика, и в контроллере буфера он называется *cr_txen_i*. Затем по таймеру конечный автомат переходит в состояние чтения одного дескриптора *TX_DESC_READ*. Задержка введена для того, чтобы в режиме ожидания контроллер не перегружал шину Wishbone слишком частыми запросами на чтение.

В состоянии *TX_DESC_READ* контроллер считывает четыре 32-битных слова из внешней памяти. После окончания цикла чтения анализируется 31-й бит слова *cmdsts*, который в конечном автомате называется *own_i* и является признаком принадлежности дескриптора. Этот бит устанавливается в единицу производителем данных и в ноль – потребителем данных. Для дескрипторов передатчика производителем данных является драйвер, а контроллер является потребителем данных. Для дескрипторов приёмника – наоборот. Поэтому, как видно из рисунка 4, если бит *own_i* равен единице, значит, он был модифицирован драйвером и в данный момент принадлежит контроллеру.

Затем конечный автомат переходит в состояние подготовки чтения одного блока данных в память FIFO *TX_FIFO_BLOCK*. Если же бит *own_i* равен нулю, это значит, что дескриптор всё ещё принадлежит драйверу и не может быть использован контроллером. В этом случае автомат возвращается в состояние ожидания на время, заданное константой *TX_TIMER_EXP*, или $16'h0100$ циклов тактового сигнала в данном примере. Циклы чтения дескриптора повторяются до тех пор, пока драйвер не установит в единицу 31-й бит слова *cmdsts*, т.е. бит *own_i*.

В состоянии конечного автомата *TX_FIFO_BLOCK* происходит подготовка к чтению блока данных. Во-первых, проверяется наличие свободного места в FIFO, т.е. равенство единице бита *fifo_avail_i*. Порог установки бита *fifo_avail_i* конфигурируется битами 8–15 регистра *txcfg*, который в блоке контроллера называется *fltb* (fill threshold). Этот регистр находится в файле регистров по глобальному адресу шины Wishbone ($\text{WB_BASE} + 8'h28$). Биты *frame_done_i* и *frag_read_i* устанавли-

ваются в нулевое значение перед началом цикла чтения памяти. Полный цикл чтения пакета данных может включать в себя несколько переходов состояний *TX_FIFO_BLOCK* – *TX_FRAG_READ*. После считывания полного пакета данных бит *frame_done_i* устанавливается в единичное значение.

Во время чтения данных в состоянии *TX_FRAG_READ* отслеживается уровень заполнения FIFO. При достижении порога *drth* (drain threshold) или после считывания полного пакета данных, если его размер меньше порогового значения, устанавливается бит *tx_start_o*, разрешающий блоку интерфейса с физическим уровнем начать передачу данных. После окончания передачи блока бит *frag_read_i* устанавливается в единичное значение, и конечный автомат переходит в следующее состояние – *TX_ADVANCE*.

Заметим, что изображённый на рисунке 4 бит *more_i* в данной реализации контроллера всегда равен нулю. Этот бит используется при более сложной организации буферной памяти, когда один пакет данных размещается в нескольких дескрипторах.

В состоянии *TX_ADVANCE* контроллер обновляет значение дескриптора в основной памяти, обнуляя бит *own_i*, и передаёт дескриптор драйверу. В случае успешной передачи пакета данных устанавливает 27-й бит слова *cmdsts* – признак успешности передачи. Затем проверяется значение поля *link*. Если оно равно нулю, значит, дескриптор был последним в цепочке, изображённой на рисунке 3. В этом случае конечный автомат переходит в состояние *TX_IDLE* и ждёт обновления указателя *txdp* драйвером, т.е. момента сброса бита *ctdd_i*. Если же поле *link* не равно нулю, автомат загружает это значение в регистр *txdp*, сбрасывает бит *ctdd_i*, устанавливает бит *timer_exp_i* и переходит в состояние *TX_IDLE*. Однако в этом случае сразу же осуществляется переход в состояние *TX_DESC_READ* (если в момент перехода драйвер не обнулil бит разрешения передачи *cr_txen_i*). Таким образом, организация связанных буферов данных позволяет драйверу инициализировать сразу несколько пакетов данных и не вмешиваться в процесс передачи до полного его окончания.

Контроллер буфера передатчика работает в тесном взаимодействии с блоком интерфейса с физическим уровнем. Рассмотрим более подробно работу этого блока.

ИНТЕРФЕЙС ПЕРЕДАТЧИКА С ФИЗИЧЕСКИМ УРОВНЕМ

Модуль этого интерфейса расположен в файле *tx_mac.v*. К этому модулю относится и блок подсчёта контрольной суммы *crc_gen_tx.v*. Основой интерфейса является конечный автомат, изображённый на рисунке 5. В начальный момент времени автомат находится в режиме ожидания *TXMAC_IDLE*. После получения сигнала *tx_start_i* от контроллера буфера автомат переходит в состояние *TXMAC_START*, т.е. начинает передачу данных.

В состоянии *TXMAC_START* проверяется режим передачи данных и готовность среды. Данный контроллер поддерживает только полнодуплексный режим передачи на скорости 1 Гб/с. При этом коллизии в линии отсутствуют; *phy_crs_i* (carrier sense) – сигнал от PHY о готовности среды передачи.

Передача пакета данных Ethernet начинается в состоянии *TXMAC_PRE-*



Мощные светодиоды CREE

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ:

- Уличное освещение
- Промышленное освещение
- Общее освещение
- Освещение витрин, рекламных щитов
- Архитектурное и ландшафтное освещение
- Аварийное освещение
- Автономные системы освещения
- Мощные прожекторы и фонари
- Переносные осветительные приборы

Светодиоды CREE были успешно применены при создании архитектурного освещения олимпийского стадиона «Птичье гнездо» в Пекине

СЕРИИ :

- XR-E/XR-C 
- XP-E/XP-C 
- XP-G/XM-L 
- MX-6/MX-3 
- MC-E 



АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (495) 232-25-22 • www.prochip.ru • Эл. почта: info@prochip.ru

Реклама

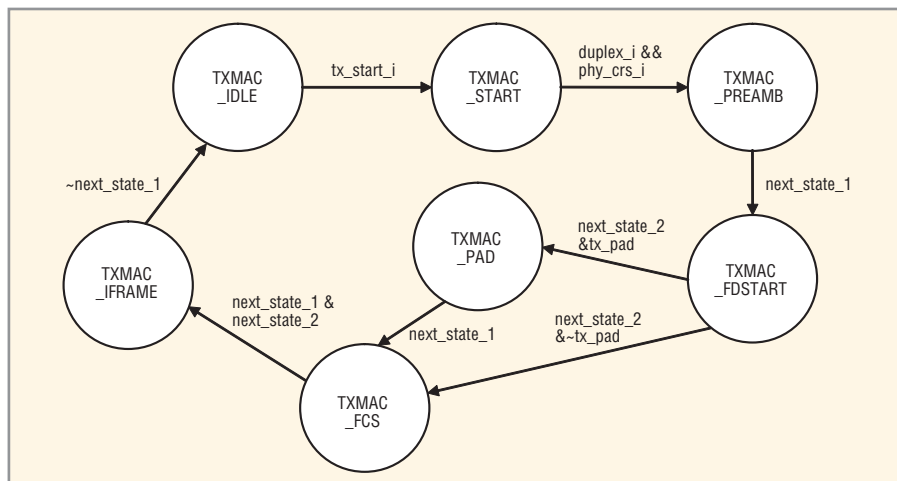


Рис. 5. Конечный автомат интерфейса передатчика с физическим уровнем

АМВ. Основой интерфейса Ethernet является стандарт IEEE 802.3. Последняя редакция стандарта вышла в 2008 г., и его подробное описание приведено в [4]. Согласно этому стандарту, данные передаются пакетами, структура которых изображена на рисунке 6. Преамбула, разделитель, дополнение и контрольная сумма – это служебные данные, генерируемые непосредственно модулем *tx_mac*. Всё остальное генерируется протоколами более высокого уровня и просто инкапсулируется в пакет Ethernet. В состоянии конечного автомата *TXMAC_PREAMB* передаётся преамбула, которая состоит из семи байтов со значением 8'h55, т.е. чередованием единиц и нулей. После преамбулы передаётся разделительный байт 8'hD5. Этот байт также представляет собой последовательность единиц и нулей, но заканчивается двумя единицами. Преамбула и SFD необходимы для синхронизации передатчика и приёмника.

После этого автомат переходит в состояние *TXMAC_FDSTART*. В этом состоянии происходит передача полезной информации, полученной от контроллера буфера, на скорости 1 Гб/с в полнодуплексном режиме. Особенностью этого режима является то, что данные передаются по 8 бит на частоте 125 МГц, причём частота для РНУ генерируется на канальном уровне. Заметим, что в режиме приёма частота 125 МГц для канального уровня генерируется в РНУ.

Полезные данные, как видно из рисунка 6, также структурированы. Первые шесть байт – это MAC-адрес при-

ёмника, следующие шесть байт – MAC-адрес передатчика. После этого два байта – длина/тип*. Далее идут данные протоколов более высокого уровня. Если длина пакета меньше 46 байт, он дополняется до этого минимального размера байтом 8'hFF.

С момента передачи первого байта значимых данных, т.е. адреса приёмника, включается модуль подсчёта контрольной суммы. Подробно алгоритм подсчёта контрольной суммы описан в стандарте IEEE 802.3-2008, а также в других источниках в Интернете. После окончания передачи значимых данных передаётся контрольная сумма в состоянии *TXMAC_FCS*, гарантирующая целостность данных.

После окончания передачи пакета необходимо выдержать минимальный промежуток времени до начала передачи следующего пакета. Это время равно времени передачи 96 бит данных и выдерживается в состоянии конечного автомата *TXMAC_IFRAME*. После этого автомат снова переходит в состояние ожидания *TXMAC_IDLE*.

Фрагмент симуляции работы передатчика изображён на рисунке 7. Контроллер буфера считывает данные из основной памяти в состоянии *tx_fsm_state = TX_FRAG_READ*. После окончания процесса чтения конечный автомат *tx_fsm* переходит в состояние *TX_FIFO_BLOCK* и активирует линию *tx_start_i*. При получении этого сигнала конечный автомат *txmac_fsm* выходит из режима ожидания и начинает передачу пакета данных. В момент передачи первого байта преамбулы активируется линия *tx_en_o*, которая

Преамбула	7 байт
Разделитель (SFD)	1 байт
Адрес приёмника	6 байт
Адрес передатчика	6 байт
Длина/тип	2 байта
Данные	46-1500 байт
Дополнение (Pad)	
Контрольная сумма	4 байта

Рис. 6. Структура пакета IEEE 802.3

включает передатчик в РНУ. В схеме есть две тактовые частоты – *clk_i* (30 МГц), основная частота контроллера буфера, и *tx_clk_i* (125 МГц), частота блока *tx_mac*.

ПРИЁМНАЯ ЧАСТЬ КОНТРОЛЛЕРА

Приёмная и передающая части контроллера во многом схожи. Приёмник, как это видно из рисунка 2, состоит из блока интерфейса с физическим уровнем, расположенным в файле *rx_mac.v*, и контроллера буфера приёмника (файлы *rx_bufmgr.v* и *rx_fsm.v*). К блоку *rx_mac.v* также относится модуль контроля чётности *crc_gen.v*. Алгоритм работы передающего и приёмного модулей контрольной суммы отличается только временем выборки сигнала. Модуль *crc_gen* обрабатывает данные на отрицательном фронте синхросигнала, а модуль *crc_gen_tx* – на положительном. Приёмник может принимать все пакеты или только те, у которых MAC-адрес приёмника совпадает с адресом контроллера. Этот параметр контролируется регистром *rfc_r*.

Преамбула и SFD принимаются, но не копируются в память FIFO. После начала приёма значимых данных начинается копирование 32-битных слов в память FIFO. Однако до получения контрольной суммы, которая передаётся последним словом пакета, неизвестно, достоверны данные или нет. По окончании приёма пакета полученная контрольная сумма проверяется на основе вычисленной. В случае их равенства пакет фиксируется как достоверный. В противном случае бит достоверности сбрасывается:

* В ранних редакциях стандарта IEEE 802.3 это поле определялось как длина, тогда как в стандарте Ethernet это поле всегда обозначало тип. В стандарте IEEE 802.3-2008 это поле называется длина/тип.

```

if (crc_value != crc_val_acq)
data_valid[psize_wr[4:0]] <=
1'b0;
else
data_valid[psize_wr[4:0]] <=
1'b1;
    
```

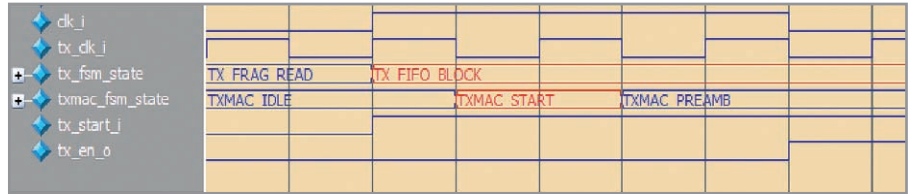


Рис. 7. Фрагмент симуляции работы передатчика

Приёмник, так же как и передатчик, содержит два конечных автомата – *rxmac_fsm* и *rx_fsm*. Рассмотрим более подробно работу автомата блока контроллера буфера приёмника, схема которого изображена на рисунке 8.

В начальный момент времени автомат находится в режиме ожидания *RX_IDLE*. Для его перехода в активное состояние требуется инициализация со стороны драйвера. Организация памяти приёмника такая же, как и у передатчика (см. рис. 3). Драйвер сначала инициализирует указатель дескриптора *rxdp*, тем самым сбрасывая бит *crdd* в нулевое значение. После этого драйвер устанавливает бит разрешения приёма в регистре *cr* и, по истечении времени таймера, конечный автомат переходит в состояние чтения одного дескриптора из основной памяти *RX_DESC_READ*. После окончания цик-

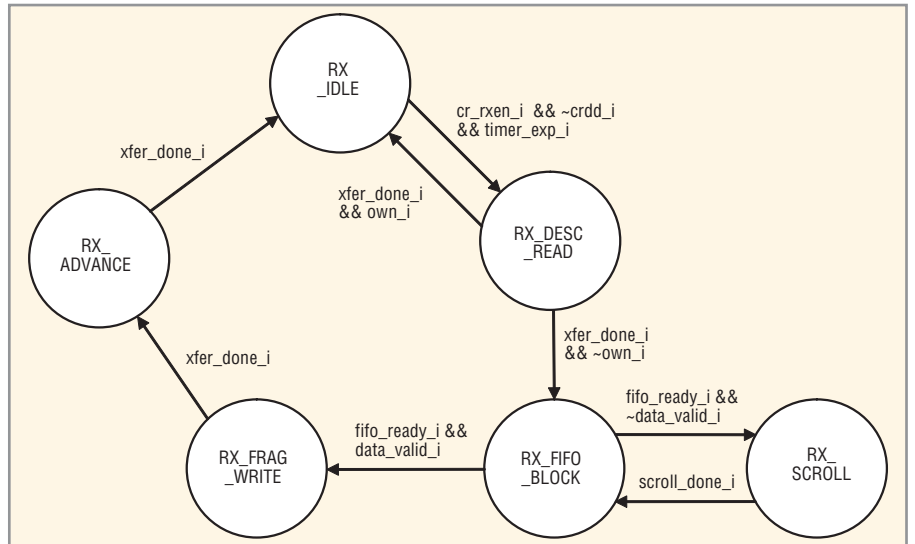


Рис. 8. Конечный автомат контроллера буфера приёмника

ла чтения – установки бита *xfer_done_i* в единичное состояние – проверяется бит *own_i* дескриптора. Поскольку для

приёмника производителем данных является сам контроллер, в соответствии с описанной выше логикой при-



СВЧ ПРИЁМОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА



Усилители для РЛС:

- Широкий частотный диапазон: от 135 МГц до 3,5 ГГц
- Высокий уровень мощности
- Высокая эффективность
- Использование GaN-технологии
- Соответствие стандарту RoHS

Усилители для систем связи и широкополосные усилители:

- Широкий частотный диапазон: от 800 МГц до 2,8 ГГц
- Высокий уровень мощности
- Высокая эффективность
- Использование GaN-технологии
- Соответствие стандарту RoHS

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР RFHIC В РОССИИ



Активный компонент вашего бизнеса

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

Реклама

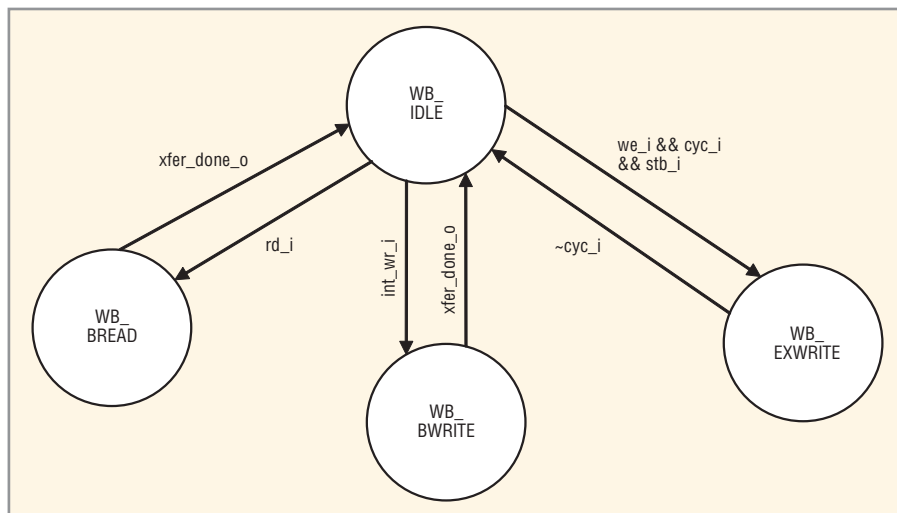


Рис. 9. Конечный автомат контроллера шины Wishbone

надлежащие дескрипторы, бит *own_i* у дескриптора, принадлежащего контроллеру, должен быть равен нулю. В противном случае автомат возвращается в режим ожидания и затем периодически, по истечении времени таймера, считывает дескриптор из внешней памяти.

В случае, если бит *own_i* равен нулю, автомат переходит в следующее состояние – *RX_FIFO_BLOCK*. В этом состоянии автомат ожидает окончания приёма пакета блоком интерфейса с физическим уровнем, который записывает данные в память FIFO. При совпадении вычисленной и полученной контрольных сумм автомат переходит в состояние *RX_FRAG_WRITE* и копирует данные из FIFO в адресное пространство внешней памяти, указанное в текущем дескрипторе. Если контрольные суммы не совпадают, блок данных не записывается во внешнюю память. Однако этот блок данных уже содержится в памяти FIFO, поэтому конечный автомат переходит в состояние *RX_SCROLL*, в котором происходит увеличение адреса чтения на размер принятого пакета.

Приёмник может хранить в памяти до 32 пакетов данных, прежде чем они будут скопированы во внешнюю память. Для этого в модуле *rx_mac* организован массив 16-битных слов, хранящий размер принятого пакета, и массив битов достоверности данных:

```
reg [15:0] packet_size [0:31];
reg data_valid [0:31];
```

Доступ к этому массиву осуществляется по принципу памяти FIFO, т.е. имеется адрес для чтения и для записи. При получении пакета инкрементиру-

ется адрес записи, а при копировании пакета во внешнюю память инкрементируется адрес чтения.

После успешного копирования пакета данных во внешнюю память конечный автомат переходит в состояние *RX_ADVANCE*. В этом состоянии происходит обновление текущего дескриптора – бита принадлежности *own_i*, бита успешности приёма пакета и поля размера принятого пакета, куда записывается фактический размер принятого пакета данных в байтах. В этом состоянии также проверяется поле дескриптора *link*. Если это поле равно нулю, автомат переходит в состояние *RX_IDLE* и ждёт дальнейшего обновления указателя дескриптора *rxdp* драйвером. Если же поле *link* не равно нулю, то это ненулевое значение копируется в регистр *rxdp*, сбрасывается бит *crdd_i* и автомат также переходит в состояние ожидания. Но в связи с тем, что указатель дескриптора уже был обновлён, сразу же происходит переход в состояние *RX_DESC_READ*, в котором копируется новый дескриптор. Таким образом, драйвер может инициализировать массив связанных дескрипторов и затем блоками считывать данные из внешнего буфера.

Как упоминалось выше, обмен данными с внешней памятью происходит через шину Wishbone. Рассмотрим более подробно работу контроллера этой шины.

КОНТРОЛЛЕР ШИНЫ WISHBONE

Модуль контроллера шины расположен в файле *wb_cntr.g.v*. Этот модуль имеет в своём составе конечный автомат, изображённый на рисунке 9. В состоянии *WB_IDLE* автомат находится в режиме ожидания; *WB_BREAD* – цикл

чтения данных, инициированный модулями *rx_bufmgr* или *tx_bufmgr*; *WB_BWRITE* – цикл записи данных, инициированный модулями *rx_bufmgr* или *tx_bufmgr*. Эти два состояния используются для чтения/записи дескрипторов и данных; *WB_EXWRITE* – запись данных в адресное пространство контроллера внешними устройствами. В этом состоянии внешний драйвер инициализирует управляющие регистры контроллера, которые находятся в адресном пространстве шины Wishbone. Обмен данными осуществляется 32-битными словами.

СИСТЕМА НА КРИСТАЛЛЕ

Поскольку сетевой контроллер обменивается данными с внешней памятью и требует инициализации, для тестирования его работы требуется ряд вспомогательных устройств. На рисунке 10 изображена блок-схема системы на кристалле с указанием верхних модулей всех устройств. Верхний модуль системы на кристалле находится в файле *sofc.v*.

Входной дифференциальный тактовый сигнал 200 МГц преобразуется в две частоты – 30 и 125 МГц. Частота 125 МГц используется в цепях передатчика в блоке интерфейса с физическим уровнем (*tx_mac*) и также является тактовым сигналом для PHY. Для передачи тактовой частоты на внешний вывод ПЛИС (clock forwarding) используется примитив *ODDR2*, шаблон которого имеется в среде PlanAhead. Приёмная цепь интерфейса физического уровня (*rx_mac*) тактируется внешней частотой 125 МГц, генерируемой PHY. Все остальные модули работают на частоте 30 МГц.

Контроллер памяти обеспечивает чтение/запись памяти через шину Wishbone и также имеет встроенную память, реализованную на внутренних блоках памяти ПЛИС. Этого объёма вполне достаточно для тестирования сетевого контроллера.

Задачей контроллера шины Wishbone является декодирование адреса и мультиплексирование шины соответствующим образом. Сетевой контроллер может обмениваться данными с памятью в режиме чтения и записи. Контроллер UART может считывать данные из памяти, а также записывать данные как в память, так и в регистры сетевого контроллера, в зависимости от адреса. При построении системы использовался UART, описанный в [5].

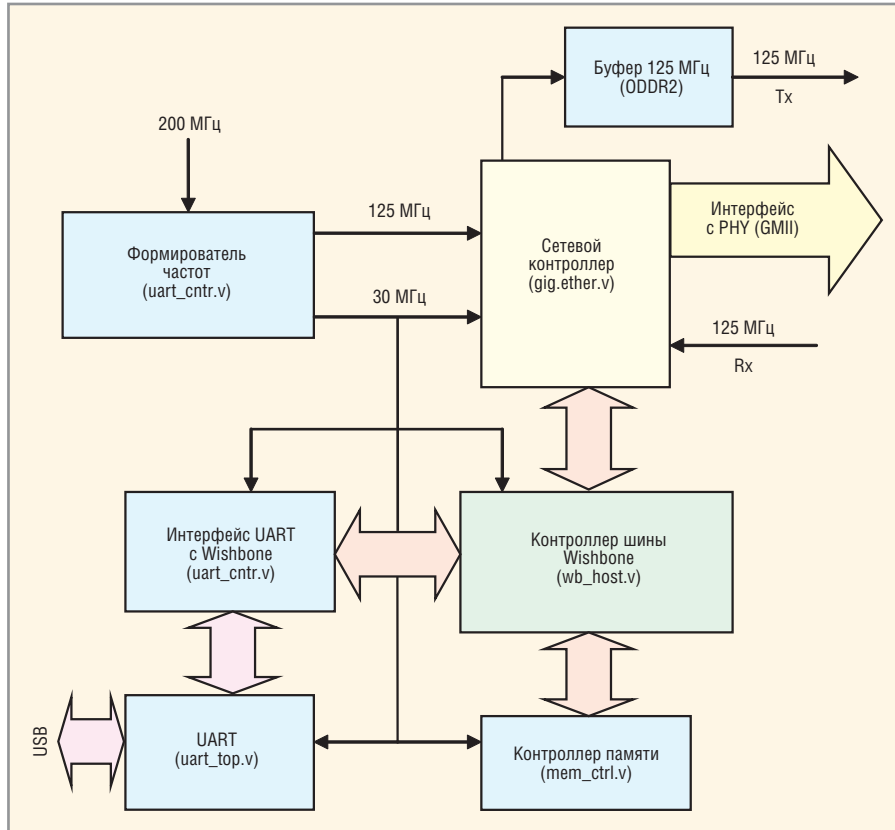


Рис. 10. Блок-схема системы на кристалле

Поэтому потребовался дополнительный модуль для обеспечения обмена данными UART через шину Wishbone. Контроллер UART декодирует несколько команд, формат которых описан в файле *uart_cntr.v*.

Для проверки работоспособности сетевого контроллера использовалась программа Wireshark и программа связи с UART, исходные коды которой содержатся в архиве *XilinxCOM.zip*, а также в приложении к статье [5]. Во время тестирования плата SP605 подключалась к компьютеру через интерфейс Gigabit Ethernet и два разъёма USB. Один разъём USB – это JTAG, второй разъём USB – мост USB-UART. Данные, передаваемые платой SP605, контролируются программой Wireshark, а данные, передаваемые компьютером, фиксируются программой XilinxCOM.

В начальный момент времени UART инициализирует указатели *rxudp* и *txudp* в модулях контроллера *rx_bufmgr* и *tx_bufmgr* соответственно. Затем в основной памяти инициализируются дескрипторы для буферов чтения и записи. После этого UART разрешает работу приёмника/передатчика путём записи соответствующего значения в регистр *cr*. Затем данные, переданные контроллером (т.е. блок данных, записанный контроллером UART в область памяти, заданную дескриптором пере-

датчика), фиксируются программой Wireshark. И, соответственно, данные, переданные компьютером, могут быть считаны через UART-область памяти, заданной дескриптором приёмника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модель сетевого контроллера, описанная в статье, предназначена для образовательных целей и позволяет изучить как основы построения подобных устройств, так и принципы работы канального и физического уровней модели OSI. Сетевой контроллер был синтезирован для ПЛИС Spartan 6 в составе отладочной платы SP605 и показал удовлетворительные результаты при тестировании.

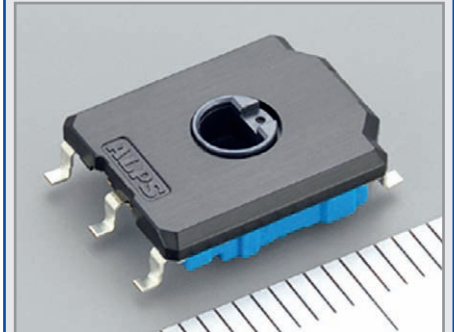
ЛИТЕРАТУРА

1. DP83865 Gig PHYTER V 10/100/1000 Ethernet Physical Layer.
2. DP83820 10/100/1000 Mb/s PCI Ethernet Network Interface Controller.
3. WISHBONE System-on-Chip (SoC) Interconnection Architecture for Portable IP Cores. www.opencores.org.
4. IEEE Std 802.3-2008. Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specification.
5. Гребенников А. HDL-реализация асинхронного приёмопередатчика. Современная электроника. 2011. № 4.

Новости мира

Компактный датчик угловых перемещений

Компания Alps Electric Europe выпускает RDC90, резистивный датчик угловых перемещений с полым валом. Размеры элемен-



та 11,0 × 13,7 × 3,2 мм. Он отличается большой долговечностью (до 100 миллионов циклов) и микролинейностью ±0,1%. Среди остальных технических параметров общее сопротивление 3,3 кОм ± 30%, абсолютная линейность ±2,2% (опорная точка 2,5 В) и эффективный электрический угол ±40°. Типичными областями применения являются джойстики для радиоуправления, измерение углов отклонения шарниров роботов, измерение углов и положений в коммерческих приложениях.

www.alps.com

Микросхема управления светодиодами

Компания International Rectifier выпускает микросхему импульсного источника питания IRS2548D. Чип, в котором объединены схема коррекции коэффициента мощности и полумостовой драйвер, имеет, по утверждению производителя, КПД более 88% при



нагрузке 40 В/1,3 А. Элемент имеет функцию широтно-импульсного снижения яркости менее чем до 2% световой отдачи и целый ряд функций защиты, в том числе PFC- и полумостовую защиту от перегрузок, а также защиту от электростатических разрядов. Кроме того IRS2548D содержит также перестраиваемый генератор, внутренний MOSFET, внутренний ограничительный стабилитрон 15,6 В на питание.

www.irf.com

Использование инструментария LPCXpresso для разработки приложений на базе 32-разрядных микроконтроллеров NXP с ядрами ARM Cortex-M0 и Cortex-M3

Часть 3

Павел Редькин (г. Ульяновск)

Статья посвящена программно-аппаратному обеспечению LPCXpresso, предназначенному для разработки и отладки приложений для 32-разрядных микроконтроллеров семейств LPC11xx/13xx/17xx производства NXP с ядрами ARM Cortex-M0, Cortex-M3.

НАСТРОЙКИ ПРОЕКТОВ В LPCXPRESSO IDE

Параметры и настройки формирования

Рассмотренные выше операции по формированию и отладке пользовательского приложения выполнялись с параметрами и настройками созданного проекта, заданными по умолчанию. Однако пакет LPCXpresso IDE предоставляет разработчику возможность задавать эти параметры для каждого проекта путём использования соответствующих диалоговых окон.

Для получения доступа к параметрам и настройкам проекта необходимо отметить курсором в окне обозрения проводника проектов *Project Explorer* позицию табуляции этого проекта и выбрать в главном меню *Project > Properties*, после чего по умол-

чанию откроется раздел *Resource* диалогового окна *Properties* (см. рис. 15), где настройки исследуемого проекта сгруппированы в окне *Properties* в виде иерархического дерева с тематическим расположением узлов. В разделе *Resource* содержатся сведения о типе исследуемого ресурса (в нашем случае проекта), его названии, пути к нему, дате последней модификации, типе кодировки его текстовых файлов и т.п.

При выборе курсором в иерархическом дереве узла *Builders* открывается одноимённый раздел диалогового окна *Properties*. В этом разделе разработчик может выбрать, какие инструменты формирования (*Builders*) будут заданы в исследуемом проекте и в каком порядке они будут запускаться на выполнение. Используя соответствующие

кнопки, можно задать для использования новые (не отображённые в окне) инструменты формирования, а также импортировать их извне. Можно также сконфигурировать порядок и условия запуска на выполнение каждого инструмента формирования, предварительно отметив его строку табуляции курсором и щёлкнув на кнопке *Edit...*, после чего откроется окно *Configure Builder*.

При выборе узла *C/C++ Build* открывается одноимённый раздел диалогового окна *Properties*. В этом разделе разработчик может задать детали и особенности выполнения используемого для проекта инструмента формирования. В поле *Configuration*: окна этого и некоторых других разделов можно выбрать, добавить, удалить или переименовать конфигурацию компоновки проекта, для которой производится задание параметров. Активная на данный момент конфигурация компоновки отмечена в поле *Configuration* словом *[Active]*. Чтобы сделать активной другую конфигурацию, необходимо щёлкнуть на кнопке *Manage Configurations...*, после чего откроется одноимённое диалоговое окно с перечнем всех доступных конфигураций компоновки. В этом окне следует отметить позицию табуляции требуемой конфигурации курсором и воспользоваться кнопками *Set Active* и *OK*.

В поле *Makefile generation* включённая по умолчанию настройка *Generate Makefiles automatically* обеспечивает автоматическую генерацию make-файла проекта. Разделы *Build Variables*, *Discovery options*, *Environment* окна *Properties* предназначены для организации управления переменными формирования и процессом формирования (компиляции) для проектов в рабочей области. В разделе *MCU settings* можно задать (изменить) выбор МК для проекта.

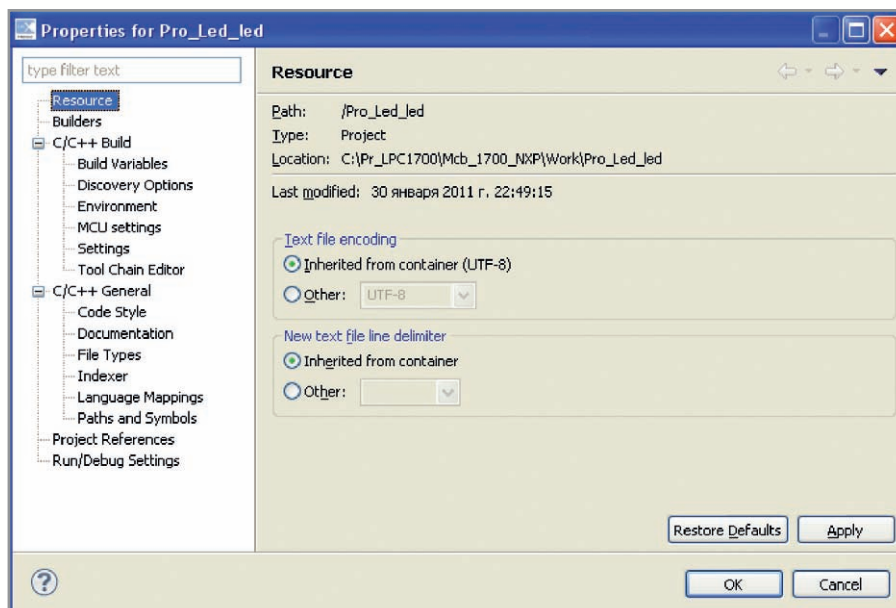


Рис. 15. Раздел *Resource* диалогового окна *Properties*

ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО РАЗВИТИЯ

29 ноября - 1 декабря 2011

Москва, Крокус-Экспо

8-я Международная выставка и конференция

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

**POWER
ELECTRONICS** 

Датчики и сенсоры • Интеллектуальный контроль двигателей • Источники питания • Магниты и материалы сердечников • Пассивные компоненты • Полупроводниковые компоненты • Преобразователи напряжения • Распределительные устройства • Сервомоторы и актюаторы • Тестирование и измерение • Технологии энергоэффективности и энергосбережения • Узлы и сборки • Управление тепловыделением • Электроэнергетика

Организаторы:



Тел.: +7 (812) 380 6003/ 07
Факс: +7 (812) 380 6001/ 00
E-mail: power@primexpo.ru

www.powerelectronics.ru

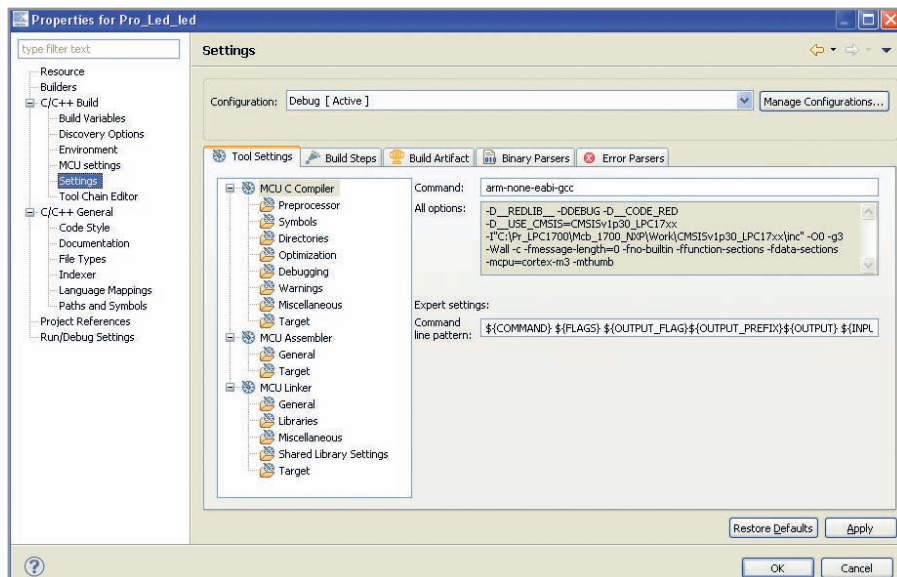


Рис. 16. Страница *Tool Settings* раздела *Settings* диалогового окна *Properties*

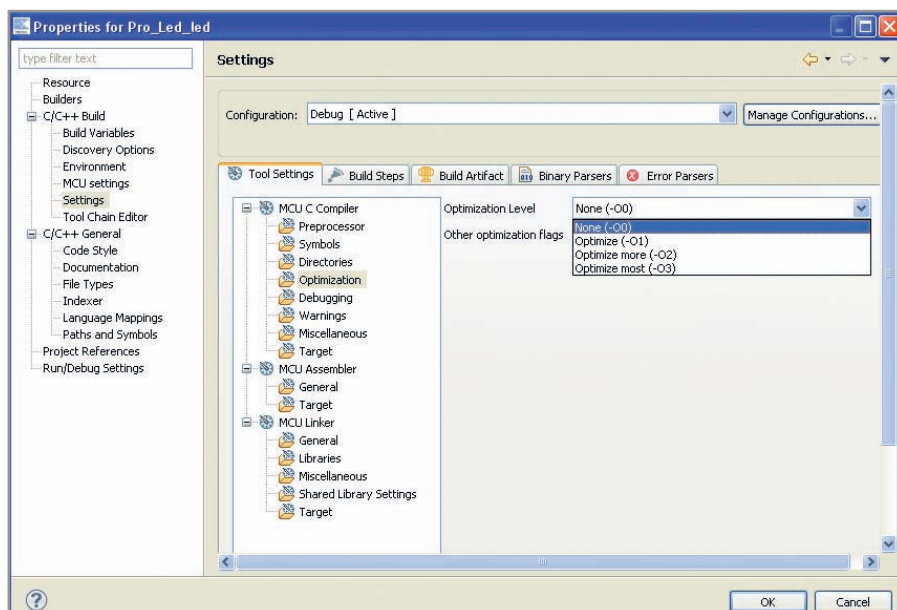


Рис. 17. Задание уровня оптимизации кода на C при компиляции *Optimization Level*

На открытой по умолчанию странице *Tool Settings* раздела *Settings* можно произвести настройку программного инструментария, используемого при работе с проектом: компилятора C, ассемблера и компоновщика (см. рис. 16). Настройки компилятора C (*MCU C Compiler*) включают узлы параметров, относящихся к работе пред-

процессора (*Preprocessor*), заданию относящихся к нему директив и символов (*Symbols*), указанию пути к местоположению каталога подключаемых файлов проекта в рабочей области (*Directories*), заданию уровня оптимизации кода на языке C при компиляции (*Optimization*), уровня (глубины) отладки (*Debugging*), перечня и характе-

ра генерируемых в ходе компиляции сообщений (*Warnings*), управляющих флагов для компилятора (*Miscellaneous*), а также заданию используемой проектом архитектуры МК целевой системы (*Target*).

Текущие заданные настройки компилятора C перечислены в поле *All options*: (см. рис. 16). По мнению автора, особый интерес для разработчика представляет параметр, задающий уровень оптимизации кода на языке C при компиляции (*Optimization Level*), значение которого можно выбрать из нескольких возможных вариантов, как показано на рисунке 17.

Напомним, что оптимизация кода при компиляции используется для минимизации его результирующего размера с целью экономии флэш-памяти МК. По утверждению производителя, более высокие уровни оптимизации в общем случае будут приводить к ускорению выполнения кода приложения, но также к увеличению размера этого кода [2]. Для отладки приложения производитель рекомендует задавать минимальный уровень оптимизации (-O0), а для выгрузки (при окончательной записи кода в МК) – более высокие уровни оптимизации. Влияние заданного уровня оптимизации на результирующий размер его кода можно оценить с помощью полученных автором экспериментальных данных, представленных в таблице. Приведённые в таблице значения взяты из информации, отображаемой по завершении формирования проекта в окне обозрения *Console*.

Доступ к настройкам ассемблера можно получить, выбрав соответствующий узел в дереве *MCU Assembler*. Текущие настройки ассемблера будут перечислены в поле *All options* открывшегося окна; они включают параметры общего назначения, относящиеся к заданию управляющих флагов и путей к местоположению подключаемых файлов (*General*), а также к заданию используемой архитектуры МК целевой системы (*Target*). В параметрах узла *General* можно задать такой параметр, как уровень отладки (*Debug level*), очевидно, представляющий собой степень детализации показа ассемблерных инструкций при пошаговой передаче управления в программе в ходе её отладки/выполнения.

Доступ к настройкам компоновщика можно получить, выбрав соответствующий узел в дереве *MCU Linker*.

Связь между уровнем оптимизации компилятора C с результирующим размером кода для проекта Pro_Led_led

Уровень оптимизации (Optimization Level)	Размер кода из файла Pro_Led_led.axf*		
	text	dec	hex
None (-O0)	2668	3192	c78
Optimize (-O1)	2516	3040	be0
Optimize more (-O2)	2404	2928	b70
Optimize most (-O3)	2372	2896	b50

*Реальный размер файла *Pro_Led_led.axf* значительно превышает приведённые в таблице значения, однако этот файл является входным для отладчика, но не является кодом «прошивки» флэш-памяти МК

Текущие настройки компоновщика будут перечислены в поле *All options* открывшегося окна; они включают узлы параметров общего назначения (*General*), задание библиотек (*Libraries*), управляющих флагов для компоновщика (*Miscellaneous*), настроек общедоступных библиотек (*Shared Library Settings*), а также используемой архитектуры МК целевой системы (*Target*).

В разделе *Settings*, помимо страницы *Tool Settings*, представлены страницы *Build Steps*, *Build Artifact*, *Binary Parsers* и *Error Parsers*. На странице *Build Artifact* можно задать тип, название и расширение файла, являющегося результатом формирования, страницы *Binary Parsers* и *Error Parsers* содержат

настройки, позволяющие задавать инструментальные анализаторы кода и ошибок, используемые при формировании.

В разделе *Tool Chain Editor* диалогового окна настроек проекта *Properties* можно выбрать набора программный инструментарий (поле *Current tool-chain:*), а также указать инструмент формирования из состава выбранного набора (поле *Current builder*). Если в разделе *Tool Chain Editor* щёлкнуть на кнопке *Select Tools...*, то откроется одноимённое диалоговое окно, в котором можно выбрать для каждой используемой категории инструментальных средств формирования *Used tools* (компилятор C++, компилятор C, ассемблер, компоновщик, компоновщик

C++) соответствующий вариант из списка доступных инструментальных средств *Available tools*, как показано на рисунке 18.

Настройки и параметры узла C/C++ General диалогового окна *Properties* определяют, какой инструментарий отображения должен использоваться, чтобы определять вид и возможности редактора LPCXpresso IDE. К последним относятся генерация комментариев, подсветка синтаксиса и т.д.

В разделе *Code Style* узла C/C++ General можно задать параметры, относящиеся к стилю, особенностям представления, отступам и т.д. различных программных конструкций исходного текста на языке C. Текущие параметры исходного текста в виде примеров



**Ваши потребности —
в соцветии наших возможностей**

Фаворит-ЭК. Нам 5 лет!

**Комплексные поставки электронных компонентов
СПЕЦИАЛЬНОГО, ДВОЙНОГО И ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Закрытое Акционерное Общество «Фаворит – Электронная Компания»
Web: www.favorit-ec.ru ■ тел./факс: +7(495)627-76-24

**ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ
Фаворит-ЭК
a FEK company**

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Республике Беларусь, г. Минск
Тел.: +375 (17) 207-01-85
info@favorit-ec.ru

Представительство ЗАО «Фаворит-ЭК»
в Санкт-Петербурге ООО «Невская Электронная Компания»
Тел.: +7 (812) 449-52-40
www.spbnek.ru • nek@spbnek.ru

Представительство ЗАО «Фаворит – ЭК»
в Нижнем Новгороде
Тел.: +7 (910) 886-80-60
alexandra@favorit-ec.ru

Реклама

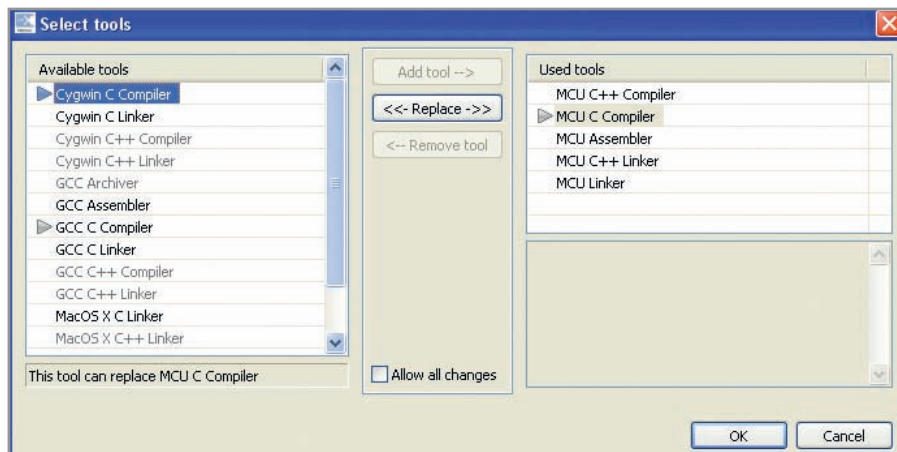


Рис. 18. Диалоговое окно выбора инструментальных средств *Select Tools*

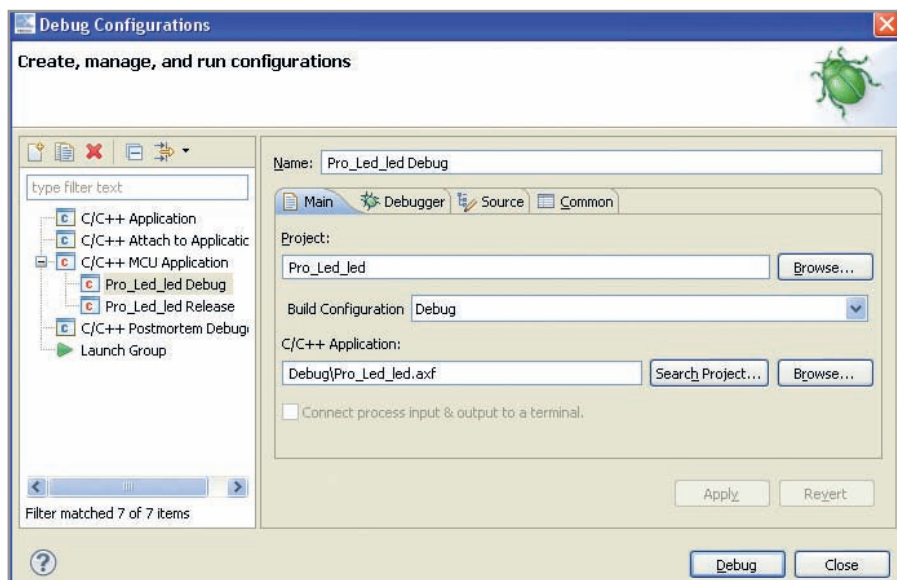


Рис. 19. Диалоговое окно конфигурации отладки *Debug configurations*

фрагментов программных конструкций можно наблюдать в поле *Preview*.

Раздел *Paths and Symbols* узла C/C++ General содержит несколько страниц. По умолчанию открыта страница *Includes*, с которой можно задать (изменить) пути к подключаемым файлам проекта. На странице *Symbols* можно задать (изменить) список символов препроцессора. На странице *Library paths* можно задать (изменить) пути к используемым в проекте библиотекам. На странице *Source location* можно задать (изменить) путь к исходным файлам проекта.

На странице *References* можно корректировать принадлежность опорной информации исследуемого проекта к различным конфигурациям компоновки этого проекта. Здесь отображаются все проекты, которые доступны для использования в качестве опорной информации. Напомним, что в качестве опорной информации для нашего проекта был задан библиотечный проект CMSISv1p30_LPC17xx. Помимо это-

го, на странице *References* отображаются все конфигурации исследуемого проекта; активная конфигурация отмечена словом [Active]. Чтобы задать принадлежность опорного проекта требуемой конфигурации компоновки исследуемого проекта, следует пометить его позицию табуляции галочкой в квадрате слева (может быть помечена только одна конфигурация).

В узле *Project References* может быть задана (отменена) принадлежность доступных опорных проектов исследуемому проекту в целом (ко всем его конфигурациям компоновки). В узле *Refactoring History* можно наблюдать в виде иерархического дерева хронологический отчет о действиях пользователя, касающихся всех модификаций исследуемого проекта.

Параметры и настройки конфигурации выполнения/отладки

Доступ к параметрам и настройкам конфигурации выполнения/от-

ладки загруженного в приложения возможен через меню *Run* перспективы *Debug* (*Run > Run Configurations...* или *Run > Debug Configurations...*). Кроме того, можно выбрать в окне обозрения «быстрого» запуска *Quickstart Panel > Debug and Run > > Open debug configurations*. После этого откроется одноимённое диалоговое окно конфигурации отладки (см. рис. 19).

На открытой по умолчанию странице *Main* окна конфигурации отладки *Debug Configurations* можно выбрать для задания параметров отладки любую из двух конфигураций компоновки приложения (*Debug* и *Release*) путём выбора её строки табуляции из выпадающего меню. Указанный выбор можно также произвести, отметив курсором позицию табуляции требуемой конфигурации компоновки в иерархическом дереве в левой части окна. На этой же странице можно задавать (идентифицировать) название выполняемого/отлаживаемого проекта, а также название используемого для отладки файла кода приложения.

На странице *Debugger* окна конфигурации отладки можно задавать параметры и настройки используемого отладчика. Включение настройки *Stop on startup at: main* позволяет после сброса целевого МК начать выполнение/отладку приложения с вызова основной функции *main* его управляющей программы. На странице *Source* окна конфигурации отладки можно задавать используемые для отладки исходные файлы и пути к ним. На странице *Common* окна конфигурации отладки можно задавать настройки общего назначения, связанные с отображением и сохранением ресурсов приложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Development Tools for ARM-based microcontrollers – Select from the best in support. August 2010. <http://ics.nxp.com/literature/other/microcontrollers/pdf/arm.mcu.tools.pdf>.
2. LPCXpresso. Getting started with NXP LPCXpresso. User guide. Rev. 7. 15 September 2010.
3. Редькин П.П. 32-битные микроконтроллеры NXP с ядром Cortex-M3 семейства LPC17xx. Полное руководство. Додэка-XXI, 2011.
4. <http://www.keil.com/mcb1700/mcb1760.asp>.



Новости мира News of the World Новости мира

Поставки крупных ЖК-панелей выросли во II кв.

Поставки жидкокристаллических панелей крупного размера увеличились до 180,8 млн. во втором квартале 2011 г., что на 11% больше по сравнению с первым кварталом и на 6% больше по сравнению с прошлогодними показателями. При этом доходы производителей составили \$19,3 млрд., что на 11% лучше по сравнению с первым кварталом, но на 16% хуже по сравнению с прошлым годом, — отмечает аналитическое агентство DisplaySearch.



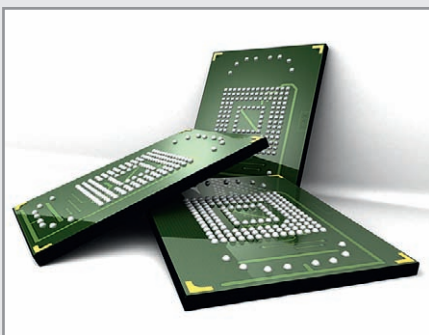
Согласно экспертам, отрасль ЖК-панелей более года страдала от перепроизводства. И первый квартал 2011 г. стал точкой минимума. Во втором квартале цены немного стабилизировались, а поставки и доходы увеличились. Тем не менее, аналитики считают, что это лишь кратковременное улучшение ситуации, и застойное состояние мировой экономики не позволит отрасли существенно подняться.

Большинство производителей ЖК-телевизоров снизили прогнозы касательно спроса на свою продукцию. Это позволит им сократить затраты и удерживать складские запасы на низком уровне.

<http://www.digitimes.com/>

В августе цены на NAND снижаются медленнее

Согласно данным DRAMeXchange, контрактные цены на NAND-память в первой половине августа снижались менее резко по сравнению с июлем. Так, MLC-микросхемы массового сегмента подешевели всего на 1...2%.



Отраслевые источники связывают улучшение ситуации на рынке с активизацией компании Apple. Разработчик легендарных iPad и iPhone с начала августа начал размещать объёмные заказы на флэш-память.

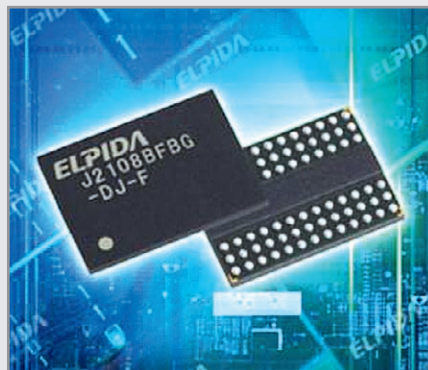
Кроме того, отмечается увеличение спроса на карты памяти для телефонов. Тем не менее, аналитики не берутся прогнозировать, сможет ли увеличение спроса успеть за ростом темпов производства. Если нет, то тенденция к снижению цен в отрасли может сохраниться. Ключевые игроки рынка, такие как Samsung Electronics, Toshiba и Micron, продолжают расширять объёмы производства NAND-памяти во втором полугодии.

По состоянию на начало августа контрактные цены на 32-Гбит MLC NAND-чипы упали на 0,5...1,5%. TLC-чипы такой же ёмкости подешевели на 7%. Средние цены на 16- и 64-Гбит MLC-микросхемы упали на 2 и 1% соответственно.

<http://www.digitimes.com/>

Elpida выпустила 25-нм DDR3-чипы

Японская компания Elpida Memory с гордостью заявила о запуске производства DRAM-чипов, выполненных по проектным нормам 25 нм. Также она утверждает, что её новые 2-Гбит микросхемы DDR3-памяти, которые функционируют с эффективной частотой 1866 МГц, являются самыми компактными в отрасли.



По сравнению с 30-нм решениями, 25-нм чипы отличаются на 15% меньшим током нагрузки в рабочем режиме, а экономия в режиме ожидания достигает 20%. Новые чипы Elpida нацелены на использование в настольных ПК и серверных приложениях, но производитель обещает также выпустить 25-нм решения для мобильных устройств.

Кроме того, Elpida планирует запустить производство 25-нм чипов ёмкостью 4 Гбит. Это может случиться уже в текущем году.

<http://www.elpida.com/>

Количество устройств с поддержкой 802.11n возрастёт на 465% к 2015 г.

Компания In-Stat провела исследование, согласно которому число устройств с поддержкой Wi-Fi 802.11n возрастёт к 2015 г. на 465%. За последний год во всём мире число приобретённых электронных устройств с поддержкой данного протокола составило 53 млн., а в следующем году аналитики прогнозируют рост их числа до 82 млн. К 2015 г. количество подобных решений, приобретаемых по всему миру, достигнет 300 млн. единиц в год.



Более ранние версии протокола Wi-Fi, такие как 802.11a/b/g, используют для связи частоту 2,4 ГГц. В отличие от них, Wi-Fi 802.11n работает на частоте 5 ГГц. Данный протокол позволяет устройствам передавать информацию на более высокой скорости и больших расстояниях. Теоретическая граница скорости передачи данных для 802.11n составляет 600 Мбит/с. Для сравнения, 802.11g позволяет устройствам обмениваться данными на скорости до 54 Мбит/с.

Важность протокола Wi-Fi для современной мобильной электроники сложно переоценить. Так, аналитики из In-Stat прогнозируют, что к 2013 г. 85% всех производимых e-ридеров будут поддерживать этот стандарт беспроводной связи. Кроме того, за 2013 г. по всему миру будет продано около 750 млн. смартфонов с поддержкой Wi-Fi различных версий.

Несмотря на то что на сегодняшний день именно 802.11n является последней версией протокола, различные производители под эгидой Wi-Fi Alliance готовятся в скором времени внедрить его замену. Она получит название 802.11ac, будет также работать на частоте 5 ГГц и позволит передавать данные на скорости до 1 Гбит/с. Новые спецификации стандарта будут внедрены в 2012 или 2013 г.

<http://www.cnet.com/>

СЕМИНАР «ПОСЛЕДНИЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЭМС»

Русская ассоциация разработчиков, производителей и потребителей микроэлектромеханических систем приглашает всех желающих принять участие в программе «Дни высоких технологий Германии в России», которая пройдет с 4 по 5 октября 2011 г. в Санкт-Петербурге под эгидой Программы развития экономических связей между городами-побратимами Санкт-Петербург и Дрезден. В рамках мероприятия состоится технологический семинар «Последние тенденции и направления развития МЭМС», на котором будут рассмотрены теоретические и технологические аспекты производства и проектирования микроэлектромеханических систем. Также будет организован Круглый стол, посвященный практическим вопросам, наиболее актуальным для развития индустрии МЭМС в России.

На технологическом семинаре «Последние тенденции и направления развития МЭМС» будут рассмотрены следующие темы:

- обзор последних тенденций развития МЭМС;

- технологии изготовления МЭМС, глубокое травление, корпусирование МЭМС;
- проектирование микросистем;
- методы испытаний микросистем;
- методы измерения МЭМС.

Благодаря своей разноплановости, семинар будет интересен для широкой аудитории: директоров предприятий и организаций, задействованных в сфере разработки, производства и применения микроэлектромеханических систем, технических специалистов, исследователей, а также для преподавателей вузов и молодых специалистов. Партнёры из Германии, обладающие колоссальным опытом разработки и производства МЭМС-устройств, поделятся не только уникальными знаниями, но и практическими бизнес-решениями.

Во второй день планируется провести Круглый стол, посвященный вопросам развития российско-германской кооперации в высокотехнологичной микроэлектронной отрасли. В его работе примут участие представители «Русской ассоциации МЭМС», эксперты немецкой научной сети Fraunhofer Gesellschaft,

управляющие немецких предприятий – производителей МЭМС, руководители ведущих российских предприятий, работающих в микроэлектронной отрасли, представители администраций Дрездена и Санкт-Петербурга.

Темы Круглого стола:

- перспективы рынка изделий МЭМС;
- Россия как часть цепочки поставок: специфические проблемы;
- высокоточные многоосевые МЭМС-акселерометры и системы на их основе;
- 3D-интеграция;
- электроника для изделий МЭМС;
- тонкопленочные технологии для микросенсоров;
- корпусирование интеллектуальных систем;
- технологии для высокоточных элементов МЭМС и др.

По вопросам участия в программе «Дней высоких технологий Германии в России» вы можете обращаться к исполнительному секретарю Русской ассоциации МЭМС Олесе Поляковой.

Тел.: +7 (4712) 73-11-13

Факс: +7 (4712) 56-35-50

E-mail: polyakova@mems-russia.ru

В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ»



РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

- Электронные компоненты
- Комплектующие
- Печатные платы
- Материалы
- Конструктивы
- Технологии
- Промышленное оборудование и инструменты
- Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование
- Светотехника

23 - 25 ноября 2011

Санкт-Петербург, СКК



Организатор выставки:
+7 (812) 777-04-07, radel2@orticon.com, www.farexpo.ru/radel
Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»

Соорганизатор выставки:
Техно&Ком

VI российская специализированная выставка средств и технологий визуализации

DISPLAY

28.09 - 01.10

2011

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



В рамках форума "Российский Промышленник"
и совместно с IV Международным инновационным форумом

29

29 сентября - День Дисплейных
Технологий в Петербурге

Уникальный цикл публичных лекций для
специалистов и студентов технических ВУЗов

ТЕМАТИКА ЭКСПОЗИЦИИ

- Дисплеи, экраны, индикаторы
- Табло, бегущие строки
- Интерактивные дисплейные технологии
- Проекционное оборудование и системы
- 3D-технологии визуализации
- Промышленные и бортовые дисплеи
- Инновационные разработки
- Компоненты и материалы
- Услуги по созданию комплексных информационных систем
- Технологии производства и обслуживания средств отображения

Новая экспозиция: **Современная светотехника**
для промышленности, транспорта, городской инфраструктуры



<http://www.display-expo.ru>

ПРЕДЛАГАЕМ ВАМ ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ НА ЖУРНАЛ «СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА» НА 2012 Г.

ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕСПЛАТНОЙ ПОДПИСКИ на 2012 г. заполните анкету, расположенную ниже, и отправьте её по факсу (495) 232-1653 или по адресу 119313, Москва, а/я 26. Вы также можете заполнить анкету на сайте журнала «Современная электроника»: www.soel.ru.

Обращаем ваше внимание, что редакция оформляет бесплатную подписку только для квалифицированных специалистов, аккуратно и полностью заполнивших анкету.

Поля, отмеченные *, обязательны для заполнения.

Идентификационный номер подписчика:

	/	
--	---	--

ДЛЯ ГАРАНТИРОВАННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ЖУРНАЛА вы можете оформить платную подписку на журнал в любом почтовом отделении по каталогу «Роспечать» (подписные индексы: на полугодие – 46459, на год – 36280) или через другие подписные агентства (см. полную информацию на сайте журнала <http://www.soel.ru/subscribe/podpiska.aspx>).

Укажите номер из двух чисел, напечатанный на адресной наклейке конверта, в котором вы получаете журнал, – это ускорит обработку анкеты.

Фамилия: * _____

Имя: * _____

Отчество: _____

Предприятие: * _____

Должность: * _____

Отдел: _____

Телефон: * _____

Пример: +7 495 1234567

Факс: * _____

E-mail: * _____

Веб-сайт: _____

Адрес предприятия

Почтовый индекс: * _____

Город, район, область: * _____

Адрес: * _____

Почтовый адрес для доставки журнала

(заполняется, если отличается от адреса предприятия)

Почтовый индекс: _____

Город, район, область: _____

Адрес для доставки журнала: _____

Тип вашей должности:

- Руководитель/менеджер высшего звена
- Руководитель отдела, группы, участка, ...
- Менеджер по закупкам/снабжению
- Технический руководитель проекта

- Инженер-разработчик
- Инженер по технической поддержке/обслуживанию
- Преподаватель, научный сотрудник, аспирант
- Другой _____

Область деятельности вашей организации*:

- Телекоммуникации, связь
- Автомобильная промышленность
- Авиация, космонавтика, ВПК
- Бытовая электроника
- Системы безопасности
- Торговое оборудование
- Энергетика
- Вычислительная техника

- Приборостроение
- Медицина
- Системы отображения информации
- Промышленная автоматизация
- Силовая электроника
- Транспорт
- Автоматизация зданий, умный дом
- Светотехника
- Другое _____

Вид деятельности вашей организации*:

- Системная интеграция
- Производство мелкосерийное
- Производство крупносерийное
- Торговля оптовая

- Торговля розничная
- Научные исследования
- Опытно-конструкторские разработки
- Образование
- Другое _____

Вы рекомендуете, принимаете решение о применении или закупаете следующие компоненты:

- Цифровые микросхемы и микропроцессоры
- Аналого-цифровые компоненты
- Пассивные и дискретные компоненты
- Аналоговые компоненты
- Силовые компоненты
- СВЧ-компоненты

- Электромеханические компоненты
- Изделия полупроводниковой светотехники
- Оптоэлектронные компоненты
- Устройства отображения информации
- Компоненты для телекоммуникаций и связи
- Другое _____

Количество сотрудников в вашей организации:

- До 10 чел.
- 10 – 50 чел.
- 50 – 100 чел.
- Более 100 чел.
- Более 1000 чел.



Скоростной топологический трассировщик

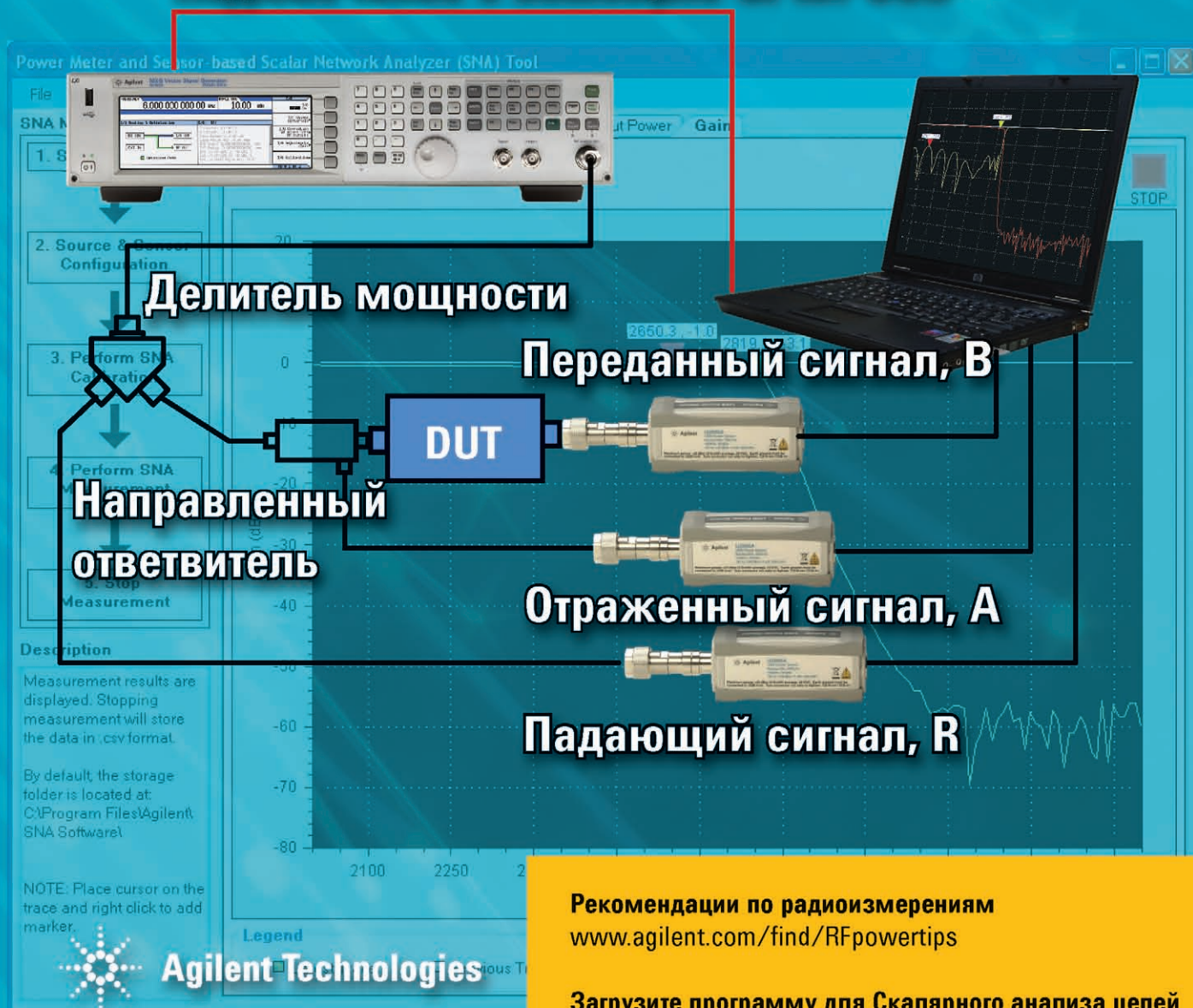
Топологический трассировщик печатных плат ТороR

- Высокая скорость и великолепное качество трассировки
- Превосходный набор инструментов, который многократно сокращает сроки разработки электронных устройств
- Гладкие, без изломов, проводники
- Уникальные алгоритмы и нетрадиционные подходы к решению сложных задач
- Автоматическое выравнивание задержек в сигналах

Новое решение Agilent для скалярного анализа цепей на базе USB-измерителей мощности U2000

- Частотный диапазон до 24 ГГц
- Гибкость конфигурации
- Низкая стоимость по сравнению с классическим анализатором цепей

Подключение с помощью GPIB/USB



Рекомендации по радиоизмерениям
www.agilent.com/find/RFpowertips

Загрузите программу для Скалярного анализа цепей
www.agilent.com/find/SNAsoftware_download

Тел. +7 (495) 7973960

 **Agilent Technologies**