Современная электроника

6
2011

www.soel.ru



В номере:

Новый материал
для антенных обтекателей

Испытательные комплексы
для проверки бортовых авиационных
приборов

Оптимизация мощности потерь
в ключевых элементах

Шина I²C с использованием
цифровых изоляторов

Инструментарий JTAG
для процессоров Intel

и многое другое

© СТА-ПРЕСС

CREE®

www.cree.com



Светодиод CXA2011

Много света из одного источника: до 3000 лм при 48 Вт



- Максимальный рабочий ток 1000 мА
- Прямое напряжение до 48 В
- Световой поток:
  - до 1040 лм при 11 Вт
  - до 3000 лм при 48 Вт (5000 K, T_j=85°C)
- Фиксированные значения цветовой температуры:
  - 2700, 3000, 3500, 4000, 5000 K (технология EasyWhite; биннинг по стандарту ANSI)
- Тепловое сопротивление 0,4°C/Вт
- Винтовое крепление

Реклама

Москва
Тел.: (495) 995-0901 доб. 2393
Факс: (495) 995-0902
E-mail: svet.msk@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404 доб. 4339
Факс: (812) 327-9403
E-mail: svet.spb@compel.ru

Киев
Тел.: +38 (044) 586 5601
Факс: +38 (044) 586 5603
E-mail: svet@compel.ua

Компэл
www.compel.ru

© СТА-ПРЕСС

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

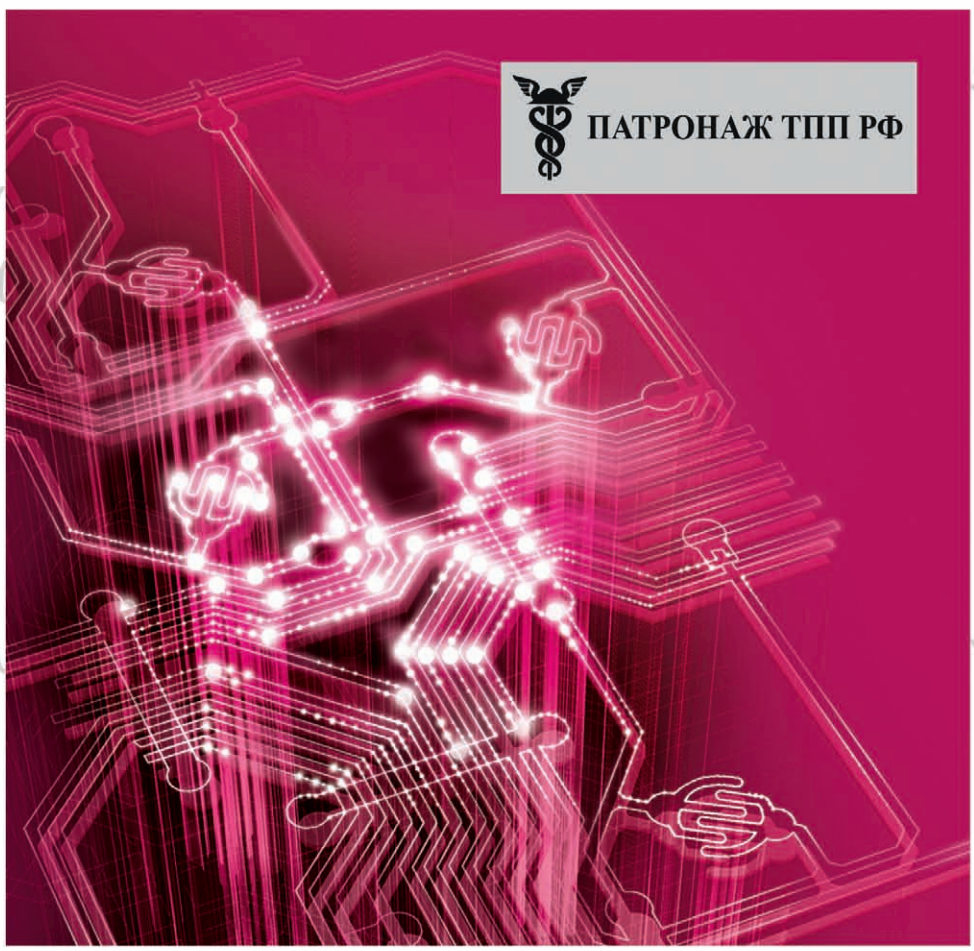
«РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ»

Radel

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



Организатор:

Санкт-Петербург, пр. Ю. Гагарина, 8
метро «Парк Победы»
тел.: +7(812) 777-04-07
radel2@orticon.com, www.farexpo.ru/radel

Соорганизатор:

Техно&Ком

Реклама

23-25 НОЯБРЯ 2011

Санкт-Петербург, СКК

© СТА-ПРЕСС

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

№ 6, 2011
Издаётся с 2004 года

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

6/2011 Contents

MARKET

News from the Russian Market 4

MODERN TECHNOLOGIES

The Use of Raflon, Structurally Modified Ftoroplast, in Fabrication of Ultra-Wideband Antenna Domes 10
Lyubov' Ivanova, Azamat Bednokov, Betal Beshtoev, Sergeq Khatipov

Laser Microprocessing: An Effective and Reliable Technique for the Industry 14
Anna Kudryavtseva

ELEMENTS AND COMPONENTS

Any Cable Inevitably Ends in a Connector 18
Vladimir Shevchenko

DEVICES AND SYSTEMS

Fiber-Optic System to Measure the Fuel Level 20
Andrei Arkhipov, Dmitrii Serebryakov, Tat'yana Murashkina, Aleksandr Badeev, Anton Shchevelev

Stands to Test Airborne Equipment for Compliance to KT-160 Qualification Requirements 22
Aleksandr Podol'ko

CompactPCI Serial Bus: A Serial, Rather Than Parallel, Architecture 26
Waldemar Ruf

PRACTICAL ELECTRONICS

Microcontrollers and radio 28
Oleg Val'pa

Designing an Isolated I²C Bus Interface by Using Digital Isolators 36
Thomas Kugelstadt

DESIGN AND SIMULATION

Hall-Effect Linear Displacement Sensors 40
Pavel Moiseev, Igor' Buslov, Valerii Bautkin, Aleksandr Drapezo, Vyacheslav Yarmolovich

Power Loss Optimization in Switches of a Three-Phase Voltage Inverter 44
Igor' Voronin

PROGRAMMING

STM32 Discovery: A Start Set for a Developer of the ARM Cortex M3 with an Embedded Programmer 46
Andrei Kurnits

Use of the LPCXpresso Tool for Development of Applications Based on NXP 32-Bit Microcontrollers with ARM Cortex-M0 and Cortex-M3 Cores (Part 2) 54
Pavel Red'kin

Streamlining Embedded Development Cycles with JTAG Tools for Intel Processors 64
Joachim Hampp

RELIABILITY AND QUALITY

Improvement of the Power Supply Quality under the Influence of Environmental Factors, Impulse Noise and Overvoltage 74
Aleksandr Goncharov, Vladimir Savenkov

EVENTS

Session of the International Expert Standard Commission 78
Electronic Environment for the Industry of St. Petersburg! 78
Exhibition SEMICON/SOLARCON Russia 2011 79

© СТА-ПРЕСС

Содержание 6/2011

РЫНОК

4 **Новости российского рынка**

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

10 **Применение структурно-модифицированного фторопласта «Рафлон» при изготовлении сверхширокополосных антенных обтекателей**
Любовь Иванова, Азамат Беданоков, Бетал Бештоев, Сергей Хатипов

14 **Лазерная микрообработка: эффективные и надёжные решения для производства**
Анна Кудрявцева

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

18 **Сколь кабель ни вейся, всё равно коннектор будет**
Владимир Шевченко

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

20 **Волоконно-оптическая система измерения уровня топлива**
Андрей Архипов, Дмитрий Серебряков, Татьяна Мурашкина, Александр Бадеев, Антон Щевелев

22 **Испытательные комплексы для проверки бортовых авиационных приборов на соответствие квалификационным требованиям КТ-160**
Александр Подолько

26 **Шина CompactPCI Serial – последовательная архитектура вместо параллельной**
Вальдемар Руф

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

28 **Микроконтроллеры и радиосвязь**
Олег Вальпа

36 **Реализация изолированного интерфейса шины I²C с использованием цифровых изоляторов**
Томас Кюгельштадт

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

40 **Датчики линейных перемещений на эффекте Холла**
Павел Моисеев, Игорь Буслов, Валерий Бауткин, Александр Драпезо, Вячеслав Ярмолович

44 **Оптимизация мощности потерь в ключевых элементах трёхфазного инвертора напряжения**
Игорь Воронин

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

46 **STM32 Discovery – стартовый набор разработчика ARM Cortex M3 со встроенным программатором**
Андрей Курниц

54 **Использование инструментария LPCXpresso для разработки приложений на базе 32-разрядных микроконтроллеров NXP с ядрами ARM Cortex-M0 и Cortex-M3 (часть 2)**
Павел Редькин

64 **Инструментарий JTAG для процессоров Intel: упрощение разработки встраиваемых приложений**
Иоахим Хамп

НАДЁЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО

74 **Повышение качества электропитания в условиях воздействия внешних факторов, импульсных помех и перенапряжений**
Александр Гончаров, Владимир Савенков

СОБЫТИЯ

78 **Рабочее совещание международной экспертной комиссии по разработке стандартов**

78 **Радиоэлектронный комплекс – для промышленности Санкт-Петербурга!**

79 **Выставка SEMICON/SOLARCON Russia 2011**

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 пропажи журнала на почте или из почтового ящика.

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

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

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

© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Новости российского рынка

Рынок

Горячая линия PCBtech для инженеров – конструкторов печатных плат

Компания PCB technology, поставщик печатных плат, открыла бесплатную горячую линию для инженеров – конструкторов многослойных и гибко-жёстких печатных плат.

Бесплатный телефон для звонков из городов России и с мобильных телефонов российских операторов: 8-800-333-9722 (или 8-800-333-9-PCB) с 9-00 до 17-30 по московскому времени, с понедельника по пятницу.

Многие предприятия сталкиваются со всё более сложной компонентной базой и вынуждены переходить на новые технологии конструирования многослойных печатных плат, увеличивая количество слоёв, сложность, выбирая специальные материалы и конструкции, в том числе:

- гибко-жёсткие платы;
- платы, выполненные по нормам 5-го класса точности и выше;
- платы HDI (повышенной плотности, с микроотверстиями);
- платы на материалах СВЧ;
- платы на металлическом ядре.

Вопросы, возникающие при конструировании таких плат, теперь можно оперативно решать, обращаясь за бесплатной консультацией к опытным специалистам компании PCB technology (сайт www.pcbtech.ru, e-mail pcb@pcbtech.ru).

www.pcbtech.ru

Тел.: 8-800-333-9722

ДОЛОМАНТ расширяет производство

Компания ДОЛОМАНТ, следуя планам развития на 2011 г., значительно увеличивает производственный цех по сборке блоков и шкафов. Имеющихся сегодня мощностей недостаточно для стапельного, серийного производства, а интерес заказчиков к готовому сложному конечному оборудованию, собранному и проверенному ответственным производителем, растёт. Согласно откорректированным планам, удвоенный по площади цех, оснащённый автоматическим и полуавтоматическим оборудованием, должен быть введён в эксплуатацию на три месяца ранее запланированных сроков, уже в августе 2011 г.

Существует предварительное соглашение с компанией, представляющей известного в телекоммуникационном мире производителя, о начале серийного производства оборудования на новых мощностях ДОЛОМАНТ. Подробности сделки не раскрываются.

Одновременно, для сбалансированной нагрузки по цехам и участкам, компания ДОЛОМАНТ объявляет масштабный набор новых квалифицированных сотрудников. Несмотря на летний период, традиционно менее результативный в части подбора персонала, компания надеется за 1-2 месяца доукомплектовать штат сотрудниками, желающими работать и профессионально расти вместе с динамично развивающейся высокотехнологичной компанией.

Стоит отметить, что изменения на нынешнем этапе коснутся не только увеличения пропускной способности завода ДОЛОМАНТ за счёт новых производственных площадей и расширения кадрового состава. Речь идёт об освоении новых технологий и повышении эффективности организации производства в целом, что отвечает общей ориентации компании ДОЛОМАНТ на постоянное инновационное развитие.

www.dolomant.ru

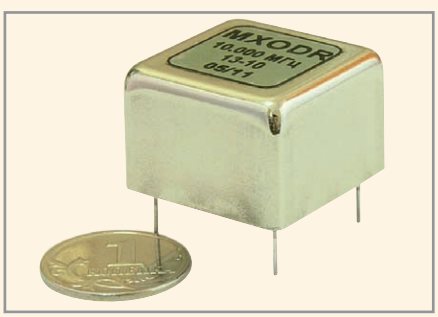
Тел.: (495) 232-2033

Элементы и компоненты

Ультрастабильные миниатюрные кварцевые генераторы серии MXODR

Компания «Мэджик Кристалл» представляет семейство высокостабильных опорных кварцевых генераторов MXODR в металлическом корпусе размерами 20 × 20 × × 12,9 мм. Конструкция этих устройств основана на высокостабильном резонаторе-термостате, корпус которого дополнительно подогревается внешним термостатом генератора, что обеспечивает этим миниатюрным устройствам очень высокую температурную стабильность частоты.

Генераторы серии MXODR изготавливаются на частоты от 8 до 250 МГц (до 120 МГц – без умножения частоты). При работе на частоте 10 МГц генераторы обеспечивают температурную стабильность частоты до 5×10^{-10} в интервале –40…+85°C и старение до 3×10^{-8} в год. При рабочей частоте 100 МГц стабильность частоты генераторов достигает 5×10^{-9}.



Генераторы серии MXODR имеют низкий фазовый шум – до –170 dBc/Гц при отстройке от несущей 10 кГц, а их кратковременная нестабильность частоты при рабочей частоте 10 МГц составляет 5×10^{-12} за 1 с. Потребляемая мощность генераторов в установившемся режиме и нормальных условиях не превышает 1,2 Вт.

Опорные генераторы MXODR предназначены для стабилизации и синхронизации различных радиоэлектронных устройств и систем.

www.magixtal.com

Тел.: (3812) 433-967, 433-968, 381-640

Высоконадёжные кварцевые генераторы XSIS серии XE63 для космических применений

Производитель высоконадёжных кварцевых генераторов Xsis Electronics представил новую серию XE63 радиационностойких кварцевых генераторов, имеющих рабочую частоту от 400 кГц до 90 МГц.



Серия XE63S специально разработана для космических применений. Генераторы изготавливаются по гибридной технологии и удовлетворяют всем требованиям MIL-PRF-55310. Компоненты поставляются в корпусе для поверхностного монтажа 9 × 14 мм J Leads. Стабильность частоты составляет 10 ppm в диапазоне рабочих температур –55…+125°C. Общая доза радиации 100 кРад (Si). Генераторы имеют выход HC/ACMOS и питание 3,3 или 5 В, что позволяет применять их во многих цифровых приложениях. По требованию заказчика производитель предоставляет полный перечень протоколов испытаний в соответствии с MIL-STD-883E. Кварцевые генераторы XE63 не подпадают под ITAR-лицензирование, что

© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Новости российского рынка

значительно сокращает сроки поставки этих изделий заказчикам. В настоящее время доступны для заказа инженерные модели XE63E и летные версии XE63S генераторов.

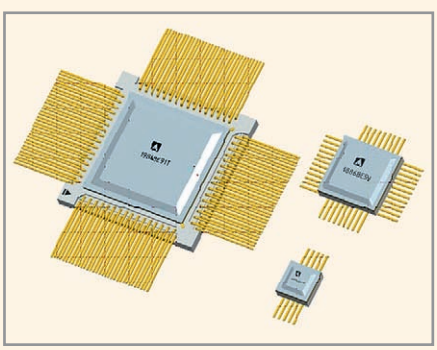
Более подробную информацию о продукции можно получить на стенде № D2-33 компании «Росспецпоставка» во время проведения выставке МАКС-2011, г. Жуковский, 16–21 августа.

www.rssp.ru

Тел.: +7 (495) 781-2182

Российские микросхемы с CAN-интерфейсом

Компания «Миландр» – российский разработчик и производитель интегральных микросхем – представляет комплект чипов, позволяющий получить законченное решение при разработке аппаратуры для автомобильной техники, железнодорожного, водного и воздушного транспорта, промышленной автоматики и технологии «Умный дом».



Чипсет состоит из трёх микросхем: центрального высокопроизводительного 32-разрядного микроконтроллера 1986ВЕ91Т на базе ядра ARM® Cortex™-M3 производительностью 1,25 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1), периферийного восьмиразрядного RISC-микроконтроллера 1886ВЕ5У, организующего сбор, первичную обработку и передачу информации, в том числе по интерфейсам CAN и LIN, а также приёмопередатчика CAN-интерфейса 5559ИН14У с максимальной скоростью передачи данных до 1 Мбит/с.

Центральный контроллер 1986ВЕ91Т имеет широкий набор цифровых и аналоговых периферийных блоков, таких как USB (1.1 или 2.0), CAN (2.0b), UART, SPI и I²C, 12-разрядный 16-канальный АЦП, 12-разрядный двухканальный ЦАП, схему аппаратного компаратора, температурный сенсор, батарейный домен.

Данный чипсет может быть применён в областях, где предъявляются повышенные требования к надёжности и условиям эксплуатации, и обладает расширенным рабочим температурным диапазоном от –60 до +125°C.

Помимо вариантов поставки микросхем для спецприменения в металлокерамических корпусах, микросхемы 1986ВЕ91Т и 5559ИН14У могут поставляться в пластиковых корпусах для потребительского рынка.

Все микросхемы из чипсета уже доступны для заказов у компании «Миландр» и её партнёров.

www.milandr.ru

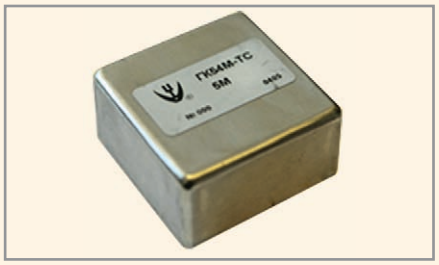
Тел. +7 (495) 981-5433

Новый прецизионный малошумящий экономичный по потреблению кварцевый генератор ГК 54М-ТС

ОАО «МОРИОН» (Санкт-Петербург) – ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства пьезоэлектронных приборов стабилизации и селекции частоты – представляет прецизионный малошумящий экономичный по потреблению кварцевый генератор ГК54М-ТС.

ГК54М-ТС – современный прибор, существенная модернизация генератора ГК54-ТС, широко известного и хорошо себя зарекомендовавшего в широком спектре специальных применений, в том числе – космических. ГК54М-ТС по всем характеристикам полностью заменяет ГК54-ТС, обладая при этом целым рядом существенных преимуществ. Так, ГК54М-ТС доступен к поставке в малошумящем исполнении (опция «МШ»): гарантированный уровень фазовых шумов для 5 МГц составляет <–110 дБ/Гц для отстройки 1 Гц и <–147 дБ/Гц для отстройки 100 Гц. Прибор обладает сокращённым временем установления частоты (с точностью $\pm 1 \times 10^{-7}$) – до 2 мин при +25°C (для сравнения: ГК54-ТС – 5 мин) и до 4 мин при –60°C (ГК54-ТС – 7 мин). Благодаря применению в генераторе ГК54М-ТС кварцевого резонатора SC-среза возможен вариант исполнения с ужесточёнными требованиями к кратковременной нестабильности частоты до $1 \times \times 10^{-12}$/с. Расширены интервалы рабочих температур при заданной температурной стабильности $\pm 5 \times 10^{-9}$ и $\pm 1 \times 10^{-8}$. Кроме того, планируется расширение верхнего предела интервала рабочих температур с +70 до +80…85°C.

Указанные параметры в сочетании с высокой стойкостью к жёстким ВВФ и низким потреблением (<0,6 Вт) делают данный прибор эффективным решением для применения в мобильной и бортовой специальной аппаратуре.



ГК54М-ТС выпускается по действующей документации в категории качества «ВП». Прибор включен в «Перечень электрорадиоизделий, разрешённых к применению…» (МОП44).

Дополнительная информация о ГК54М-ТС, а также других приборах доступна на сайте ОАО «МОРИОН».

www.morion.com.ru

Тел. (812) 350-7572, (812) 350-9243

Новые мощные GaN-on-SiC транзисторы Microsemi для S-band радаров

Microsemi расширила свою линейку транзисторов для радаров S-диапазона, добавив в неё новые компоненты, выполненные по технологии GaN на подложке из SiC. Новые GaN-on-SiC мощные импульсные транзисторы позволяют получить наивысшие в индустрии выходную мощность и усиление для 2,7…3,5-ГГц радаров.



Преимущества Microsemi GaN-on-SiC: Vbr стока выше 350 В, что позволяет транзистору работать со смещением стока в 60 В, обеспечивая значительно более высокую надёжность устройства по сравнению с транзисторами, произведенными по LDMOS-технологии. Большее напряжение смещения стока увеличивает пиковую выходную мощность, а более удобные в использовании значения импеданса устройства упрощают согласование.

2735GN-100: диапазон 2,7…3,5 ГГц, мощность 100 Вт, усиление 11 дБ, формат импульса 300 мкс 10%;

2729GN-270: диапазон 2,7…2,9 ГГц, мощность 280 Вт, усиление 13…14 дБ, формат импульса 100 мкс 10%;

2731GN-200: диапазон 2,7…3,1 ГГц, мощность 220 Вт, усиление 12…13 дБ, формат импульса 200 мкс 10%;

2731GN-170: диапазон 3,1…3,5 ГГц, мощность 180 Вт, усиление 11…12 дБ, формат импульса 300 мкс 10%.

www.yeint.ru

Тел.: (812) 324-4008

© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Новости российского рынка

Программируемые источники питания серий Genesys™ и ZUP утверждены как типы средств измерений

Компания TDK-Lambda завершила работы по утверждению типа средств измерений следующей своей продукции: про-



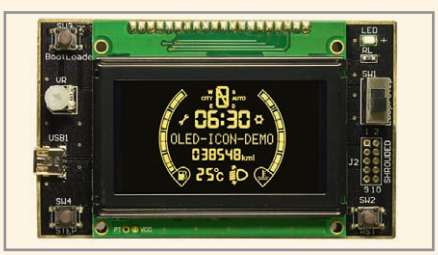
граммируемые источники питания серий GENESYS и ZUP. В результате Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии РФ эта продукция утверждена как средства измерений, о чём выданы соответствующие свидетельства сроком действия до апреля 2016 г. Благодаря долгой и непростой работе утверждены как средства измерений источники питания серии GENESYS мощностью от 0,75 до 15 кВт, ZUP мощностью от 200 до 800 Вт, а также любые модификации этих ИВЭП с использованием любых доступных дополнительных интерфейсов (IEEE/IEMD, LAN, IS420, IS510).

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Raystar Optronics расширяет ряд стандартных моделей дисплеев OLED и предлагает модели по индивидуальным заказам

Компания Raystar Optronics предлагает широкий ряд стандартных графических дисплеев OLED с размерами экранов 2,4" и 2,7" с форматом 128 × 64 точек. Для соединения кристаллов драйверов с выводами на стеклянной подложке дисплея используется технология TAB (Tape Automation Bonding) – кристалл монтируется на трёхслойной полиамидной подложке-ленте. Процесс обеспечивает полную автоматизацию монтажа ИС на непрерывной полиамидной ленте-носителе. Технология позволяет получить толщину конструкции носитель + кристалл около 1 мм. В ближайшее



время компания планирует начать выпуск графических PM OLED (с пассивной адресацией) дисплеев с применением технологии TAB с форматами 122 × 32, 128 × 64, 240 × 64, 256 × 64 и 96 × 64 точек.

Эти серии дисплеев предназначены для автомобильной электроники, систем безопасности, измерителей мощности, бытовой техники, медицинских приборов и т.д.

Но компания Raystar Optronics предлагает не только стандартные одноцветные дисплеи PM OLED, но также решения по индивидуальным спецификациям заказчиков. Компания может производить символьные, графические и знаковые (отображение пиктограмм) PM OLED-дисплеи с жёлтым, зелёным, красным, белым, синим и янтарным цветами свечения экрана с размером экрана до 5", а также прозрачные дисплеи с прозрачностью 45…50%. PM OLED-дисплеи характеризуются длительным сроком службы. Так, срок службы OLED-дисплеев с цветами свечения экрана жёлтого, зелёного, красного цветов составляет 100 000 ч, в то время как срок службы дисплеев белого, синего цветов составляет 50 000 ч. Срок службы может быть изменён в соответствии со сроком службы конструкции и драйверной микросхемы. Другими свойствами OLED-дисплеев являются:

- низкая потребляемая мощность: 10 мА (схемы управления OLED токовые);
- светоэмисионная схема: не требуется система подсветки;
- высокий контраст 2000 : 1 и считывание изображения при ярком солнечном свете;
- яркость экрана от 500 до 2000 кд/м^2;
- широкий угол обзора до ±175°
- короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C;
- широкий диапазон рабочих температур от – 40 до +80°C;
- малая толщина модуля дисплея, небольшой вес.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

Недорогие 150-Вт источники питания AC/DC в исполнении «открытый каркас» для крупносерийных применений

Компания XP Power объявила о начале поставок недорогих 150-Вт одноканальных источников питания AC/DC серии VFT, предназначенных для применений, требующих большого объёма недорогих источников. Источники питания серии VFT150



способны обеспечивать в нагрузке полную мощность 150 Вт при принудительном обдуве воздушным потоком 15 CFM. При использовании только конвекционного охлаждения модули обеспечивают мощность до 100 Вт. Габариты модуля 76,2 × × 127 × 33,2 мм.

Источники питания VFT150 предназначены для работы от сети переменного тока при изменении напряжения от 90 до 264 В и имеют встроенный активный корректор мощности. Обеспечивая выходные напряжения с номинальными значениями +5, +12, +15, +24 или +48 В, они соответствуют ограничениям компании XP Power к потребляемой мощности в режиме холостого хода не более чем 0,5 Вт; среднее значение КПД находится в диапазоне 83…90% в зависимости от модели. Это позволяет обеспечить соответствие конечного изделия требованиям международных стандартов, относящихся к окружающей среде. Для питания дополнительного вентилятора модули имеют канал с напряжением +12 или +5 В (для моделей с выходом 5 В).

Несмотря на то что модули разработаны с учётом требований к цене программ большого объёма, они снабжены всеми функциям для управления и формирования сигналов: защита от перенапряжения, перегрузки по току и короткого замыкания, внешняя обратная связь. Модуль с выходным напряжением 12 В также доступен с блокирующим диодом (к заказному номеру модели добавляется суффикс -D), обеспечивающим функцию ИЛИ при параллельном соединении.

Модули питания VFT150 обеспечивают полную мощность в диапазоне температур от –10 до +50°C и пониженную мощность до температуры +70°C.

Источники питания серии VFT соответствуют требованиям стандартов UL60950-1/EN60950-1 к безопасности промышленного и IT-оборудования. Кроме того, модули отвечают требованиям стандарта EN550022 level B к кондуктивным и эмиссионным помехам без необходимости применения дополнительных фильтрующих компонентов.

www.prosoft.ru

Тел.: (495) 234-0636

© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Новости российского рынка

Компактные источники питания AC/DC обеспечивают мощность 65 Вт при размерах основания платы 50,8 × 101,6 мм

Компания XP Power объявила о начале поставок одноканальных источников питания AC/DC серии ECS65 в исполнении «открытый каркас». Способные обеспечить в нагрузке мощность 65 Вт при габаритах всего лишь 101,6 × 50,8 × 26,7 мм, эти чрезвычайно эффективные источники с ковекционным отводом тепла имеют КПД до 90%. С потребляемой мощностью в режиме холостого хода менее чем 0,5 Вт, источники серии ECS65 будут востребованы разработчиками конечного оборудования, обеспечивая их системам соответствие международно признанным стандартам энергетической эффективности.



Модули питания серии ECS65 характеризуются широким диапазоном рабочих температур от –20 до +70°C, который соответствует требованиям большей части применений. Полная мощность доступна при температурах до +50°C с понижением при более высоких температурах. Модули соответствуют требованиям стандарта UL/EN60601-1 к медицинским электрическим приборам и аппаратам, а также стандарта UL/EN60950-1 на безопасность контрольно-измерительной аппаратуры, вычислительной техники, бытовых радиоэлектронных и электрических приборов, что делает их востребованными в широком ряду промышленных и медицинских применений.

Обеспечивая все популярные выходные напряжения с номинальными значениями от +12 до +48 В, одноканальные модули ECS65 способны работать от сети переменного тока в диапазоне от 80 до 275 В. Также доступны исполнения с защитной крышкой. Они также соответствуют требованиям стандарта EN55011/EN55022, уровень B, к кондуктивным помехам без необходимости применять дополнительные фильтрующие компонеты. Стандартными сервисными функциями являются защита от перенапряжения, перегрузки по току и короткого замыкания.

Модули серии ECS65 являются только одной из линеек «зелёной» продукции XP Power.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Источники питания AC/DC серии HPU1K5-M для медицинских электрических приборов и аппаратов доступны для заказа

Компания XP Power начала поставки источников питания AC/DC серии HPU1K5-M, предназначенных для применения в медицинском электрооборудовании. Источники питания с выходной мощностью до 1,5 кВт соответствуют требованиям стандарта EN60601-1 к электрическим медицинским приборам и аппаратам.

Компактный корпус с размерами 101,6 × × 323,9 × 43,2 мм обеспечивает удельную мощность 18 Вт/дюйм^3. Максимальная выходная мощность 1200 Вт обеспечивается при напряжениях входной сети менее 180 В, 1500 Вт обеспечивается при напряжениях входной сети более 180 В. Дополнительно к основным выходным напряжениям 12, 24 и 48 В имеется канал 5 В/1 А для организации дежурного режима. Применение активной схемы распределения выходной мощности позволяет соединять параллельно до восьми блоков. Модули характеризуются высоким КПД – до 90% – и имеют обширный набор сервисных функций и сигналов состояния выходного и входного напряжения, а также сигнал управления включением/выключением, сигнал Fault (изолированный сигнал формирующийся при снижении входного напряжения ниже 90% от номинального).



Диапазон рабочих температур от –20 до +70°C с понижением выходной мощности при температурах выше +50°C.

Скорость встроенного вентилятора зависит от нагрузки, что позволяет снизить акустический шум. Модули HPU1K5-M снабжены функциями защиты от перегрева, перенапряжения, перегрузки по току и короткого замыкания, а также внешней обратной связью. По уровню помехоэмиссии и кондуктивным помехам модули соответсвуют требованиям стандарта EN55022 class A.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Радиационно-стойкие твердотельные реле International Rectifier для замены электромеханических реле в высоконадёжных системах

Радиационно-стойкие (RAD-Hard™) герметичные твердотельные реле компании International Rectifier, IR®, мирового лидера в технологии управления электропитанием, предназначены для повышения надёжности заменой контактных коммутирующих устройств в системах коммутации силовой шины, схемах систем управления подогревателями, зарядных устройствах батарей и



других приложениях.

Твердотельные реле имеют такие же значения времени переключения, которые подобны значениям времени коммутации электромеханических реле, но устойчивы к вибрации и ударам, что повышает надёжность. К тому же, так как отсутствует дребезг контактов, из системы могут быть исключены фильтры, что сокращает размеры и массу. Полупродниковые реле оснащены буферными входами, поэтому они могут управляться непосредственно логическими схемами, что упрощает общую конструкцию и уменьшает число компонентов.

Модель RDHA710SE10A2Q, предназначенная для поверхностного монтажа, содержит два реле с током через ключ 20 А и максимальном напряжении 100 В, что вполне достаточно для нормальной работы при правильно выбранном запасе по параметрам.

Модели RDHA701FP10A8Q и RDHA701FP10A8C содержат восемь нор-

© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Новости российского рынка

мально открытых однополюсных контактов с допустимым током 10 А, максимальным напряжением 100 В, с возможностью выбора способа срабатывания входа и способом управления временем нарастания/спада. Они выполнены в 64-выводных корпусах для поверхностного монтажа.

Твердотельное реле RDHA720SF06A1N является одноканальным с током 20 А и максимальным напряжением 60 В, оно также выполнено в корпусе для поверхностного монтажа.

Доступны также модели в альтернативных конструктивных исполнениях с крепёжными фланцами.

Устройства характеризуются значением суммарной дозы низкоинтенсивного ионизирующего излучения 100 крад (Si) и выше. Гарантируется отсутствие одиночных эффектов при воздействии заряженных частиц с линейными потерями энергии в веществе 37 МэВ мг/см^2 и выше. Изоляция между входом и выходом составляет 1000 В.

Реле доступны в исполнениях с одним, двумя или восемью нормально открытыми однополюсными ключами с токами от 1,5 до 20 А при напряжении на ключе от 60 до 100 В.

Кроме того, некоторые из моделей оснащены схемой управления временем перехода при низких значениях изменений напряжения и тока dV/dt и dI/dt для уменьшения высокочастотных помех, что является важным свойством в современных компактных системах.

www.prochip.ru
Тел.: (495) 232-2522

35-Вт DC/DC-преобразователи класса COTS для военных и авиационных систем

Компания XP Power объявила о начале поставок 35-Вт герметизированных DC/DC-преобразователей класса COTS (commercial-off-the-shelf) MTC35, предназначенных для применения в военных и авиационных платформах с номинальным напряжением шины питания 28 В постоянного тока. Доступны одноканальные модули с выходными напряжениями от 3,3 до 28 В с регулировкой напряжения в диапазоне –10/+20% от номинального значения посредством внешнего потенциометра.

Модули предназначены для работы от сетей постоянного тока с диапазоном напряжения от 10 до 40 В и снабжены защитами от перегрузки по току, короткого замыкания, перенапряжения, а также сигналами внешнего управления включения/выключения, синхронизации частоты преобразования, предупреждения о перегреве (активный при температуре внутри корпуса >105°C), а также внешней обратной связью. Гальваническая развязка в контуре обратной связи обеспечивается разделительным трансформатором (1500 В).

При использовании преобразователей совместно с модулями фильтров и защиты от импульсов напряжения MTF50, DSF100 или DSF200LV обеспечивается соответствие требованиям стандартов MIL-STD1275A/B/C/D и MIL-STD-704A устойчивости к воздействию импульсов напряжения, а также требованиям стандарта MIL-STD461E/F уровня генерируемых кондуктивных помех и стойкости к внешним помехам. По стойкости к внешним воздействующим факторам, таким как удары, вибрация, влажность, температура, соляной туман и пониженное давление, модули соответствуют требованиям стандарта MIL-STD 810F. Диапазон рабочих температур модулей MTC35 от –40 до +100°C (основание корпуса) с гарантированным запуском при –55°C.

www.prosoft.ru
Тел.: (495) 234-0636

Радиационно-устойчивые DC/DC-преобразователи для низкоорбитальных спутников и ракет-носителей

Радиационно-устойчивые DC/DC-преобразователи серий AMA (5 Вт), AMF (12 Вт) и AMR (30 Вт), предлагаемые компанией International Rectifier, IR®, разработаны для применения в радиоэлектронной аппаратуре низкоорбитальных спутников и ракет-носителей.

Эти преобразователи являются стандартными, производимыми серийно и испытанными устройствами, которые решают проблемы космической отрасли, связанные с чрезвычайно длительным циклом разработки и требованиями обширного исследования для заказных устройств.

Небольшие габариты и масса делают их идеальными для регуляторов, размещаемых в непосредственной близости к нагрузке или в качестве стандартных блоков энергетической системы низкоорбитальных спутников и ракет-носителей.

Преобразователи серий AMA, AMF и AMR отличаются высокой стойкостью к воздействию низкоинтенсивного ионизирующего излучения – суммарная доза более 25 крад по объёмному кремнию, отсутствие одиночных эффектов от воздействия отдельных высокоэнергетичных ядерных частиц гарантируется при линейных потерях ионов свыше 60 МэВ мг/см^2. Модули также устойчивы к воздействию факторов внешней среды, таких как предельные температуры, механические удары и вибрация. Доступны отчёты о результатах испытаний на стойкость к ионизирующим излучениям и воздействию отдельных высокоэнергетичных ядерных частиц.

DC/DC-преобразователи серий AMA, AMF и AMR предназначены для работы от сетей постоянного тока с номинальным значением напряжения 28 В, одноканальные и двухканальные модели обеспечивают на выходе стандартные напряжения 3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12 и ±15 В.

Диапазон рабочих температур от – 55 до +125°C. По требованиям к эмиссии помех и кондуктивным помехам модули соответствуют требованиям стандартов MIL-STD-461C, CE03 и CS01 при использовании внешнего фильтра на входе. Доступны отдельные модули помехоподавляющих фильтров, соответствующие требованиям стандарта MIL-STD-461C.

Основные характеристики:

- выходные мощности 5,12, 30 Вт;
- одно- и двухканальные модели с выходными напряжениями 3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12 и ±15 В;
- диапазон входных напряжений 16…40 В (номинальное значение напряжения 28 В);
- накопленная доза низкоинтенсивного излучения >25 крад (Si);
- гарантируется отсутствие одиночных эффектов при линейных потерях энергии ионов до 60 МэВ мг/см^2;
- диапазон рабочих температур –55…+125°C;





© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Новости российского рынка

- неограниченная защита от короткого замыкания;
- удобный и гибкий монтаж;
- гальваническая развязка вход-выход;
- доступность совместимых помехоподавляющих фильтров;
- внешняя синхронизация частоты преобразования.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Новые СВЧ-усилители стандарта TETRA

RFHIC представляет GaN гибридный усилитель мощностью 8 Вт, работающий в диапазоне частот 100…960 МГц, что соответствует требованиям открытого стандарта цифровой транкинговой радиосвязи TETRA.

Новый класс гибридных GaN-усилителей от компании RFHIC, построенных по технологии GaN-на-SiC (нитрид галлия на карбиде кремния), имеет следующие технические характеристики:

- 8 Вт в диапазоне VHF 130…450 МГц с КПД 60%;
- 6 Вт в диапазоне UHF 450…960 МГц с КПД 50%;
- входное напряжение 24…34 В.

Устройства выполнены в компактном корпусе (15 × 10 × 5,4 мм), предназначенном для SMD-монтажа, с керамической подложкой на медном теплоотводящем основании.

Современные усилители стандарта TETRA основаны на технологии LDMOS и работают при напряжениях питания 5…12 В. Рабочие частоты предыдущих версий данного устройства делились на пять диапазонов: 130…220, 380…400, 410…470, 560…580 и 870…933 МГц, комбинация которых приводила к неизбежным ухудшениям характеристик усилителя. Текущее развитие технологии TETRA требует использования полностью всего диапазона 100…960 МГц, и новый гибридный широкополосный усилитель от компании RFHIC на нитриде галлия точно соответствует этому требованию. Он был разработан для потребителей, которые ищут более эффективное решение для проектирования систем радиосвязи. Одна система стандарта TETRA, реализованная на новом усилителе RFHIC, может полностью покрыть диапазон 100…960 МГц, работая с КПД 50…70%.

www.prochip.ru

Тел.: (495) 232-2522

Приборы и системы

Новые двухканальные осциллографы серии Fluke 190 II ScopeMeter®

Прошлой осенью Fluke представил первые четырёхканальные осциллографы ScopeMeter® повышенной прочности с рейтингом CAT IV. Теперь мы представляем двухканальную версию осциллографа-мультиметра Fluke 190 II ScopeMeter

Осциллографы-мультиметры серии Fluke 190 ScopeMeter – это первые двух- и четырёхканальные осциллографы на рынке с рейтингом 1000 В CAT III / 600 В CAT IV, дающие беспрецедентную комбинацию технических характеристик и надёжности для работы в полевых условиях. Эти мощные осциллографы позволят решать сложные проблемы вне зависимости от вашего месторасположения.

Особенности приборов Fluke ScopeMeter 190 Series II:

- полоса пропускания 60, 100 или 200 МГц, с частотой дискретизации до 2,5 Гвыб./с в реальном времени и разрешающей способностью 400 пс;
- встроенный мультиметр с разрядностью 5000 единиц;
- Connect-and-View™ для простого запуска и отображения самых сложных сигналов;
- TrendPlot™ и ScopeRecord™ для регистрации или построения формы сигналов и измерения на протяжении длительных промежутков времени;
- воспроизведение 100 последних экранов для возврата назад во времени, чтобы увидеть аномалии сигнала;
- проверены на устойчивость к воздействию окружающей среды для соответствия рейтингу IP-51 по защите от пыли и брызг, а также выдерживают вибрацию 3g и удар 30g.
- литий-ионные аккумуляторы большой ёмкости обеспечивают работу до 7 ч;
- крышка батарей позволяет быструю замену батарей для продления работы;
- два электрически изолированных порта USB ports: mini USB-A для подключения к компьютеру и порт USB для подключения устройств памяти;
- вставка для блокировки прибора с помощью стандартных замков Kensington® для ПК;
- винтовая вставка для использования стандартных принадлежностей для крепления камер.

Новые осциллографы-мультиметры предназначены для профессиональных инженеров, электриков, осуществляющих обслуживание производства электронных систем в полевых условиях. Они незаменимы при опеределнии причин простоя оборудования, используются для систем автоматизированного управления процессами и силовых электронных преобразователей с необходимостью диагностировать проблемы, связанные с аналоговыми или цифровыми сигналами в системе, а также для медицинских систем построения изображения, авионики, связи и для военного оборудования.

190 Series II – первые портативные осциллографы, имеющие рейтинг в соответствии с IEC 61010, 1000 В CAT III / 600 В CAT IV и предназначенные для обеспечения безопасного использования на промышленном оборудовании, которое постоянно подключено



к электрораспределительной сети. Эти переносные приборы, работающие от аккумуляторов, имеют герметичные корпуса, обеспечивающие защиту от пыли и брызг, с рейтингом IP-51, чтобы выдерживать тяжёлые промышленные условия. Новые функции помогут справляться с задачами поиска неисправностей в современных электронных системах, а усовершенствования, такие как длительное время работы аккумулятора и обмен данными через USB, оптимизируют ваше рабочее время и облегчат выполнение некоторых операций.

Fluke 190 II ScopeMeter используется в таких отраслях промышленного производства, как:

- эксплуатация промышленного производства, включая разработку, обслуживание и оборудование;
- электронные промышленные системы и автоматизированные системы управления;
- производство силовой электроники для оборудования и оборудования для массовой транспортировки;
- обслуживание электроники в полевых условиях в авиакосмических системах, авионике и военном оборудовании.

www.fluke.ru

Тел.: +7 (499) 745-0531

© СТА-ПРЕСС

Применение структурно-модифицированного фторопласта «Рафлон» при изготовлении сверхширокополосных антенных обтекателей

Любовь Иванова, Азамат Беданоков, Бетал Бештоев, Сергей Хатипов (Москва)

В статье приведены результаты исследования радиотехнических характеристик сверхширокополосной антенны с обтекателем из структурно-модифицированного фторопласта «Рафлон» – уникального радиопрозрачного диэлектрика с повышенной прочностью и термостойкостью.

Введение

Одним из примеров успешного воплощения новаторских идей в области материаловедения является создание и освоение опытно-промышленного производства материала нового поколения, по совокупности эксплуатационных характеристик не имеющего аналогов в мире, – радиационной модификации в расплаве хорошо известного фторопласта-4 (Ф-4), выпускаемого под торговой маркой «Рафлон», или фторопласт Ф-4РМ.

Разработанная технология позволяет вывести свойства обычного фторопласта на уровень, не достижимый сегодня ни одним другим известным способом (см. рисунок). Причина описанных эффектов – кардинальное изменение надмолекулярной структуры, переход от ламелярной к сферолитной структуре кристаллитов и снижение пористости. Молекулярные механизмы (радиационно-индуцированная деструкция полимерных цепей) приводят к общему снижению вязкости полимерной среды, что, в свою очередь, создаёт возможность последующей кристаллизации вблизи пор, выступающих в качестве зародышей сферолитов. Ни введение наполнителей, ни сополимеризация не приводят к подобным изменениям. Практическая значимость полученного результата пока недостаточно осознана. Однако в тех случаях, когда новый материал был применён в составе реально работающих изделий, рабочий ресурс узла увеличивался в 10 и более раз!

Перспективными областями применения сверхизносостойкого ПТФЭ также являются регулирующая, обратная, запорная, распределительная, смесительная и другая арматура для оборудования теплосетей, нефте- и газопроводов. Речь идёт о компрессорах, насосах, шаровых кранах, задвижках, затворах и клапанах. Решение проблемы трения и износа в перечисленных изделиях имеет колоссальный экономический и экологический эффект.

Радиационные модификации ПТФЭ прошли испытания и уже применяются в ограниченном количестве в специзделиях с повышенным ресурсом (в шаровых кранах, клапанах, насосах и гидроцилиндрах). Благодаря повышенной радиационной стойкости, материал применён в ряде космических проектов («Электро», «Фобос-Грунт», «Спектр-УФ», «Фрегат», МЦА) в качестве деталей электротехнического, антифрикционного и уплотнительного назначения.

Основные эффекты, достигаемые радиационной модификацией фторопласта-4

Фторопласт-4	Ф-4РМ (Рафлон)
Модуль упругости при растяжении	Возрастет в 1,5–2 раза (с 250 до 400–500 МПа)
Модуль упругости при сжатии	Возрастет в 1,5–2 раза (с 300 до 600–700 МПа)
Деформация при сжатии при 28 МПа за 24 часа	Снижается в 3 раза (с 30 до 10%)
Доля обратимой части деформации при 28 МПа за 24 часа	Увеличивается в 10 раз
Допустимая рабочая температура при нагрузках 1–10 МПа и скоростях скольжения (0–2 м/с)	Увеличивается с 50–100°С до 200°С
Скорость ползучести при сжатии при 25 МПа	Снижается в 60 раз
Интенсивность износа (5 МПа, 1 м/с, сталь Ra=0,15)	Снижается в 10 000 раз

Сравнение свойств фторопласта-4 и нового материала – фторопласта Ф-4РМ

Применение Ф-4РМ в авиации

Использование модифицированного фторопласта Ф-4РМ как радиопрозрачного материала для изготовления антенных обтекателей позволило обеспечить минимально возможную диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь при одновременном обеспечении требований к механическим свойствам.

Антенный обтекатель предназначен для защиты сверхширокополосных антенн, работающих в диапазоне ультравысоких (УВЧ) и сверхвысоких (СВЧ) частот от влияния климатических факторов, механических, термических и эрозионных воздействий в жёстких условиях эксплуатации, например при высоких скоростях полёта летательных аппаратов. Это предъявляет особые требования к конструкции обтекателя, особенно к толщине стенки, и к радиофизическим и физико-механическим свойствам материалов, из которых он изготовлен. Повышение механической прочности, термостойкости, эрозионной устойчивости противоречит интересам радиотехники, приводя к ухудшению радиопрозрачности и искажению диаграммы направленности антенны.

© СТА-ПРЕСС

Основным требованием, предъявляемым к обтекателю с точки зрения минимизации влияния на радиотехнические характеристики (РТХ) защищаемой антенны, является достижение максимально возможного коэффициента прохождения (КП) электромагнитных волн через его стенку. Следует отметить, что на изменение исходных характеристик системы антенна – обтекатель влияет не только обтекатель (с его фазово-амплитудными характеристиками), но и сама антенна, которая также имеет свои фазово-амплитудные характеристики.

Влияние антенных обтекателей на ухудшение тактико-технических характеристик бортовых РЛС выражается в следующем:

- даже качественно выполненные антенные обтекатели для РЛС обнаружения и наведения самолетов снижают дальность действия РЛС, т.к. их коэффициент радиопрозрачности (по мощности) находится в пределах 0,7...0,85;
- из-за невыгодной в радиотехническом отношении формы самолётные обтекатели вносят угловые ошибки в определение направления на цель до 20 угл. минут; ракетные обтекатели для систем самонаведения являются главным фактором, определяющим угловые ошибки самонаведения, и главной причиной, дестабилизирующей работу этих систем;
- из-за наличия отражений ВЧ-энергии, обтекатель является одним из главных факторов, приводящих к увеличению уровня боковых лепестков системы антенна – обтекатель, что приводит к ухудшению работы РЛС [1, 2].

Очевидно, что улучшение характеристик РЛС в значительной мере связано с параметрами материала обтекателя. Применение Ф-4 в качестве антенного кожуха [3], несмотря на низкий уровень диэлектрических потерь даже в диапазоне СВЧ, до сих пор было ограничено физико-механическими характеристиками фторопласта: высокой ползучестью, низкой износостойкостью и чрезвычайно низкой радиационной стойкостью. Единственным эффективным способом модифицирования Ф-4 с целью улучшения эксплуатационных характеристик является создание композиций, однако проблему высокой ползучести материала он не решает. Кроме того, возможности химического модифицирования Ф-4 крайне ограничены в силу его химической инертности.

В последние годы был получен новый материал Ф-4РМ [4, 5] – структурно-модифицированный политерафторэтилен, который не содержит каких-либо примесей и характеризуется сверхвысокой износостойкостью – в 10^4 раз, повышенной радиационной стойкостью – в 10^2 и более раз, сниженной ползучестью – в 10^2 раз выше, чем у исходного материала, и, самое главное, высокими диэлектрическими характеристиками (на уровне исходного Ф-4), а также химической и термической стойкостью.

Специфика тонкостенных обтекателей для сверхширокополосных антенн обусловливает требование обеспечения минимально возможных диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь



СВЕРХИЗНОСОСТОЙКИЙ, АНТИФРИКЦИОННЫЙ, УПЛОТНИТЕЛЬНЫЙ
материал РАФЛОН получен путем модификации наноструктуры политетрафторэтилена (фторопласта-4), обладает от 10 до 100 раз более высокими эксплуатационными характеристиками по сравнению с лучшими мировыми аналогами при применении без смазки, высоких давлениях и температурах в агрессивных средах.
Россия, 105064, Москва, пер. Обуха, д. 3-1/12, стр. 6
тел.:(495)917-06-66, (495)16-67-94; interranova@gmail.com, khatipov@cc.nifhi.ac.ru; raflon.ru
Реклама

© СТА-ПРЕСС

Сравнительные характеристики диэлектрических материалов

Параметры	Структурно-модифицированный политетрафторэтилен марки Ф-4РМ	ПК-М-2 ТУ 6-06-47-89	Ф-4 ГОСТ10007-80
Плотность, г/см³	2,20…2,21	1,23…1,25	2,14…2,16
Пористость, %	0,1…0,2	–	1…3
Ударная вязкость, кДж/см²	Более 100	30	100
Диэлектрическая проницаемость	2,1…2,2	2,7…3,1	2,1…2,2
Тангенс угла диэлектрических потерь	0,0002…0,0003	0,007…0,009	0,0002…0,0003
Диапазон рабочих температур при умеренных нагрузках до 3 МПа, °С	–260…250	–60…130	–260…100
Термостойкость при 250°С, ч	До 1000	–	До 1000
Модуль упругости при сжатии, МПа	600	83	350…400
Интенсивность износа в режиме палец-диск, (25 кг/см²; 1 м/с, R_a = 0,15, HRc = 0,45), мкм/км	0,1…0,3	–	2000
Радиационная стойкость (вакуум), Мрад	300	50	1

материала обтекателя при одновременном обеспечении механических требований и требований по термостойкости и эрозионной устойчивости. Поиск материала обтекателя с такими уникальными свойствами обычно приводил к отрицательному результату. Вновь разработанный структурно-модифицированный политетрафторэтилен марки Ф-4РМ, применяемый как триботехнический материал для поршневых колец, подшипников, манжет, вкладышей, уплотнителей, был испытан в радиотехнических целях, в частности для использования в качестве материала для изготовления тонкостенных антенных обтекателей.

Сравнение свойств материалов Ф-4РМ, поликарбоната ПК-М-2 и Ф-4 показало, что структурно-модифицированный политетрафторэтилен обладает лучшими механическими свойствами, термостойкостью, радиационной стойкостью и эрозионной устойчивостью, а его диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь меньше по сравнению с поликарбонатом (см. таблицу).

Испытания антенного обтекателя из Ф-4РМ

Сверхширокополосный антенный обтекатель, имеющий полуцилиндрическую или полусферическую поверхность с равной или увеличивающейся к основанию толщиной стенки, изготавливается из структурно-модифицированного политетрафторэтилена и имеет тонкостенную конструкцию с толщиной стенки в центральной части 1,5...3,5 мм.

Проведённые испытания на динамическое воздействие твёрдых частиц показали, что эрозионная устойчивость обтекателя из Ф-4РМ лучше, чем у обтекателя из поликарбоната. Скорость весового уноса (υ_y, г/с) для обтекателя из Ф-4РМ составила 0,0002 г/с против 0,0018 г/с для обтекателя из поликарбоната.

Проверка тонкостенных антенных обтекателей из Ф-4РМ в натурных условиях на летательном аппарате со скоростями 2,5...3М подтвердила их прочность, термостойкость и эрозионную устойчивость в самых жёстких условиях эксплуатации.

Кроме того, были проведены следующие механические и климатические испытания антенн с установленными на них обтекателями из структурно-модифицированного политетрафторэтилена марки Ф-4РМ:

- на прочность при воздействии широкополосной случайной вибрации;
- на воздействие циклического изменения температур от –60°С – 2 ч, до +85°С – 2 ч, всего 10 циклов;
- на воздействие повышенной влажности 98 ± 2%, шесть циклов;
- на воздействие пониженной температуры среды –60°С – 2 ч;
- на воздействие повышенной температуры среды +85°С – 2 ч, +185°С – 30 мин, кратковременно +290°С в течение 7 мин.

После каждого испытания проводился осмотр тонкостенных антенных обтекателей, изготовленных из Ф-4РМ, и контролировалась работоспособность антенн (измерялся коэффициент стоячей волны (КСВН)). Антенны и обтекатели из Ф-4РМ испытания успешно выдержали.

Сравнительная проверка КП тонкостенных антенных обтекателей из Ф-4РМ и из поликарбоната показала, что на частоте 10 ГГц КП обтекателей из Ф-4РМ составил 92%, а КП обтекателей из поликарбоната – 83%. Применение структурно-модифицированного политетрафторэтилена марки Ф-4РМ в качестве материала радиопрозрачного тонкостенного антенного обтекателя вместо поликарбоната позволило улучшить РТХ антенны в верхней части СВЧ-диапазона:

- коэффициент усиления увеличился до 1,5 раз;
- минимальный коэффициент эллиптичности улучшился в 1,1 раза;
- минимальная ширина диаграмм направленности увеличилась на 4...20°;
- уровень боковых лепестков диаграмм направленности уменьшился в 1,5...2,2 раза.

При этом коэффициент перекрытия рабочего диапазона частот антенны с обтекателем составил не менее 20. Кроме того, диаграммы направленности антенны с обтекателем из поликарбоната искажены (имеют два максимума), в то время как диаграммы направленности антенны с обтекателем из Ф-4РМ имеют удовлетворительную, практически монотонную форму.

Заключение

Результаты проведённых испытаний подтвердили, что структурно-модифицированный фторопласт Ф-4РМ обладает комплексом уникальных эксплуатационных характеристик и является перспективным для авиационной промышленности. В частности, его применение позволило улучшить эксплуатационно-технические характеристики радиопрозрачного тонкостенного антенного обтекателя: повысить его термостойкость, прочность и эрозионную устойчивость с одновременным улучшением коэффициента прозрачности и улучшением РТХ защищаемой антенны.

Литература

1. *Каплун В.А.* Антенные радиопрозрачные обтекатели. Радиотехника. 2002. № 11. С. 6–15.
2. *Бойко М.А., Титов А.Н., Ястребов В.П.* Обтекатели РЛС самолетов нового поколения. Радиотехника. 2002. № 11. С. 39–40.
3. Патент H 01Q 1/42,(11) WO № 030077363 A1, 18.09.2003. Антенный кожух. Tokuhira, Katsusada. Daikin Industries, Ltd.
4. Патент РФ № 23045592, 2007.
5. *Хатипов С.А., Конова Е.М., Артамонов Н.А.* Росс. химический журнал (РЖХО им. Д.И. Менделеева). 2008. Т. 52. № 5. С. 64.

© СТА-ПРЕСС

Новости мира News of the World Новости мира

NEC представила новый тип энергонезависимой памяти

Компания NEC объявила о создании модуля памяти нового типа (Content Addressable Memory), эта технология способна решить множество проблем, с которыми сталкивается современная электроника. В частности, CAM-память позволяет хранить, получать и обрабатывать данные даже в том случае, когда питание отключено, и всё потому, что для хранения данных используется не заряд электрона, а его магнитный спин – одна из характеристик частицы в квантовой физике. Ещё одним достоинством CAM является высокая скорость её работы, доступ к ячейке памяти осуществляется всего за 5 нс.

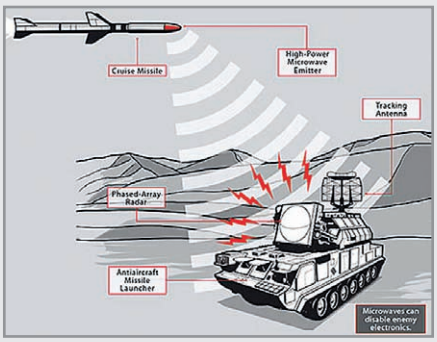


Технология была разработана компанией NEC совместно с университетом Тохоку. Это важнейшее достижение в области спинтроники, которая в будущем может вообще вытеснить электронику. Учитывая тот факт, что при работе спинтронного чипа по нему проходит электрический ток небольшой величины, нагревания компонента не происходит, соответственно, не нужно и охлаждение. Уникальная архитектура CAM-памяти предусматривает также сокращение числа транзисторов; если в классическом варианте на пару ячеек памяти приходится восемь транзисторов, то здесь хватает и трёх. Это означает, что размеры CAM-чипов оказываются на 50% компактнее актуальных сегодня чипов RAM. О том, когда планируется начать коммерциализацию новой технологии, компания NEC пока не сообщает.

http://www.gizmowatch.com/

Raytheon ведёт разработку боеголовок, поражающих электронику цели

Компания Raytheon представила новую военную разработку. Гигант оборонной промышленности планирует запустить в производство арсенал из нескольких «энергонаправленных боеголовок» (directed energy warheads), которые используют радио- и микроволны для нейтрализации бортовой электроники цели.



Raytheon не распространяется по поводу деталей, однако известно, что недавно компания приобрела Ktech. Последняя специализируется на электронике, которой оснащаются военные воздушные суда, а также на оценке уязвимости противника.

Скорее всего, боеголовки будут устанавливаться на существующие ракеты – навесное оборудование будет определять уязвимые места в электронике цели и поражать их при помощи радиочастотных волн или высокомощных микроволн. Если боеголовка сможет добраться до цели раньше, чем её нейтрализуют, то у неё появится шанс, к примеру, уничтожить электронные системы наведения противоракетной обороны или наземные радары. После этого последует обстрел уже «полновесными» боеголовками, начинёнными взрывчаткой. Будущее военных действий? Вполне может быть.

http://www.engadget.com/

Министерство энергетики США выделяет $2 млрд на солнечные батареи в Калифорнии

Министерство энергетики США объявило о выделении средств в размере около 2 млрд. долл. на два проекта по получению солнечной энергии в Калифорнии. Об этом заявил министр энергетики Стивен Чу.



Оба проекта основаны на использовании зеркальных параболических тепловых желобов, которые отражают и концентрируют солнечную энергию для обогрева труб с синтетическим маслом. Нагретая жидкость потом используется для создания пара и получения электроэнергии в паровых турбинах.

Из выделяемой суммы примерно 1,2 млрд. долл. пойдут на создание 250-мегаваттной электростанции в пустыне Мохаве, округ Сан-Бернардино. Проект, получивший название Mojave Solar Project, будет способен обеспечивать электричеством около 53 тыс. домов на протяжении всего года. Благодаря высокой эффективности проект позволит обходиться без использования ископаемого топлива даже в те периоды, когда интенсивность солнечных лучей снижается.

Ещё 681,6 млн. долл. будут выделены на проект Genesis Solar Project в пустыне Сонора. Здесь мощность электростанции составит 15 МВт. Электростанция будет питать около 48 тыс. домов. Предполагается, что Genesis Solar Project предоставит 800 рабочих мест на этапе строительства и ещё 47 на постоянной основе.

http://www.cnet.com/

Физики создали лазер из живой клетки

До последнего времени источники лазерного излучения изготавливались исключительно из неживых материалов, таких как инертные газы или полупроводники. Но американским физикам Мальте Гейтеру (Malte Gather) и Сок Хон Юну (Seok Hyun Yun) из Массачусетского центра фотомедицины удалось заставить живую клетку генерировать лазерное излучение. Исследователи использовали флюоресцентный белок GFP, выделенный из медузы Aequorea Victoria. К эмбриональным клеткам почки человека учёные добавили фрагмент ДНК, заставляющий клетку синтезировать белок GFP. Каплю раствора, содержащего клетки с GFP, поместили между двух зеркал с зазором 200 мкм. Облучая клетки лазерными импульсами синего цвета, исследователи наблюдали генерацию клеткой когерентного излучения зелёного цвета.

По сути это первый в мире лазер, сделанный из живого организма. Примечательно, что клетки оставались жизнеспособными после испускания сотен лазерных импульсов. Учёные считают, что данное открытие будет иметь весьма важное применение в диагностике и лечении раковых опухолей. Следующим шагом исследователи намерены уменьшить размеры зеркал до размеров самой клетки (10…20 мкм).

http://physicsworld.com/

© СТА-ПРЕСС

Лазерная микрообработка: эффективные и надёжные решения для производства

Анна Кудрявцева (Москва)

В статье приведён краткий обзор технологий и оборудования лазерной микрообработки материалов.

Введение

В течение многих лет лазерные процессы обработки материалов использовались преимущественно в тех областях, где традиционные методы не удовлетворяли требованиям к точности и гибкости. При этом доля микрообработки на лазерном рынке всегда уступала макроприменениям.

Повышение требований к надёжности и качеству высокотехнологичной продукции, многократное увеличение быстродействия и информационной пропускной способности, интеллектуализация и миниатюризация приборов при повышении управляемости и гибкости всех систем привели к лавинообразному росту микротехнологий для производства.

Лазерные методы микрообработки применяются практически во всех наукоёмких отраслях производства как для создания новых видов технологического оборудования, так и для массового производства новых видов продукции.

В электронике это лазерная обработка новых и традиционных материалов, создание 3D-структур, переход на субмикронные технологические нормы, разработка интеллектуальных систем датчиков и приборов на основе микроэлектромеханических (MEMs) технологий, создание сверхлёгких гибких компонентов, мембран, панелей и т.д. Лазерные технологии активно применяются и в производстве бытовой электроники.

В средствах связи и телекоммуникаций – переход на мультиплексированные (WDM и DWDM) волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), создание абсолютно нового класса оптических коммуникационных приборов кроссирования (MEMs и DMS-технологии) и производство средств связи.

В машиностроении, самолётостроении и автомобильной промышленности – это новые технологии лазерной резки, микросварки и лазерной формовки, создание новых технологических процессов для микроструктурирования поверхностей, применение лазеров для сверления технологических микроотверстий в агрегатах, инжекторах, форсунках и фильтрах из особо прочных и керамических материалов, лазерное сверление охлаждающих каналов в турбинных лопатках авиационных двигателей и многое другое.

В энергетике – технологии производства солнечных элементов нового поколения.

Ведущие производители оборудования для лазерной микрообработки

В определённый момент развития лазерных технологий стало ясно, что для решения значительной части новых задач возможностей традиционных лазерных машин оказывается недостаточно, поскольку пределы качественного улучшения основных характеристик оборудования принципиально ограничены физическими параметрами элементной базы, на основе которых оно создано. Поэтому ведущие компании приступили к созданию комплексов с лазерами нового поколения, с качественно новыми характеристиками, и освоению прецизионных кинематических систем (координатных столов и приводов, сканирующих систем, систем слежения) с повышенной точностью позиционирования.

Сегодня среди мировых производителей лазерного оборудования можно выделить четыре основные группы:

- компании – разработчики лазерных источников, которые создают системы на своих собственных лазерах, достраивая их при помощи покупных модулей (например, роботов, манипуляторов, систем управления т.д.). К этой группе следует отнести Coherent, InnoLas, Thales Laser, Lasag и ряд компаний, созданных российскими специалистами за рубежом, прежде всего, LIMO и IPG Photonics;
- ведущие станкостроительные фирмы, производящие металлообрабатывающее оборудование различного назначения, устанавливают на свои координатные системы покупные лазеры (пример – компания DMG);
- компании-интеграторы, идущие от конечной задачи заказчика и разрабатывающие оборудование для реализации конкретных технологий. В последние годы наметилась тенденция, когда крупные компании-интеграторы оказываются экономически эффективнее, чем производители комплектующих, что ведёт к поглощению последних и созданию концернов. Есть, однако, и другие примеры, когда производители отдельных блоков (как правило, лазеров или кинематических систем) «достраивают» корпорацию, создавая или приобретая компании-интеграторы. Примеры – фирмы LPKF, GSI, Rofin Sinar, Jenoptik и NewPort. В обоих случаях в рамках одного концерна объединяется производство и отдельных блоков и систем, и оборудования в целом;
- развитие осуществляется на основе технологических центров или центров при научных и университетских или производственных центрах, так называемых job-shops. Однако в этом случае оборудование изготавливается в единичных экземплярах. Такие центры существуют как за рубежом, так и в России.

До середины 2000-х годов для целей микрообработки в России производились в основном системы с твердотельными лазерами с ламповой накачкой или с газовыми (CO_2) лазерами. Точности позиционирования координатных систем составляли 20...50 мкм. В 2007–2008 гг. одна из российских компаний-интеграторов, ООО НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ», начала разработку комплексов серии МЛП с новой элементной базой (волоконные лазеры, лазеры с диодной накачкой, кинематические системы прямого привода с линейными двигателями, микрооптиче-

© СТА-ПРЕСС

ка, асферическая оптика и т.д.). Сегодня эти станки серийно выпускаются и активно эксплуатируются на ряде российских предприятий.

Основные модули системы

Основными блоками любой системы для лазерной микрообработки, определяющими её технологические возможности и эксплуатационные характеристики, являются кинематическая система, источник лазерного излучения и система управления.

Кинематическая система

Сегодня для решения задач микрообработки оптимальными являются станки с координатными системами либо на основе гальваносканеров, либо на основе прямого привода на линейных двигателях.

Гальваносканеры достаточно давно используются в лазерном оборудовании, а вот системы на линейных двигателях (ЛД) начали серийно внедряться на предприятиях последние 5 лет. Их применение позволяет решить проблемы, которые сопутствуют использованию «традиционных» приводов (ШВП, шестерня – рейка и т.п.). Линейный двигатель реализует прямой электропривод без преобразования видов движения и позволяет:

- избавиться от преобразователей вращательного движения в поступательное, снижающих точность, быстродействие и долговечность оборудования. В ЛД нет соприкасающихся частей, подверженных износу, соответственно, его высокие точностные характеристики остаются неизменными в процессе эксплуатации. Вследствие сравнительно малой величины усилия, ЛД имеют габариты и массу, не превышающие аналогичные показатели приводов на ШВП;
- за счёт реализации технологии прямого электропривода обеспечить на

Применение волоконных лазеров и лазеров с ламповой накачкой в микрообработке различных материалов

Технологическая операция	Качество обработки		Производительность	
	Ламповая накачка	Волоконные лазеры	Ламповая накачка	Волоконные лазеры
Прецизионная резка тонких листов стали и латуни	–	+	–	+
Прецизионная резка тонких листов алюминия	–	+	–	+
Прецизионная резка тонких листов меди	+	–	+	–
Прецизионная резка тонких листов серебра	+	–	+	–
Резка и микрофрезеровка керамики	–	+	+	–
Резка и микрофрезеровка сапфира и поликора	–	+	+	–
Резка кремния	–	+	–	+
Микрофрезеровка	–	+	–	+
Сверление микроотверстий	=	+	=	=

Условные обозначения: + преимущество, – недостаток, = паритет

КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ
С ВОЛОКОННЫМИ ИТТЕРБИЕВЫМИ И ТВЕРДОТЕЛЬНЫМИ ЛАЗЕРАМИ
Прецизионные высокоскоростные координатные столы на линейных двигателях (до 5 координат), автоматизированное управление
РЕЗКА И РАСКРОЙ
Резка и сложноконтурный раскрой стали толщиной до 10 мм алюминия, меди с размерами листа до 1250x2500 мм с высоким качеством и точностью обработки по контуру.

СВАРКА
Ручная и автоматическая точечная и шовная сварка различных металлов и сплавов по произвольному чертежу. Гибридные технологии сварки.

МАРКИРОВКА и ГРАВИРОВКА
Маркировка и глубокая гравировка промышленной продукции, идентификационное и защитное кодирование, нанесение надписей на приборные панели, инструмент, клавиатурные поля и т.д.

МИКРООБРАБОТКА
Прецизионная размерная обработка, микромаркировка тугоплавких и труднообрабатываемых металлов, кристаллов, керамики, сверление и прошивка отверстий, термораскалывание. Точность до 1 мкм.

Реклама
Разработка технологий, сервисное обслуживание, ремонт и модернизация
ESTO ЛАЗЕРЫ И АППАРАТУРА ТМ
Тел./факс +7 495 6519031, +7 495 7740071, www.estoco.ru, market@estoco.ru

© СТА-ПРЕСС

порядок более высокий КПД, а значит, повышенную производительность.

В результате применение таких электроприводов позволяет создавать технологическое оборудование с существенно улучшенными эксплуатационными характеристиками, а зачастую, и новыми свойствами. Более того, целый ряд технологических задач не может быть качественно решён с использованием других типов приводов. Серийно выпускаемые приводы на линейных двигателях для лазерного оборудования позволяют добиваться точности и повторяемости позиционирования лучше 1...3 мкм.

Источник лазерного излучения

В зависимости от обрабатываемого материала и его свойств, для микрообработки могут использоваться различные типы лазеров – от «традиционных» CO_2 и Nd:YAG с ламповой накачкой до волоконных, с диодной накачкой, фемтосекундных и т.д.

В таблице представлены сравнительные характеристики волоконных иттербиевых лазеров и лазеров Nd:YAG с ламповой накачкой при работе с различными материалами и при решении различных задач.

Заключение

Для лазерных комплексов микрообработки, как и для других лазерных систем, характерно соединение точного машиностроения с самой современной лазерной и управляющей техникой. В современном лазерном технологическом комплексе используются достижения многих направлений высокотехнологичного производства, и в то же время, развитие лазерных технологий обработки во многом определяет развитие практически всех отраслей промышленности [1]. Поэтому степень развития лазерных технологий обработки в любой стране отражают её технологический статус на мировом рынке, а также позволяют максимально эффективно справляться с трудностями, обусловленными рецессией, и даже совершенствовать собственные возможности и конкурентоспособность в период спада.

Литература

1. *Mayer A.* Vigorous recovery in laser materials processing. Laser Technik J. May 2011. No. 3. PP. 8–9.

Новости мира News of the World

Япония и Европа совместно разработают самые эффективные фотоэлектрические ячейки

Прогрессивные страны всерьёз настроены по максимуму использовать возможности возобновляемой энергетики, – взять хотя бы недавний анонс Германии о грядущей остановке ядерных электростанций или заявление Японии касательно обязательного оснащения всех строящихся зданий солнечными панелями к 2030 г. Недавно был предпринят ещё один важный шаг – Европа и Япония объявили о начале совместной разработки наиболее эффективных фотоэлектрических ячеек в мире.



Цель – добиться эффективности преобразования солнечной энергии в электричество на уровне 45%. Сейчас это практически недостижимая величина, поскольку КПД типичной солнечной батареи составляет 20…25%, в то время как ни одна разработка с КПД выше 40% не доведена до воплощения в коммерческом продукте.

Согласно новому соглашению, солнечная панель с 45-процентной эффективностью будет разработана в течение следующих четырёх лет. Коммерциализация технологии займёт ещё пять лет, а применение её в практических целях, по заявлению Японской организации по вопросам новых видов энергии и разработки промышленных технологий (Japan's New Energy and Industrial Technology Development Organization), будет возможно не раньше 2025 г.

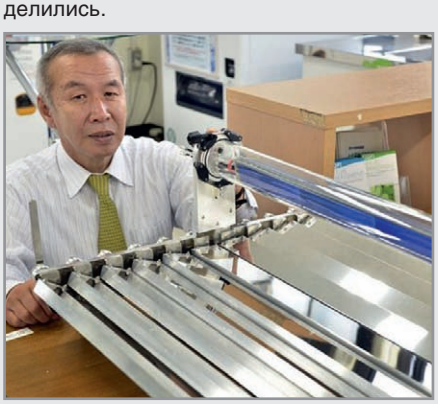
Бюджет проекта оценен в $15,5 млн., Япония предоставит $8,1 млн. от этой суммы. Участники со стороны Страны восходящего солнца – сплошь крупные игроки вроде Toyota, Sharp и Университета Токио. Европейский список участников включает организации из пяти различных стран: Германия, Великобритания, Италия, Испания и Франция.

http://www.nedo.go.jp/

Smart Solar International разработала поворотную солнечную панель оригинальной конструкции

После заявления японского правительства об обязательном оснащении всех строящихся зданий солнечными панелями, компании – производители подобного оборудования заметно активизировались. Свою разработку недавно представил токийский стартап Smart Solar International. Отличительной особенностью новинки является поворотный механизм, позволяющий элементам панели двигаться вслед за солнцем.

Схема устройства также отличается от традиционного варианта – в разработке Smart Solar International свет попадает не прямиком на фотоэлементы, а на алюминиевые зеркала, отражающие его в сторону закреплённой над ними центральной трубки. А уже в трубке расположены многослойные фотоэлементы. Такой подход позволяет заметно снизить стоимость солнечной панели, поскольку кремний – это основной и наиболее дорогой элемент традиционной плоской солнечной батареи. Конкретная стоимость одной панели не сообщается, судя по всему, окончательно с этим разработчики пока не определились.



Новая солнечная панель защищена от перегрева механизмом перераспределения тепла, направляющим его излишки в водонагревательный контур. Таким образом, Smart Solar International смогла создать устройство «два в одном», обеспечивающее здание электричеством и горячей водой.

Тестовые образцы в октябре отправят потенциальным клиентам в Азии и на Ближнем Востоке, продажи планируется начать в 2014 г. или раньше. Smart Solar International также будет обеспечивать солнечными панелями регионы Японии, пострадавшие от землетрясения и цунами.

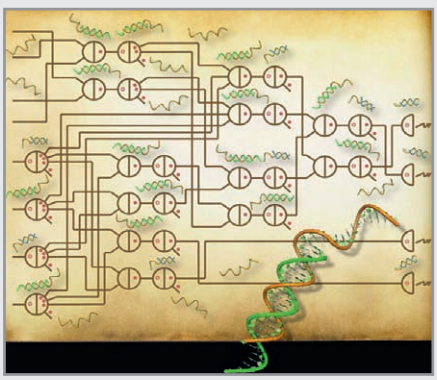
http://ubergizmo.com/

© СТА-ПРЕСС

Новости мира News of the World Новости мира

Учёные совершили огромный прорыв в сторону компьютеров на ДНК

Группа учёных из Калифорнийского технологического института создала наиболее сложные из когда-либо созданных биохимических цепей. Исследователям удалось сделать компьютер на базе ДНК, способный вычислять квадратные корни.



Предыдущие лабораторные экземпляры, которые создали учёные, были значительно проще, менее надёжны и непредсказуемы при масштабировании. В то же время создание крупных и сложных элементов такого рода вызывает сложности при отладке. Подход учёных Калифорнийского технологического института заключается в создании простых стандартизованных структур, которые легко поддаются масштабированию и имеют высокую надёжность.

«Представьте себе компьютерную индустрию, где разработчики постоянно движутся от более простого к более сложному, тем самым обеспечивая постоянный прогресс. Примерно то же самое делаем и мы, создавая наши вычислительные устройства на основе биохимических структур. То, чего мы добились сейчас, является лишь началом, но в будущем оно станет базой для создания сложных вычислительных устройств, в корне отличающихся от полупроводниковых», – сообщила одна из участников исследования Лулу Цянь.

При разработке учёные использовали фрагменты молекулы ДНК, чтобы создать цепи логического ветвления. Такие элементы выполняют те же функции, что и транзисторы, находящиеся в кристалле кремниевой микросхемы.

В будущем подобные исследования помогут человечеству создать принципиально новые компьютеры, которые смогут преодолеть существующие проблемы наноэлектроники, в частности, необходимость постоянного уменьшения технологического процесса, которое имеет определённый предел.

http://www.tgdaily.com/

D-Wave и Lockheed Martin объединились для создания квантового компьютера

В середине мая компания D-Wave рапортовала о создании чипа из 128 кубитов, работающего по законам квантовой механики. Несмотря на шквал критики и сомнения в работоспособности технологии, нашлась и заинтересованная сторона, готовая объединить усилия с D-Wave. Этой стороной стала корпорация Lockheed Martin, заключившая с D-Wave контракт на разработку и последующую покупку у последней квантовой вычислительной системы.

Президент D-Wave Верн Браунелл (Vern Brownell) заявил: «D-Wave весьма заинтересована в установлении стратегических отношений с Lockheed Martin Corporation. Наши объединённые силы обеспечат достаточно ресурсов для внедрения инноваций, необходимых в решении вычислительных проблем сегодняшнего и завтрашнего дня. Партнёрство позволит значительно увеличить потенциал квантовых вычислений».



В D-Wave уверены, что квантовые компьютеры смогут обеспечить феноменальную производительность во множестве задач, которые сейчас решаются с помощью традиционных технологий. К ним относится анализ финансовых рисков, распознавание объектов на изображениях, биоинформатика, обработка медицинской визуализации, расчёты с использованием концепции «сжатых измерений» и т.д.

http://www.dwavesys.com/

Дисплей от Pioneer с парящим в воздухе изображением

Pioneer уже достаточно давно работает над технологией Floating Vision, а теперь компания представила её версию для встроенных систем. Эти объекты, в отличие от большинства современных 3D-дисплеев, не уходят в глубину экрана, а появляются перед ним, как будто висят в воздухе. Возможности такого экрана компания продемонстрировала в Токио на примере автомобильного навигатора.

Следуя тенденциям современной моды в мире электроники, Pioneer позаботилась о том, чтобы сделать картинку интерактивной; управление осуществляется при помощи пространственных жестовых команд. В навигаторе дисплей Floating Vision окружён двумя традиционными плоскими экранами, на которые можно лёгким движением руки перебросить парящий в воздухе элемент интерфейса. Если этим элементом является значок стоянки или гостиницы, водитель увидит на карте расположение соответственно всех стоянок и гостиниц в ближайшей округе.

Крупные производители вроде Pioneer не занимаются подобными исследованиями ради научного или спортивного интереса, поэтому компания пообещала наладить массовое производство новых систем в обозримом будущем.

http://www.crunchgear.com/

Asahi Glass разработала тончайшее термополированное стекло

Компания Asahi Glass объявила о разработке тончайшего в мире термополированного стекла, произведённого по так называемому флоат-процессу. Этим термином обозначают процесс создания стеклянного слоя, при котором исходный материал в жидком виде выливается на слой расплавленного олова в атмосфере из азота и водорода. Сверхтонкое бесщелочное стекло будет использоваться в качестве подложки для дисплеев TFT-LCD нового поколения.



Изобретатели уверены, что новый материал окажется полезным не только для собственно дисплеев, но также для сенсорных панелей нового поколения, ультратонких систем освещения и прочих высокотехнологичных систем, в том числе и медицинских приборов. Термополированное стекло Asahi Glass может выливаться в любой форме; при малых толщине и весе материал сохраняет все свойства стекла: прозрачность, электроизоляцию, а также сопротивление воздействиям температуры, химических веществ и газов. Компания Asahi Glass пообещала официально представить новую разработку на выставке SID (Society for Information Display) в Лос-Анджелесе.

http://www.fareastgizmos.com/

© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Сколь кабель ни вейся, всё равно коннектор будет

Владимир Шевченко (Москва)

Компания «РТД-Универсал Электроникс» предлагает высокотехнологичное решение для построения кабельных линий связи. Разъёмы Lemo – ключевой элемент реализации технологии.

Бурное развитие информационных технологий предъявляет всё более высокие требования к линиям связи с точки зрения плотности и качества передаваемой информации. Всякий раз, когда возникает необходимость передать сигнал, нужно тщательно подбирать кабель, для того чтобы решить эту задачу с минимальными потерями или искажениями передаваемой информации.

Немного фантазии...

Представим себе, что существует такая технология, при которой можно было бы разъединять или сращивать кабель без применения специальных устройств; чтобы при этом в точке соединения в полном объёме восстанавливались бы электрические (оптические), механические и геометрические параметры кабеля, а самое главное – чтобы эту процедуру можно было проделывать сколько угодно раз, в кратчайший срок и без ущерба для вышеупомянутых характеристик.

Безусловно, имея такую фантастическую технологию, мы давно забыли бы, как выглядит коннекторная техника. Однако такой технологии не существует, а вышеизложенное даёт возможность сформулировать цели и задачи, которые призван решать коннектор, а также, что не менее важно, требования, предъявляемые к соединителям, роль и значение которых трудно переоценить. Ведь как бы ни было совершенно то или иное техническое устройство, но если нет возможности без потерь донести продукт его деятельности до потребителя – вся его деятельность сводится на нет.





Каким же требованиям должен отвечать разъём?

Если сказать коротко, то привлекать к себе как можно меньше внимания.

Ну, а если серьезно, то коннекторная техника должна отвечать следующим требованиям:

- максимально точно восстанавливать электрические (оптические) параметры кабеля с целью минимизации потерь в точке соединения;
- обеспечивать герметичность соединения не хуже, чем в любой точке на всей протяжённости фидера;
- обеспечить прочное и устойчивое соединение, отвечающее условиям эксплуатации;
- иметь минимальные габариты и массу. Диаметр в точке соединения должен стремиться к диаметру кабеля;
- удобство, простота, скорость и многократность реализации соединения и разъединения;
- привлекать минимум материальных средств без ущерба качеству соединения.

В связи с этим хотелось бы обратить внимание на технологии, которые реализуются специалистами компании «РТД-Универсал» и которые максимально отвечают вышеперечисленным требованиям, а также позволяют решать широкий круг задач в различных сферах.

Специалисты компании базируют свою деятельность на реализации Push-Pull-технологии. Именно она позволяет успешно реализовывать проекты, связанные с построением кабельных сетей, линий связи, передачи электроэнергии в условиях, когда необходимо в кратчайший срок развернуть и свернуть соответствующую аппаратуру, комплекс или быстро осуществить разъединение и соединение при обслуживании и настройке аппаратуры, при этом обеспечив надёжность передачи сигнала.

Разъёмы имеют степень защиты от IP50 до IP68. Таким образом, коннекторная техника Lemo успешно решает задачу качественного соединения.

Кроме того, компания Lemo имеет высокотехнологичные разработки, направленные на решение комплексной задачи. Гибридные коннекторы Lemo позволяют объединить в себе линии передачи оптического сигнала, высокочастотного сигнала, низковольтных и высоковольтных линий связи.

Разъёмы позволяют коммутировать любые типы электрических и оптических сигналов.

Компания «РТД-Универсал» предлагает высокоэффективные решения при построении оптических линий связи на базе передовых разработок компании Lemo.

Оптические и опико-электронные коннекторные системы Lemo воплощают в себе самые передовые разработки и достижения в этой области, позволяя не только качественно произвести соединение, но и осуществлять преобразование электрического сигнала в оптический и наоборот (Ethernet Media Converters).

Флагманом оптической коннекторной техники Lemo являются коннекторы серии 3K.93C. Это устройства, которые находят самое широкое применение благодаря тем возможностям, которые они позволяют реализовывать.

Оптические контакты поддерживают основные типоразмеры оптических кабелей 9/125; 50/1125; 62,5/125; 100/140, а также кабели больших размеров – 200/230; 400/430; 600/630, 800/830 и т.д. Разъёмы имеют степень защиты от IP50 до IP68 и пригодны для использования в различных климатических условиях.

Тел.(495)280-70-29

http://www.rtd-universal.com

© СТА-ПРЕСС

Новости мира News of the World Новости мира

Керамические конденсаторы для автомобильной электроники

Фирма Kemet предлагает многослойные керамические конденсаторы для использования в автомобильной электронике. Кон-

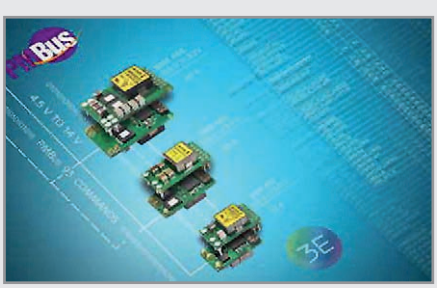


денсаторы поверхностного монтажа, выполненные в соответствии со стандартом AEC-Q200, имеются с диэлектриком X7R и C0G на постоянное напряжение от 500 до 3000 В с номиналами ёмкости от 10 пФ до 0,27 мкФ.

www.kemet.com

Цифровые стабилизаторы напряжения поддерживают 93 команды PMBus

3E-стабилизаторы напряжения (3E означает: Enhanced Performance, Energy Management и End-user Value) 12A BMR462, 20A BMR463 и 40A BMR464 компании Ericsson



поддерживают 93 команды PMBus. Это позволяет разработчикам контролировать и управлять распределением энергии от уровня системы до уровня платы. Цифровой PMBus-интерфейс обеспечивает возможность конфигурирования рабочих параметров и контроль входных и выходных напряжений, выходного тока и температуры прибора. BMR462, BMR463 и BMR464 могут применяться с двухпроводным I²C- или SMBus-хостом.

www.ericsson.com

Кремниевый конденсатор 1 мкФ на 250°C

Фирма IPDiA представляет кремниевый конденсатор в типоразмере 1206, с номиналом ёмкости 1 мкФ в диапазоне рабочих температур до 250°C. «Обычные» высокотемпературные кремниевые конденсаторы IPDiA имеют в диапазоне рабочих температур –55…+200°C отклонение ёмкости до ±1%, новый же конденсатор обеспечивает такое отклонение даже в диапазоне от –55…+250°C.

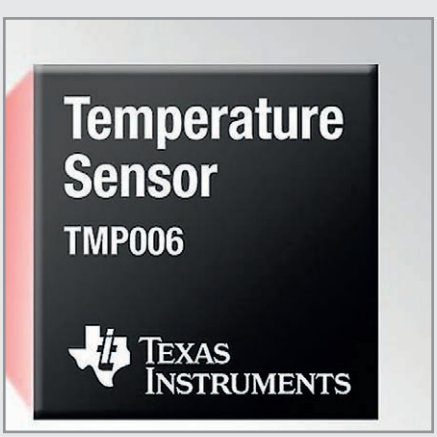
Имеются решения с толщиной 100 мкм. Конденсаторы предназначены для таких приложений, как радары, системы управления и системы раннего оповещения, для работы в моторном отсеке и для решений, применяющихся в нефтегазовой промышленности. Предлагаются стандартные конденсаторы в типоразмерах 1005, 0201, 0402, 0603, 0805 и 1206.

www.ipdia.com

MEMS-системы позволяют осуществлять измерение температур

Texas Instruments представляет функцию бесконтактного измерения температур в портативной бытовой электронике благодаря однокристальному пассивному инфракрасному (IR) датчику температур на базе микроэлектромеханических систем. Цифровой датчик температур TMP006 предлагает производителям мобильных устройств, например, смартфонов, планшетов и ноутбуков, возможность точного измерения температуры корпуса устройств с помощью инфракрасного излучения.

Усовершенствование используемого подхода приближённого вычисления температуры корпуса по температуре прибора позволит разработчикам программного обеспечения оптимизировать производительность системы и создать больший комфорт пользователям. Кроме того, TMP0006 можно использовать для измерения наружной температуры устройства, что позволит расширить функциональность устройств и пользовательских приложений.



TMP006 объединяет в себе интегрированный в чип термоэлектрический датчик на базе микроэлектромеханической системы, формирователи сигналов, 16-разрядный АЦП, датчик температуры кристалла и источник опорного напряжения – и всё это на одном кристалле 1,6 × 1,6 мм. Устройство представляет собой единое цифровое решение для бесконтактного измерения температур, размер которого на 95% меньше любого другого термоэлектрического датчика.

Ток покоя всего 240 мкА и 1 мкА в режиме отключения (shutdown) – на 90% меньше энергопотребления в сравнении с конкурирующими решениями.

Измерение широкого диапазона температур –40…+125°C с точностью ±0,5°C (типовое значение). Точность измерения пассивного IR-датчика, расположенного на кристалле, составляет ±1°.

Цифровой интерфейс датчика – I²C/SMBus.

Цифровой датчик дополняет широкий ассортимент ведущих в отрасли сверхкомпактных маломощных аналоговых устройств и продуктов со встроенной обработкой сигнала производства компании TI для применения в портативных устройствах управления аккумуляторами, интерфейса, аудиокодеков и беспроводной связи.

www.ti.com/tmp006-prru

Пироэлектрические инфракрасные датчики

Фирма Murata выпускает пироэлектрические инфракрасные датчики (PIR) серии IRS-B поверхностного монтажа в двухканальном и четырёхканальном исполнении. Датчики предназначены для широкого ассортимента энергосберегающих приложений в потребительских приборах. Семейство состоит из трёх моделей: IRS-B210ST01, IRS-B340ST02 и IRS-B345ST03. Размеры элементов 4,7 × 4,7 × 2,4 мм.

По заявлению производителя. они отличаются высокой чувствительностью, большим отношением сигнал-шум, большой нечувствительностью к изменениям температуры и низкой потребляемой мощностью. Датчики рекомендуются для переключения таких потребительских приборов, как, например, телевизоры, цифровые рамки или средства внутреннего освещения из режима энергосбережения в обычное рабочее состояние, когда регистрируется движение человека. IRS-B345ST03 в состоянии воспринимать мельчайшие движения руки или головы.

www.murata.eu

© СТА-ПРЕСС

Волоконно-оптическая система измерения уровня топлива

Андрей Архипов, Дмитрий Серебряков, Татьяна Мурашкина, Александр Бадеев, Антон Щевелев (г. Пенза)

Описывается новая система измерения уровня (ВОСИУТ), разработанная на базе волоконно-оптических сигнализаторов уровня жидкости и предназначенная для дискретного измерения уровня топлива в требуемом диапазоне. Система отличается повышенной надёжностью, искробезопасностью и высокими массогабаритными характеристиками. **Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта Министерства образования и науки.**

Современные и перспективные разработки авиационной, ракетно-космической и другой техники нуждаются в определённой номенклатуре датчиков для систем контроля, диагностики и управления, к которым предъявляют повышенные требования безопасности и работоспособности в жёстких условиях эксплуатации.

Существующие датчики и системы измерения уровня топлива, основанные на таких физических принципах, как ёмкостный, индуктивный и др., используют дополнительные системы защиты от искры, поскольку для преобразования измерительной информации применяются электрические сигналы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению массы датчиков. В вертолётной технике до настоящего времени используются поплавковые уровнемеры, занимающие до 10% объёма топливного бака и не позволяющие с высокой точностью выполнять измерения при наклоне относительно линии горизонта. Кроме того, такая система может выйти из строя при механических воздействиях. Поэтому была поставлена задача создать систему измерения уровня жидкого топлива, которая отвечала бы вышеупомянутым требованиям и не обладала недостатками существующих средств измерения.

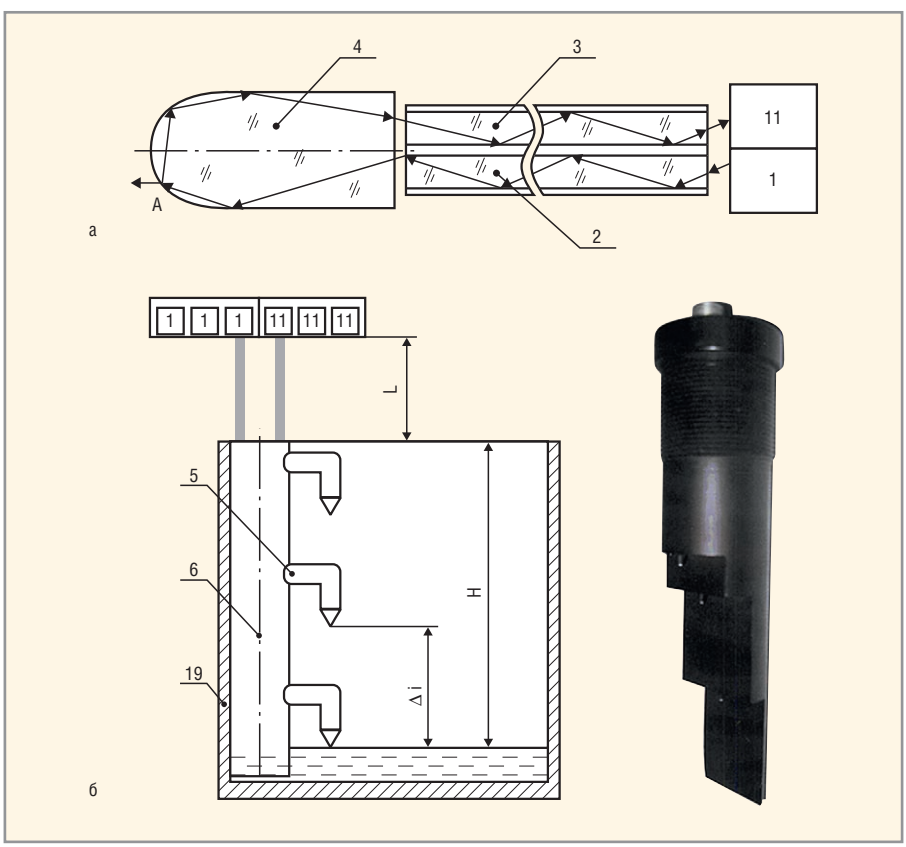


Рис. 1. Конструкция волоконно-оптической системы измерения уровня топлива

В работе [1] описан волоконно-оптический сигнализатор уровня жидкости, который частично решает поставленную задачу. Недостатком данного сигнализатора является отсутствие возможности контролировать несколько значений уровня жидкости.

Для полного решения поставленной задачи была разработана волоконно-оптическая система измерения уровня топлива (ВОСИУТ), показанная на рисунке 1 [2]. Система содержит источники излучения 1, например, полупроводниковые светодиоды, подводящие (ПОВ) 2 и отводящие (ООВ) 3 оптические волокна, оптические стержни 4, Г-образные корпуса 5, трубу 6, приёмники излучения 11, например фотодиоды.

Стержни 4 имеют круглое сечение и выполнены с шаровидными сегментами на рабочем торце, обращёнными в сторону жидкости радиусом R, определяемым выражением:

$$d_{ов} \le R \le 1{,}5d_{ов}, \qquad (1)$$

где $d_{ов}$ – диаметр оболочки оптического волокна из оптически прозрачного материала, например, из кварцевого стекла, для которого выполняется условие:

$$n_{СР} < n_{Т} < n_1,$$

где $n_{СР}$, $n_{Т}$, n_1 – показатели преломления окружающей среды, топлива и стержня соответственно.

Цилиндрическая часть стержней 4 закрепляется в Г-образных корпусах с помощью соединительного состава с коэффициентом преломления n_2, меньшим коэффициента преломления топлива $n_т$ ($n_2 < n_т$), при этом шаровой сегмент выступает за пределы корпуса 5 на значение, равное радиусу стержня R. С источниками излучения 1 состыкованы ПОВ 2, количество которых равно количеству точек

© СТА-ПРЕСС

съёма информации об уровне жидкого топлива.

Труба 6 изготавливается длиною не менее максимального значения измеряемого уровня топлива. Поперечное сечение трубы может быть круглым или прямоугольным. В трубе изготовлены сквозные отверстия так, чтобы их оси были перпендикулярны продольной оси трубы. Количество отверстий соответствует количеству точек съёма информации об уровне топлива.

Корпуса 5 крепятся к трубе 6 с помощью сварки так, чтобы отверстия в верхней части корпуса 5 были совмещены с отверстиями в трубе 6. Герметизация трубы осуществляется с помощью заглушки в её нижней части. Внутренняя полость трубы заполняется герметиком в целях исключения поломок оптических волокон при воздействии вибрации, ударов и т.п. Отводящие оптические волокна 3, количество которых равно количеству точек съёма информации об уровне жидкости, соединены с приёмниками излучения 11. Оптические волокна 2 и 3 проходят внутри трубы 6 и через отверстия в трубе 6 протянуты к приёмному торцу стержня 4.

Описываемая ВОСИУТ позволяет измерять несколько значений уровня жидкости с минимальной дискретностью, равной $\Delta i = d_{ов}$. Общее количество оптических волокон ВОСИУТ равно $2n$, где n – количество контролируемых точек уровня жидкости, причём длина L_i двух отдельных i-х волокон определяется соотношениями (см. рис. 2):

а) когда точки контроля уровня жидкости равноудалены:

$$L_i \geq L + [H - (i - 1)\Delta_i];$$

б) когда точки контроля уровня жидкости распределены по длине ёмкости неравномерно:

$$L_i \geq L + (H - \Delta_i),$$

где L – длина участка от источника 1 или приёмника излучения 11 до ёмкости 19 (см. рис. 1); H – высота ёмкости 19 (или расстояние от верхней границы ёмкости до последней точки съёма информации); Δ_i – расстояние между ближайшими точками контроля; $i = 1, 2, ..., n$ – порядковый номер точки съёма.

При отсутствии контакта шарового сегмента стержня 4 с жидкостью лучи света за счёт выполнения условия полного внутреннего отражения отражаются от поверхности стрежня и возвращаются обратно к входному торцу стержня 4, преломляются и выходят из стержня 4, падая на приёмный торец ООВ 3. По волокнам 3 поток излучения распространяется до приёмника излучения 11, где происходит его регистрация.

При контакте шарового сегмента с жидкостью происходит нарушение условия полного внутреннего отражения, и большая часть излучения выходит из стержня; оставшаяся (меньшая) часть по ООВ 3 распространяется до приёмника излучения 11.

Таким образом, наличию жидкости в зоне измерения соответствует высокий уровень напряжения приёмника излучения 11, а отсутствию жидкости – низкий уровень напряжения. Повышение или понижение уровня жидкости в ёмкости 19 ведёт к последовательному срабатыванию измерительных каналов. Сигналы с приёмников излучения 11 передаются в систему обработки информации, которая может выдавать сигнал в виде последовательного дискретного повышения или понижения напряжения соответственно при повышении и понижении уровня жидкости или обрабатывать сигналы с каждого измерительного канала.

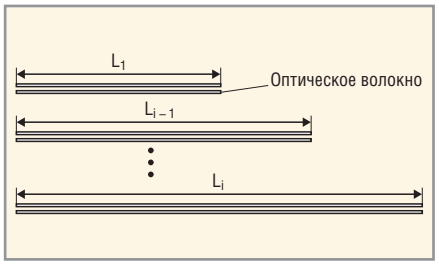


Рис. 2. Определение длины оптических волокон

Описываемая конструкция ВОСИУТ реализует дискретное измерение уровня жидкого топлива, что позволяет контролировать несколько значений уровня топлива в требуемых точках ёмкости. Система работоспособна в жёстких условиях эксплуатации, обладает абсолютной искро-, взрыво- и пожаробезопасностью, т.к. в качестве передающей среды используется световой поток, и не требует сложных технологических и измерительных операций при изготовлении.

Литература

1. *Серебряков Д.И., Мурашкина Т.И.* Волоконно-оптический сигнализатор уровня жидкости. Патент № 2297602, МПК G 01 F 23/22, 20.04.2007.
2. *Серебряков Д.И., Мурашкина Т.И., Пивкин А.Г., Архипов А.В., Мытарев А.В.* Патент РФ 2399887. Волоконно-оптический уровнемер и способ его изготовления.



© СТА-ПРЕСС

Испытательные комплексы для проверки бортовых авиационных приборов на соответствие квалификационным требованиям КТ-160

Александр Подолько (Москва)

В статье представлены технические решения по построению программно-аппаратных комплексов на базе серийно выпускаемого зарубежного оборудования для проведения испытаний, регламентированных разделами 16 – 22, 25 КТ-160.

В данной статье мы не будем объяснять необходимость проведения испытаний на соответствие квалификационным требованиям КТ-160 «Условия эксплуатации и окружающей среды для бортового авиационного оборудования (Внешние воздействующие факторы). Требования, нормы и методы испытаний». Этот документ был введён в действие с 1.10.2005 в качестве основного нормативно-технического документа (НТД) для проведения квалификации разрабатываемого бортового авиационного оборудования.

Оборудованием для проведения испытаний на механические, тепловые

Таблица 1. Комплекс для проведения испытаний на соответствие требованиям разделов 16, 17 и 18

Раздел требований	Приборы в составе комплекса	Основные характеристики приборов	Назначение
16 КТ-160D «Электропитание». Постоянный ток напряжением 27 В номинальной мощностью до 3 кВт	DAT80-120, DANA, Италия	Управляемый линейный источник постоянного тока: 0…80 В; 0…120 А; 9,6 кВт Аналоговое управление выходным напряжением Скорость изменения выходного напряжения 400 В/мс	Имитация всех показателей качества электроэнергии, установленных в КТ-160D, раздел 16, ГОСТ 19705 (кроме импульсов напряжения 50 и 600 В) и DO-160F, раздел 16 для испытаний авиационного оборудования, питающегося от сети постоянного тока 27 В при потребляемой номинальной мощности до 3000 Вт (максимальный потребляемый ток в диапазоне входных напряжений от 5 до 80 В – 120 А)
	TOE 8805-80, Toellner, Германия	Программируемый линейный источник постоянного тока: 0…32 В; 0…5 А; 160 Вт 1000 узловых точек для задания изменений во времени выходного напряжения и ограничений по току Скорость изменения выходного напряжения – 2 кВ/мс По заказу: амплитудная модуляция до 4 В; до 70 кГц (разд. 18 КТ-160) В предложенной конфигурации используется как программируемый задающий генератор для ИП фирмы DANA	
16 КТ-160D «Электропитание». Трёхфазный переменный ток, частота 360…800 Гц, напряжение 115/200 В, мощность 2 кВА на фазу с возможностью использования в однофазном режиме с мощностью 6 кВА. Постоянный ток напряжением 270 В, мощностью 4 кВт	61504, Chroma, Тайвань	Многофункциональный однофазный программируемый источник переменного тока 0…300 В; 16…1000 Гц; 2 кВА на фазу; постоянного тока напряжением до 400 В	Имитация всех показателей качества электроэнергии, установленных в ГОСТ 19705 (кроме импульсов напряжения 70 и 600 В и пульсации напряжения с частотой более 500 Гц в сети постоянного тока) и DO-160F раздел 16 для испытаний авиационного оборудования, питающегося от следующих сетей: – переменного тока трёхфазной и однофазной 115/230 В постоянной частоты 400 Гц и переменной частоты 360…800 Гц при мощности потребления до 6 кВА (максимальный ток до 14,8/44,4 А в диапазоне установившихся значений напряжений от 75 до 135 В); – постоянного тока 270 В при потребляемой мощности до 6 кВт (максимальный ток до 14 А в диапазоне установившихся значений напряжений от 230 до 290 В); –постоянного тока 27 В при потребляемой мощности до 500 Вт (максимальный ток линейно уменьшается с 22 А при напряжении 33 В, до 15 А при напряжении 20 В)
17 DO-160F «Импульсы напряжений»	MIG 2000-6, EMC-Partner, Швейцария	Генератор высоковольтных импульсов (силовая платформа)	Ввод в любую сеть электропитания высоковольтных импульсов ±600 В с формой, установленной разделом 16 КТ-160 (DO-160D), DO-160F и ГОСТ 19705
	Fx-DO160-S17, EMC-Partner, Швейцария	Сменный блок к MIG 2000-6, формирующий импульсы: амплитуда: ±(200…1000) В; длительность: 10 мкс; фронт: 2 мкс; период 1 с	
	CN-MIG-BT, EMC-Partner, Швейцария	Индуктор для инжекции в кабель питания импульсов от генератора MIG 2000-6 и синусоидальных колебаний с частотой более 5 кГц	
	Veri 50 (5), EMC-Partner, Швейцария	Высоковольтный высокочастотный резистор 50 Ом для калибровки процесса инжекции	
18 КТ-160D, «Восприимчивость к помехам звуковой частоты, поступающим через входы электропитания» Трёх-/однофазный переменный ток частотой 360…800 Гц, напряжение 115/200 В	TOE 7741, Toellner, Германия	Функциональный генератор 1 мГц…100 кГц; 45 мВ…45 В; 63 Вт. В качестве управляющего генератора обеспечивает в имитируемой сети постоянного тока пульсации напряжения с частотой до 20 кГц Через индуктор CN-MIG-BT обеспечивает создание в сети электропитания помех с частотой 5…100 кГц	Ввод помех до 5 кГц и амплитудой до 12 В в имитируемой цепи питания 115 В/400 Гц обеспечивается следующими функциональными возможностями программируемых источников питания переменного тока, предложенными для раздела 16: – поточечное построение формы выходного напряжения (дискретность 100 мкс.); – гармонический синтез выходного напряжения

© СТА-ПРЕСС

и климатические воздействия (разделы 4 – 8, 10 – 14 КТ-160) оснащены многие испытательные центры и соответствующие подразделения предприятий авиационной промышленности.

До последнего времени практически отсутствовало в России или существовало в единственном экземпляре оборудование для проведения испытаний на:

- воздействие нестабильности и помех, возникающих в цепях питания (разделы 16, 17, 18, см. таблицу 1);
- на электромагнитную совместимость (ЭМС) (разделы 19, 20, 21, см. таблицу 2);
- воздействие электростатических и молниевых разрядов (разделы 22, 23, 25, см. таблицу 3).

Это оборудование, как и любое испытательное оборудование, необходимо не только для проведения испытаний, но и для отработки технических решений, обеспечивающих успешное прохождение квалификационных испытаний.

В качестве одного из вариантов решения этой проблемы мы представляем наши технические решения по построению программно-аппаратных комплексов на базе серийно выпускаемого зарубежного оборудования для проведения испытаний, регламентированных разделами 16 – 22, 25 КТ-160D.

Комментарий к разделу 16 КТ-160D «Электропитание»

Целью этих испытаний является проверка работоспособности изделий в условиях возможного отклонения параметров электропитаниях от номинальных. Для проведения испытаний необходим программируемый источник питания постоянного или переменного тока. Сегодня на российском рынке уже появились предложения программируемых источников нескольких зарубежных производителей. Но чаще всего эти источники лишь имеют какой-либо цифровой интерфейс для дистанционного, не синхронизированного по времени управления выходным напряжением.

Нашей задачей является выдать строго нормированный во времени график изменения выходного напряжения источника. Для выполнения этой задачи на обычных программируемых источниках питания необходимо создать на компьютере программы реального времени для каждого испытательного сигнала.

Вторая проблема, которая возникает при попытке использования большинства предлагаемых программируемых источников питания, – это их быстродействие, т.е. скорость изменения выходного напряжения. У одних приборов эта характеристика вообще не приводится, у других (большинства) – неприемлема, так как составляет от 4 до 0,1 В/мс, в зависимости от входного сопротивления испытуемого изделия. Таким образом, время изменения выходного напряжения от 27 до 80 В и/или от 80 до 27 В будет составлять примерно 50...500 мс, а требования по длительности испытательного напряжения 80 В – 20 мс.

В КТ-160D не регламентировано время переходного процесса, но очевидно, что оно не должно быть в 5 – 20 раз больше регламентирован-



© СТА-ПРЕСС

Таблица 2. Комплекс для проведения испытаний на соответствие требованиям разделов 19, 20 и 21

Раздел требований	Приборы в составе комплекса	Основные характеристики приборов	Назначение
19 DO-160F «Восприимчивость к помехам индукции, воздействующим через провода линий связи и корпуса оборудования»	D4AAR, DANA, Италия	Источник переменного напряжения и тока (четырёхквадрантный усилитель) с токами до 120 А в диапазоне 0…20 В и частотами от 0 до 20 кГц, с встроенным аналоговым интерфейсом управления выходным напряжением	Создание магнитных полей, наводимых на корпуса и соединительные кабели для испытаний всех категорий оборудования (Z, A, B, C) (частоты 380 Гц…15 кГц, ток 1,6…120 А)
	TOE 7741, Toellner, Германия	Функциональный генератор 1 мГц…100 кГц; 45 мВ…45 В; 63 Вт	
	Заказное изделие	Повышающий трансформатор напряжения	Создание электрических полей, наводимых на соединительные кабели для испытаний всех категорий оборудования (Z, A, B, C) (частоты 380 Гц…15 кГц, напряженность поля 135…5400 В м)
	MIG 2000-6, MC-Partner, Швейцария	Генератор высоковольтных импульсов (силовая платформа)	Создание импульсов электрических полей, наводимых на соединительные кабели для испытаний всех категорий оборудования (Z, A, B, C)
	Fx-DO160-S19, EMC-Partner, Швейцария	Сменный блок к MIG 2000-6, формирующий пачки импульсов: амплитуда 100…1000 В; период повторения 4 мкс; длительность пачки 250 мкс	
20 DO-160F «Радиочастотная восприимчивость. (Проводимость)»	NSG 4070-75 (6), Teseq, Швейцария	Высокочастотный генератор 9 кГц…1 ГГц с встроенным усилителем 75 Вт	
	CIP 9136, Teseq, Швейцария	Инжектор для ввода радиочастотных помех от 10 кГц до 400 ГГц	
21 DO-160F, «Излучение радиочастотной энергии»	Aaronia MagnoShield DUR, Aaronia, Германия	Материал для экранирования помещения 5 × 3 × 3 м от внешнего магнитного поля, плотность потока до 0,8 Т; коэффициент подавления в 10–12 раз для частот от 0 до 30 МГц	
	Aaronia X-Dream +, Aaronia, Германия	Материал для экранирования помещения 5 × 3 × 3 м от внешнего радиоизлучения частотой от 1 МГц до 30 ГГц; подавление 80…100 дБ для RF и 40…50 дБ для LF	Альтернативный вариант экранирования от внешнего радиоизлучения
	Aaronia Shield, Aaronia, Германия	Прозрачный материал для экранирования объёма 2 × 1 × 0,7 м от внешнего радиоизлучения частотой от 100 МГц до 18 ГГц; подавление: 43…50 дБ для RF и 40…50 дБ для LF	
	Grounding Kits, Aaronia, Германия	Комплект заземления	
	EMC Bundle 3, Aaronia, Германия	Комплект для измерения электромагнитного излучения в составе: – анализатор спектра ВЧ 1 МГц…9 ГГц; – анализатор спектра НЧ 1 Гц…1 МГц; – биконическая широкополосная антенна 20 МГц…1 ГГц; – логопериодические широкополосные измерительные антенны 680 МГ…10 ГГц; – набор пробников для измерения электрических и магнитных полей 0…6 ГГц	

Таблица 3. Комплекс для проведения испытаний на соответствие требованиям разделов 22 и 25

Раздел требований	Приборы производства EMC-Partner, Швейцария	Основные характеристики приборов
22 DO-160F «Восприимчивость к переходным процессам, вызванным молнией»	MIG 0600MS	Генератор импульсов формы 1, 4, 5; уровень: 2 – 5 для MS и 2 – 3 для SS
	CN-MIG-TT	Pin-инжектор для контактного ввода импульсов
	CN-GI-CI/-V	Индуктор для электромагнитной наводки в кабель импульсов тока формы 1
	MIG 0618SS	Усилитель импульсов формы 1, 4, 5 до уровня 4, 5 для SS
	NW-MS-LEVEL1	Аттенюатор для ослабления импульсов формы 1, 4, 5 до уровня 1
	I-PROBE-MS	Пробник для измерения тока
	MIG-OS-MB	Генератор импульсов формы 2, 3 уровень 1 – 3 для контактного ввода; уровень 1 – 3 для любых кабелей; уровень 4 для кабелей длиннее 5 м; уровень 5 для кабелей с индуктивностью больше 47 мкГн
	MIG-OS-MB-EXT	Платформа для установки модулей генераторов импульсов формы 6H и усилителей импульсов формы 2, 3 до уровня 4 – 5 для любых кабелей
	AC-DC DEC Levet 4&5	Устройство согласования MIG-OS-MB-EXT с Pin-индуктором
	NW-WF6H-MB	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульс формы 6H
	NW-WF2-SS	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульсы формы 2 уровня 4, 5 – SS на любой кабель
	NW-WF3-1M-SS	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульс 1M-SS формы 3
	NW-WF3-10M-SS	Модуль к MIG-OS-MB-EXT, генерирующий импульс 10M-SS формы 3
	CN-MIG-BT	Индуктор для инжекции в кабель импульсов формы 2, 3; уровня 1 – 3 и импульсов от генератора MIG 2000-6
	CN-MIG-BT1	Индуктор для инжекции в кабель импульсов формы 2, 3 с апертурой 3 × 7,5
	CND-BDBC	Устройство развязки, защищающее источник питания от высокоамперных импульсов
	DN-LISN160-32	Эквивалент сети электропитания
	I-PROBE-MB-P1	Пробник для измерения тока при наведении в кабель импульсов формы 2 и 3
	TEMA	Программное обеспечение для управления комплексом MIG 0600MS и MIG-OS-MB
	ESD3000-OPTOLINK	Оптическая линия связи
	Veri 50	Высоковольтный резистор
	Genecs-mig	Программное обеспечение для управления MIG 2000-6
25 DO-160F «Электростатический разряд»	ESD3000DN1	Генератор электростатического разряда 150 пФ/330 Ом Воздушный разряд ±(1…30) кВ Контактный разряд ±(1…30) кВ Период 50 мс – 30 с
	ESD-VERI-V	Калибровочный резистор 20 ГОм
	ESD-TARGET2	Калибровочное устройство

© СТА-ПРЕСС



Рис. 1. Источник питания переменного тока 1500 iX фирмы California Instruments



Рис. 2. Генератор импульсов MIG 2000 фирмы EMC-Partner

ной длительности установившегося значения. Кстати, в DO-160F и в планируемых к выпуску в 2012 г. соответствующих требованиях КТ-160F регламентируется, что время переходных процессов должно быть не более 1 мс. Таким образом, быстродействие испытательного источника постоянного тока должно быть не менее 50 В/мс.

Мы рекомендуем в качестве программируемых источников питания постоянного тока серию TOE 88x5 немецкой фирмы Toellner. Это – классические линейные источники, специально разработанные для проведения испытаний различной техники и имеющие быстродействие более 2000 В/мс. Кроме того, в комплект поставки этих источников входит специальное программное обеспечение (ПО) Arbnet, автоматизирующее процесс создания управляющих команд временного изменения выходного напряжения.

Как и для других классических линейных источников, массогабаритные и стоимостные характеристики различных моделей серии TOE8x5 прямо пропорциональны их максимальной мощности. Поэтому мы рекомендуем источники TOE8x5 для проведения испытаний изделий номинальной мощностью до 0,5 кВт.

Для больших мощностей мы предлагаем использовать линейные источники итальянской фирмы DANA с двойным тиристорным управлением, имеющие аналоговый интерфейс. Эти приборы примерно в 2-3 раза меньше и дешевле, чем источники фирмы Toellner, и имеют быстродействие более 200 В/мс. В качестве задающего генератора для входа аналогового интерфейса можно использовать маломощный источник TOE 88x5, что обеспечит высокий уровень автоматизации создания испытательных сигналов.

Что касается программируемых источников переменного тока, то мировыми лидерами в этом сегменте являются фирмы Chroma, Тайвань и California Instruments, США (см. рис. 1). В конкурентной борьбе между собой они выпускают практически идентичные приборы с одинаковыми и очень широкими функциональными возможностями: работа в режимах AC, DC, AC+DC, гармонический синтез выходного сигнала и его спектральный анализ, «поточечное» построение с ограничением спектра выходного сигнала до 2,5 кГц.

Но самым главным конкурентным преимуществом изделий этих фирм является программное обеспечение, которое позволяет очень легко и быстро создавать различные испытательные сигналы. Библиотека испытательных сигналов для DO-160 уже создана и поставляется вместе с источником.

Большинство источников предлагаемых серий можно объединять в трёхфазную сеть или включать параллельно для увеличения мощности однофазной сети.

Комментарий к разделам 17, 19, 20 КТ-160D «Импульсы напряжения»

Так сложилось, что три мировых лидера в области разработки и производства испытательных генераторов для тестирования на ЭМС расположены в Швейцарии. Это фирмы Teseq (Schaffner), EM-Test и EMC-Partner (см. рис. 2). Наиболее широко проводятся испытания на общие требования по ЭМС (МЭК 61000, ГОСТ Р 51317-XX) и требования по ЭМС, принятые в автомобилестроении. Все три фирмы выпускают практически полный спектр оборудования для указанных испытаний, и в этой области между ними существует высокая конкуренция.

Что касается оборудования для испытаний на авиационные требования по ЭМС, то здесь между этими фирмами существует чёткое разделение. Генераторы высоковольтных импульсов под требования разделов 17 и 19 DO-160 выпускает только фирма EMC-Partner. Она же выпускает испытательный комплекс под раздел 22 «Восприимчивость к помехам, наведённым молниевыми разрядами».

Комплекс оборудования для испытаний под требования раздела 20 «Радиочастотная восприимчивость» выпускает фирма Teseq.

Здесь мы приводим только решение для испытаний на радиочастотную восприимчивость к помехам, наведённым в силовые и информационные линии связи. Решение, связанное с испытаниями на восприимчивость к излучаемым радиочастотным помехам, сильно зависит от габаритов испытуемого изделия.

Проблема обеспечения надёжной работы технических средств (ТС), особенно современной радиоэлектронной аппаратуры, в условиях взаимного электромагнитного влияния (ЭМС) и воздействия помех и различных нестабильностей в сети электропитания всегда была актуальной. На сегодняшний день существует реальная возможность подобрать оптимальный вариант испытательного оборудования для отработки технических решений, обеспечивающих решение этой проблемы.

Следует добавить, что практически все описанные в статье решения уже реализованы и успешно аттестованы с участием представителей 32 ГНИИИ МО РФ на проведение испытаний ТС в соответствии с требованиями, установленными конкретной НТД. Значительная часть вышеперечисленного оборудования будет представлена на авиасалоне МАКС-2011.

© СТА-ПРЕСС

На правах рекламы

Шина CompactPCI Serial – последовательная архитектура вместо параллельной

Вальдемар Руф (Германия)

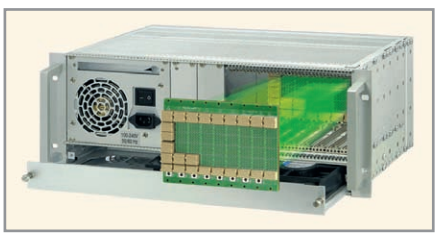
Спецификация шины CompactPCI Serial (PICMG CompactPCI-S.0) построена исключительно на последовательной архитектуре и обеспечивает скорость передачи данных до 32 Гб/с.

Плавный переход

Чтобы сгладить различия с шиной CompactPCI, для базовой спецификации CompactPCI была создана подспецификация CompactPCI PlusIO (PICMG 2.30), которая обеспечивает плавный переход на новую архитектуру. В CompactPCI PlusIO используется стандартная разводка выводов на разъёме P2 32-битового системного слота CompactPCI, для которого представлены четыре новые последовательные шины: PCIe, GbE, S-ATA и USB. Это позволяет конструировать смешанные системы для CompactPCI и CompactPCI Serial. Центральный процессор посылает сигналы на параллельные слоты CompactPCI в системе с помощью разъёма P1, а область P2, в свою очередь, подсоединена к быстрым последовательным слотам CompactPCI Serial. При этом скорость передачи данных увеличилась в 300 раз по сравнению с параллельной шиной. Вместо 150 соединений в CompactPCI, в CompactPCI Serial возможно более 360 соединений, 340 из которых являются высокоскоростными. Системные компоненты, например «медленные» платы ввода-вывода, могут оставаться на шине CompactPCI. Однако специальные платы, которым требуется один из новых протоколов или более высокая пропускная способность, следует разрабатывать под новую технологию.

Объединительные платы для систем CompactPCI Serial и смешанных систем

Компания Schroff разработала объединительные платы и системы для обеих спецификаций. В качестве объединительных плат можно использовать, например, гибридные восьмислотовые объединительные платы, которые включают три периферийных слота CompactPCI, один системный слот CompactPCI PlusIO и четыре периферийных слота CompactPCI Serial. Данные объединительные платы представлены в двух версиях: с портом Rear I/O или без него на слотах CompactPCI Serial. Эти платы представляют собой максимальную конфигурацию для смешанных систем и поэтому могут использоваться в любых приложениях. Другие объединительные платы с меньшим количеством слотов (например, с пятью) ещё разрабатываются.



Система CompactPCI Serial

Для шины CompactPCI Serial компания Schroff также разработала объединительную плату в максимальной конфигурации с девятью слотами, куда вошли один системный и восемь периферийных слотов (см. рисунок). Это позволяет использовать спецификацию в разнообразных приложениях. Существуют различные версии объединительной платы, причём PCIe, USB и S-ATA на всех платах имеют исполнение Single Star. Одна версия имеет исполнение Single Star для Gigabit Ethernet, другая оснащена кабельной разводкой Full Mesh в области GbE, что позволяет использовать её, например, для создания процессорных платформ или кластеров. Обе версии доступны с портом Rear I/O и без него.

Механическая конструкция и электропитание

Механическая конструкция систем CompactPCI Serial соответствует восьмислотовой системе CompactPCI 3+1 от Schroff со встроенной вентиляторной полкой высотой 1U. Благодаря объединительной плате в этих системах имеется достаточно места для установки девяти печатных плат высотой 3U. Системный слот расположен с левой стороны. Можно использовать платы центрального процессора двойной ширины, не внося конструктивных изменений. Кроме того, в спецификациях предусмотрено место для установки жёстких дисков и монтажное пространство для печатных плат Rear-I/O (в задней части).

По заказу поставляются блоки питания двух типов. Блок питания высотой 3U (8 HP, 160 HP) с выходной мощностью 250 Вт и сетевым входом IEC с обратной стороны для приборов, не подверженных нагреву, имеет даже меньшие допуски для предельных значений тока и напряжения, чем предписывает спецификация. Это даёт очевидные преимущества при использовании многоядерных процессоров. Для индивидуальных приложений данный блок питания доступен также в исполнении на 48 В. В качестве экономичной альтернативы можно установить блок питания ATX из новой серии блоков питания компании Schroff.

Выдвижная вентиляторная полка с функцией горячей замены, установленная под отсеком для плат, обеспечивает оптимальный отвод тепла из системы. Она может быть дополнительно оснащена плоским фильтром. В зависимости от установленного блока питания, в вентиляторной полке могут находиться два или три вентилятора, которые можно быстро заменить.

Спецификация CompactPCI Serial в сочетании с CompactPCI PlusIO (определяемой в качестве переходной) уже сейчас демонстрирует большой рыночный потенциал. Одним из примеров может служить использование в одной системе гибридной объединительной платы с системным слотом CompactPCI PlusIO в сочетании с обычной объединительной платой CompactPCI. Такая плата позволяет выполнить последующее обновление системы, обеспечивая возможность быстрого внедрения плат CompactPCI Serial.

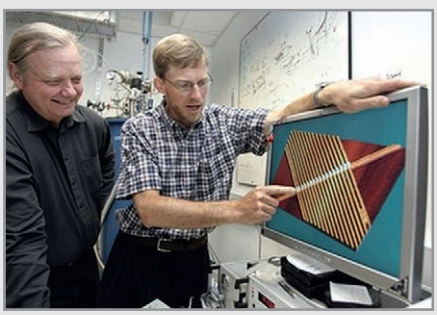
http://www.schroff.ru

© СТА-ПРЕСС

Новости мира News of the World Новости мира

HP «докопалась» до сути мемристоров

Исследователям из компании Hewlett-Packard удалось совершить небольшой прорыв в технологии устройств памяти следующего поколения, известных как мемристоры. Этот тип памяти считается потенциальной заменой в будущем таким широко известным технологиям, как флэш и DRAM. Мемристоры являются пассивными элементами микросхем наряду с резисторами, конденсаторами и катушками индуктивности. Теоретически мемристоры были предсказаны ещё в 1971 г. профессором Калифорнийского университета в Беркли Леоном Чуа (Leon Chua), но лабораторный образец мемристора впервые был создан только в 2008 г.



В статье, опубликованной в авторитетном научном издании «Нанотехнологии», учёные заявили, что им удалось, наконец, установить, какие процессы происходят в структуре мемристоров при прохождении через них электрического тока, а также химическую основу всего этого. Ранее, несмотря на то что опытные образцы мемристоров уже функционировали и даже сообщались планы начала коммерческого производства, их создателям не было известно, что же в действительности происходит внутри миниатюрных структур. Как утверждают учёные, это открытие позволит существенно улучшить технологию мемристоров.

Для исследования мемристоров специалисты HP использовали узконаправленные пучки рентгеновского излучения для определения канала шириной всего 100 нм, где происходит изменение сопротивления. Память, которая может работать на базе мемристоров, называется ReRAM. Она отличается энергонезависимостью, как флэш-чипы, и при этом по скорости может сравняться с традиционной оперативной DRAM-памятью.

Старший научный сотрудник HP считает, что технология мемристоров может быть поставлена на коммерческие рельсы уже в середине 2013 г. При этом он отметил, что его заявление не является официальным обещанием компании. На данный момент HP уже удалось с использованием мемристоров, 15-нм техпроцесса и четырёхслойного дизайна чипов памяти добиться плотности записи 12 Гб на кв. см.

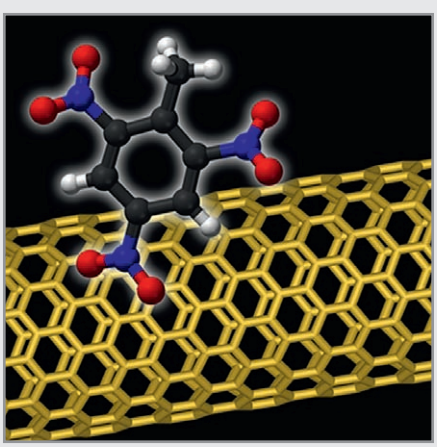
http://www.computerworld.com/

Разработан новый детектор взрывчатых веществ

Исследователи из MIT создали новый детектор, который обладает удивительной чувствительностью. Он может найти одну единственную молекулу взрывчатого вещества, например, тринитротолуола (TNT).

Для создания датчика химики-инженеры во главе с Майклом Страно (Michael Strano) использовали углеродные нанотрубки – полые, толщиной всего в один атом цилиндры из чистого углерода с белковыми фрагментами, которые обычно находятся в пчелином яде. Первый раз эти белки используются для обнаружения взрывчатых веществ, в частности, нитро-ароматических соединений, которые входят в TNT.

Подобные детекторы гораздо эффективнее использующихся на данный момент в аэропортах, например, применяющих спектрометрию для анализа заряженных частиц, которые перемещаются по воздуху.

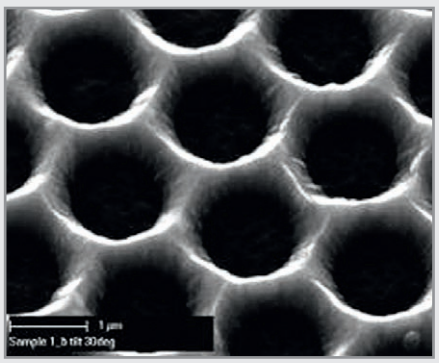


«Спектрометры, отслеживающие подвижность ионов, широко используются, так как они недорогие и очень надёжные. Но следующее поколение наносенсоров может улучшить процесс обнаружения вплоть до выявления одиночных молекул взрывчатого вещества при комнатных температуре и атмосферном давлении», – говорит Страно.

http://www.mit.edu/

Новый вид солнечных батарей – «швейцарский сыр»

Результатом сотрудничества швейцарской компании Oerlikon Solar и чешского



Института физики стал новый дизайн тонкоплёночных солнечных элементов, который при меньшем потреблении кремния повышает эффективность солнечных батарей.

В солнечных батареях обычно используются солнечные элементы из аморфного кремния и микрокристаллические кремниевые клетки (Микроморф). «Недостатком этих клеток является то, что стабильная эффективность панели меньше, чем у доминирующих в настоящее время кристаллических пластин на основе кремния», – объясняет Милан Ванечек (Milan Vanecek), который возглавляет исследовательскую группу в Институте физики в Праге.

«Чтобы аморфные и микрокристаллические клетки стали более стабильными, необходимо, чтобы они были очень тонкими из-за очень маленького расстояния между электрическими контактами, в результате чего энергия поглощается не очень эффективно, – отмечает Ванечек. – Толщина аморфного кремния от 200 до 300 нм, а микрокристаллического кремния – более 1 мкм».

Разработчики придумали новую форму, при которой оптический поглощающий слой клетки остаётся достаточно толстым, но расстояние между электродами – по-прежнему очень малым. «Наш новый 3D-дизайн солнечных элементов основывается на технологии плазменно-химического осаждения из газовой фазы. Данная методика уже используется для производства жидкокристаллических экранов, мы просто добавили новые наноструктурированные подложки», – говорит Ванечек.

Эти подложки представляют собой массив наностолбиков оксида цинка. «Такой подход оказался довольно успешным. Потенциально эффективность данного метода схожа с поликристаллическими пластинам, которые доминируют в промышленном производстве на данный момент, а их стоимость значительно ниже панелей Микроморф».

http://www.mit.edu/

© СТА-ПРЕСС

Микроконтроллеры и радиосвязь

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

Описывается технология радиосвязи между микроконтроллерами на основе кода Манчестера. Описаны радиоприёмное и радиопередающее устройства на базе микроконтроллеров. Приведены библиотечные функции среды разработки mikroC для поддержки кода Манчестера и примеры программ на языке Си для установления связи между микроконтроллерами.

Введение

В отличие от проводной связи, радиосвязь придаёт аппаратуре мобильность и независимость. Неслучайно появляется всё больше различных устройств с радиоканалом. Значительная роль в развитии таких устройств отводится микроконтроллерам. Благодаря своим малым размерам, они позволяют создавать самые миниатюрные устройства с радиоканалом. К числу таких устройств можно отнести телефоны сотовой связи, различные устройства с интерфейсом BlueTooth и WiFi, устройства автомобильной сигнализации, радиоклавиатуры, радиомыши и т.п.

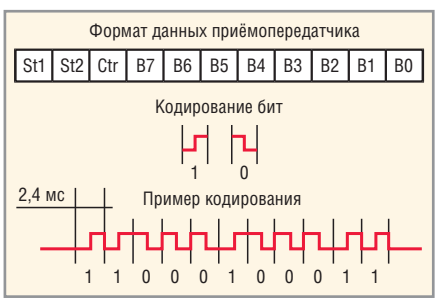


Рис. 1. Структура кода Манчестера

Код Манчестер-II

Рассмотрим один из самых простых примеров организации радиосвязи с помощью микроконтроллеров на основе кода Манчестер-II (далее КМ). Код Манчестер представляет собой самосинхронизирующийся код, где данные и синхронизация передаются в одном сигнале. Благодаря самосинхронизации, этот код часто используется в локальных сетях и радиосвязи.

Каждый бит данных в КМ кодируется переходом в середине битового интервала. Логическая единица кодируется нарастающим фронтом сигнала, а логический ноль – спадающим фронтом сигнала (или наоборот), т.е. в первой половине битового интервала передаётся уровень, противоположный биту информации, а во второй половине интервала – соответствующий биту информации (см. рис. 1). Таким образом, КМ содержит всего две основные гармоники в сигнале – F и 2F.

В представленном формате, кроме информационных разрядов B0 – B7, присутствуют два стартовых бита St1 и St2, а также бит управления Ctr. Скорость передачи информации определяется периодом передачи одного бита. На рисунке 1 этот период составляет 2,4 мс, что соответствует скорости примерно 416 бод.

Благодаря такому формату, сигнал КМ обладает следующими преимуществами:

- узкой полосой частот;
- отсутствием постоянной составляющей;
- высокой устойчивостью синхронизации.

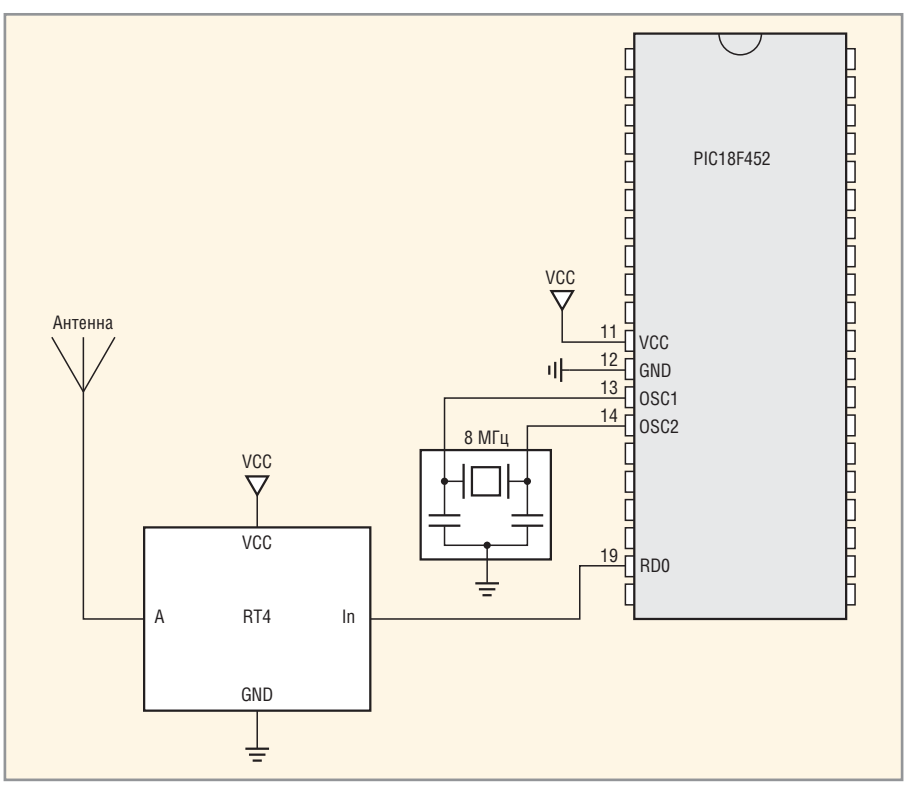


Рис. 2. Схема модуля передатчика

Радиомодули

Для построения модуля передатчика и приёмника можно использовать микроконтроллеры любых семейств. Рассмотрим вариант построения таких модулей на базе микроконтроллеров семейства PIC компании microchip [1]. Схемы модулей передатчика и приёмника показаны на рисунках 2 и 3 соответственно. Модули построены на основе компонентов компании Telecontrolli [2], которая производит экономичные и миниатюрные устройства для беспроводной связи в диапазоне радиоволн, а также в ультразвуковом и инфракрасном диапазонах.

Радиопередающий модуль RT4-XXX (XXX – рабочая частота 315, 418 или 433,92 МГц) представляет собой гибридную схему с резонатором на поверхностных акустических волнах (ПАВ) и внешней антенной. Принципиальная электрическая схема модуля показана на рисунке 4, а внешний вид – на рисунке 5. В таблице 1 представлены технические характеристики данного модуля; в таблице 2 приведено назначение его выводов.

Радиоприёмный модуль RR4-XXX представляет собой гибридную схе-

© СТА-ПРЕСС

ЗАО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ СВЧ

Тел.: (495) 917-21-03, Факс: (495) 917-19-70, Тел./Факс: (495) 917-25-62



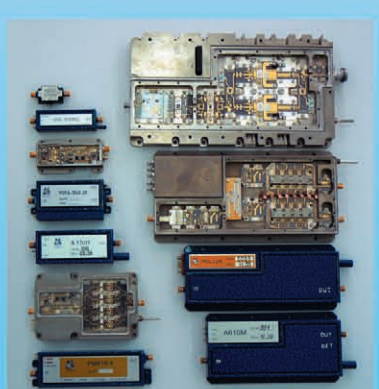
Некоторые серийно выпускаемые твердотельные широкополосные СВЧ усилители:

Наименование	Тип усилителя	ΔF, ГГц	Ку, дБ, тип.	ΔКу, дБ, не более	P_{-1}, Вт, тип.	Рнас, Вт, тип.	КСВН, не более	Vпит, В, тип.	Примечание
PM12-C8 -1	Мощный	1-2	47	3	18	24	2	+9, -5	
PM24-C8	Мощный	2-4	40	3	20	25	2	+9, -5	
PM24-C4MC	Мощный	2-4	33	3	10	12	2	+9, -5	
A610M	Мощный	4-8	38	3	7	8-12	2	+10, -5	
PM48 -1	Мощный	4-8	42	4	2,2	2,5	2	+9, -6	Цифровое управление усилением
PM412 - 8B	Мощный	4-12	42	5	8	10	2,5	+9, -9	Цифровое управление усилением
PM618 - 4B	Мощный	6-18	42	5	4	5	2,5	+9, -9	Цифровое управление усилением
PM818 -1	Мощный	8-18	36	6	1,8	2,0	2,5	+9, -6	Цифровое управление усилением
MSPA-1040-28	Предварительный	1-4	35	4	0,8	1,6	2,5	+9, -5	
MSPA-1020-26	Предварительный	1-2	38	3	0,4	0,6	2	+9, -5	
MSPA-2040-29	Предварительный	2-4	35	3	0,8	1,8	2	+9, -5	
MSLA2-20180-4.0	Малошумящий	2-18	26	4	0,01	-	2,5	+7,5	Кш не более 4 дБ

Усилители имеют герметичную конструкцию, встроенные стабилизаторы питания, температурную компенсацию усиления (температурные изменения усиления не более 1.5 дБ в диапазоне от -50 до +75 градусов, опция), возможность импульсной модуляции (опция), встроенный детектор выходной мощности (опция).

Реклама







© СТА-ПРЕСС

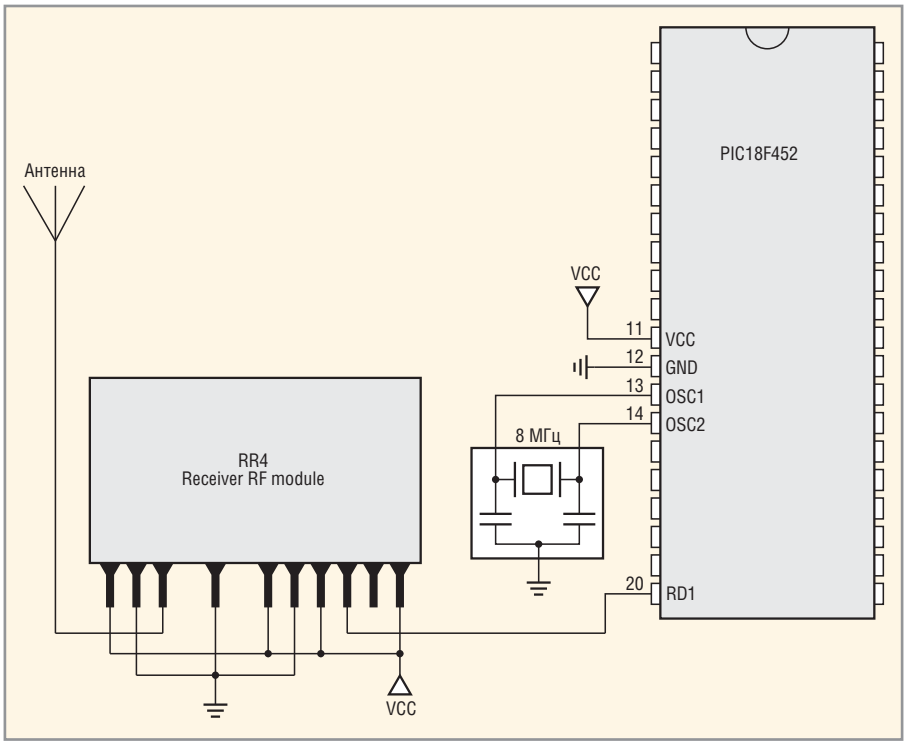


Рис. 3. Схема модуля приёмника

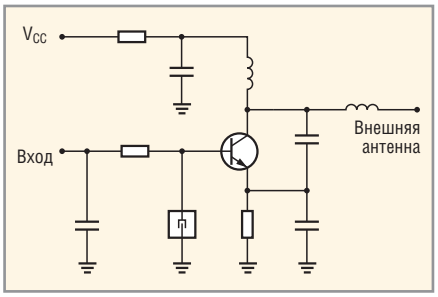


Рис. 4. Упрощённая схема радиопередающего модуля RT4-XXX

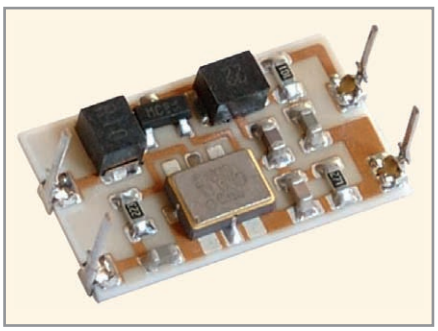


Рис. 5. Внешний вид радиопередающего модуля RT4-XXX

му сверхрегенеративного приёмника. Рабочая частота XXX, указываемая заказчиком, может находиться в диапазоне от 200 до 450 МГц. Приборы со стандартными европейскими и американскими частотами (315, 418 и 433,92 МГц) доступны на складе поставщика. Данный модуль сохраняет высокочастотную стабильность при механических колебаниях, транспортировке и в широком диапазоне температур. Высокая точность обеспечивается запатентованным процессом лазерной подстройки частоты.

Структурная схема радиоприёмного модуля показана на рисунке 6, а его внешний вид – на рисунке 7. В таблице 3 представлены технические характеристики данного модуля; в таблице 4 приведено назначение его выводов.

Рассмотренные выше радиомодули поддерживают амплитудную модуляцию (АМ). Однако фирма Telecontrolli также производит и поставляет радиомодули с частотной модуляцией (ЧМ), например, передающий RTFQ1-XX и приёмный RRFQ1-XXX. Схемы подключения данных модулей незначительно отличаются от рассмотренных выше.

Программирование

Рассмотрим примеры программ, которые «оживят» описанные выше микроконтроллерные устройства радиосвязи. Для разработки программ вновь воспользуемся библиотекой функций microC [3].

Таблица 1. Технические характеристики радиопередающего модуля RT4-XXX

Параметр	Название характеристики	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы измерения
V_{cc}	Напряжение питания	2		14	В
$I_{раб}$	Потребляемый ток (V_{cc} = 5 В, вход 1 кГц, меандр)	–	–	4	мА
F_w	Рабочая частота	303,8		433,92	МГц
$P_{вых}$	Высокочастотная выходная мощность на 50 Ом ($V_{вх}$ = 5 В, V_{cc} = 12 В)	–	7	10	дБм
Гармоническое паразитное излучение		–	–30	–	дБс
$V_{вх}$	Входное напряжение	2		V_{cc}	В
Максимальная частота передачи данных		–	–	4	кГц
$T_{раб}$	Диапазон рабочих температур	–25	–	80	°C

Таблица 2. Назначение выводов радиопередающего модуля RT4-XXX

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	V_{cc}	Напряжение питания
2	GND	Земля
3	IN	Вход модуляции
4	EA	Внешняя антенна

© СТА-ПРЕСС

Комплексные инженерные решения

M+W GROUP



Передовые технологические объекты:
- Полупроводниковое производство
- Плоские дисплеи
- Фотоэлектричество
- Элементы аккумуляторных батарей

Энергетика и экотехнологии:
- Возобновляемые источники энергии
- Энергия из отходов
- Электростанции
- Нефть и газ

Высокотехнологичная инфраструктура:
- Научно-исследовательские разработки
- Информационные технологии и телекоммуникации
- Космос и безопасность
- Общеотраслевые инфраструктуры

Биотехнология и химия:
- Фармацевтика и биотехника
- Пищевая промышленность и питание
- Косметическая промышленность
- Продукты химической промышленности

Автоматизация процессов

Продукты и услуги для чистых помещений

Компания M+W Group – ведущий мировой партнер в части инжиниринга, строительства и управления объектами на основе передовых технологий, медицины и биотехнологической индустрии, энергетики, экотехнологий и высокотехнологичных инфраструктур.

От разработки концепции проекта до его реализации «под ключ» компания управляет проектами различной величины, обеспечивая при этом быструю реализацию, высокие стандарты качества и экономически эффективное исполнение. Обладая опытом внедрения интегрированных решений, объединяющих технологические процессы, системы автоматизации и комплексные инфраструктуры, M+W Group фокусирует свою деятельность главным образом на ведущих компаниях в области электроники, биотехнологий, фотовольтаики, химической промышленности, автомобильной и коммуникационной отраслей, а также на исследовательских институтах и университетах.

M+W Group GmbH является холдинговой компанией с головным офисом в г. Штутгарт, Германия.

В 2010 г. M+W Group, по предварительным подсчетам, было получено заказов на 2,1 млрд. евро, при этом суммарный оборот компании составил около 1,8 млрд. евро; численность персонала по всему миру - около 6 000 сотрудников.

Владельцем M+W Group является Austrian Stumpf Group, осуществляющая успешную деятельность в таких сферах как высокотехнологичный инжиниринг, умная энергетика и возобновляемые источники энергии, инвестиции в недвижимость и технологии.

M+W Group
Лоттербергштрассе 30, 70499 Штутгарт, Германия
Тел +49 711 8804-0, Факс +49 711 8804-1309
info@mwgroup.net, www.mwgroup.net

ООО «М+В Хай Тек Проджектс» – Компания М+В Груп
123022, г. Москва, Россия ул. 2-я Звенигородская, д.13, стр. 42
Тел +7 495 662 32 20, Факс +7 495 641 16 83
info@rus.mwgroup.net, www.rus.mwgroup.net

04.095.09-05.2011

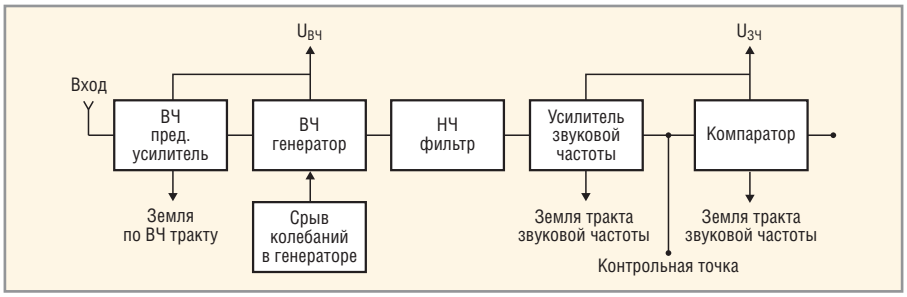


Рис. 6. Упрощённая схема радиоприёмного модуля RR4-XXX

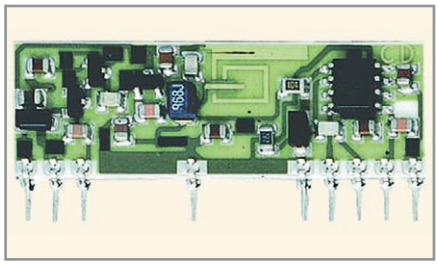


Рис. 7. Внешний вид радиоприёмного модуля RR4-XXX

Библиотечные функции для работы с КМ

Среда разработки mikroC предоставляет библиотеку для манипулирования сигналами в коде Манчестер. Для работы с КМ используются следующие функции:

- Man_Receive_Config;
- Man_Receive_Init;
- Man_Receive;
- Man_Send_Config;
- Man_Send_Init;
- Man_Send;
- Man_Synchro.

Вызовы функций приёма КМ (Man_Receive_Config, Man_Receive_Init, Man_Receive) являются блокирующими, т.е. микроконтроллер будет ожидать, пока действие (приём байта, синхронизация и т.п.) не будет выполнено. Функции приёма ограничены по скорости обмена на уровне 340...560 бод.

Детальное описание указанных функций представлено в таблицах 5 – 11 соответственно.

В листинге приведён текст программы для микроконтроллера радиопередающего модуля RT4-XXX, иллюстрирующий применение функции КМ для передачи данных.

```
void main() {
Man_Send_Init(); // Инициализация передатчика
while (1) { // Бесконечный цикл
Man_Send(0x0B); // Передать стартовый байт
Delay_ms(100); // Задержка на 100 мс
character = s1[0]; // Взять первый символ из строки
index = 0; // Инициализировать индекс символов
while (character) { // Пока не нулевой (завершающий) символ
Man_Send(character); // Передавать символы
Delay_ms(90); // Задержка на 90 мс
index++; // Увеличить индекс
character = s1[index]; // Взять очередной символ из строки
}
Man_Send(0x0E); // Передать стоповый байт
```

Таблица 3. Технические характеристики радиоприёмного модуля RR4-XXX

Параметр	Название характеристики	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы измерения
$U_{вч}$	Напряжение питания по ВЧ	4,5	5	5,5	В
$U_{зч}$	Напряжение питания по ЗЧ	4,5	5	5,5	В
I_s	Ток потребления	–	2,5	3	мА
F_w	Рабочая частота	200	–	450	МГц
Точность настройки		–	±0,2	±0,5	МГц
B_w	Полоса пропускания по уровню –3 дБ	–	±1,5	±2	МГц
Частота передачи данных		–	–	2	кГц
Чувствительность по ВЧ (100% AM)		–100	–105	–	дБм
Уровень излучаемого спектра		–	–70	–65	дБм
Uol	Низкий уровень выходного напряжения	–	–	0,6	В
Uoh	Высокий уровень выходного напряжения	3,6	–	–	В
Ток	Диапазон рабочих температур	–25	–	80	°C

Таблица 4. Назначение выводов радиоприёмного модуля RR4-XXX

Номер вывода	Назначение вывода
1	+V (питание ВЧ-тракта)
2	Земля (ВЧ-тракт)
3	Вход
4	Не подключен
5	Не подключен
6	Не подключен
7	Земля (ВЧ-тракт)
8	Не подключен
9	Не подключен
10	Не подключен
11	Земля (тракт ЗЧ)
12	+V (питание тракта ЗЧ)
13	Контрольная точка
14	Выход
15	+V (питание тракта ЗЧ)

Таблица 5. Описание функции Man_Receive_Config

Прототип	void Man_Receive_Config(unsigned short *port, unsigned short rxpin);
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Функция подготавливает микроконтроллер к приёму сигнала. Необходимо задать порт port и вывод (разряд порта от 0 до 7) rxpin для входного сигнала. В случае множественных ошибок приёма следует вызвать функцию Man_Receive_Config ещё раз для восстановления синхронизации
Требования	Нет
Пример	Man_Receive_Config(&PORTD, 6);

© СТА-ПРЕСС

ПОЛУПРОВОДНИКИ



Microsemi

- Импульсные СВЧ тразисторы для радаров
- Импульсные СВЧ транзисторы для авионики
- СВЧ диоды
- Полупроводники для специального применения
- Полупроводники для космического применения

ВЧ-СВЧ КОМПОНЕНТЫ



- Компоненты для обработки СВЧ сигналов
- Лабораторные СВЧ компоненты



JFW · MAURY MICROWAVE CORPORATION · Mini-Circuits · CASCADE MICROTECH · FLORIDA RF Labs · Microsemi · EMC Technology · ANTENNAPLUS · PLANAR · A1 Microwave

Реклама

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



TE connectivity · APEM

- Промышленные джойстики
- Кнопки, тумблеры, переключатели
- Светодиодные индикаторы
- Панели и клавиатуры
- Реле
- Разъёмы
- Кабели

ЮЕ-Интернейшнл

yesupport@yeint.ru www.yeint.ru

С-Петербург	(812) 324-40-08
Москва	(495) 783-96-62
Екатеринбург	(343) 365-90-40
Новосибирск	(383) 227-62-63
Самара	(846) 264-80-46
Нижний Новгород	(831) 220-59-64
Ростов-на Дону	(928) 100-77-05

Таблица 6. Описание функции Man_Receive_Init

Прототип	void Man_Receive_Init(unsigned short *port);
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Функция подготавливает микроконтроллер к приёму сигнала. Для неё необходимо задать только порт port, а вывод 6 (разряд порта) rxpin для входного сигнала будет выбран по умолчанию. В случае множественных ошибок приёма следует вызвать функцию Man_Receive_Init ещё раз для восстановления синхронизации
Требования	Нет
Пример	Man_Receive_Init(&PORTD);

Таблица 7. Описание функции Man_Receive

Прототип	unsigned short Man_Receive(unsigned short *error);
Возвращаемое значение	Принятый байт
Описание	Функция выделяет один байт из сигнала. Если формат сигнала не соответствует ожидаемому виду, аргументу error будет присвоено значение 255
Требования	Перед использованием данной функции необходимо подготовить микроконтроллер к приёму с помощью функции Man_Receive_Config или Man_Receive_Init

Пример	unsigned short temp = 0, error = 0;
	...
	temp = Man_Receive(error);
	if (error == 255) { ... /* обработка ошибки */ }

Таблица 8. Описание функции Man_Send_Config

Прототип	void Man_Send_Config(unsigned short *port, unsigned short txpin);
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Данная функция подготавливает микроконтроллер к посылке сигнала. Для неё необходимо задать порт port и вывод (разряд порта от 0 до 7) txpin для выходного сигнала. Скорость передачи постоянна и равна 500 бод
Требования	Нет
Пример	Man_Send_Config(&PORTD, 0);

Таблица 9. Описание функции Man_Send_Init

Прототип	void Man_Send_Init(unsigned short *port);
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Данная функция подготавливает микроконтроллер к посылке сигнала. Для неё необходимо задать только порт port, а вывод 0 (разряд порта) txpin для выходного сигнала будет выбран по умолчанию. Скорость передачи постоянна и равна 500 бод
Требования	Нет
Пример	Man_Send_Init(&PORTD);

Таблица 10. Описание функции Man_Send

Прототип	void Man_Send(unsigned short data);
Возвращаемое значение	Нет
Описание	Посылает один байт (data)
Требования	Перед использованием данной функции необходимо подготовить микроконтроллер к передаче с помощью функции Man_Send_Config или Man_Send_Init

Таблица 11. Описание функции Man_Synchro

Прототип	unsigned short Man_Synchro(void);
Возвращаемое значение	Половина битового интервала, заданная количеством дискретных значений по 10 мкс
Описание	Функция измеряет половину битового интервала, который задаётся с шагом 10 мкс. Это означает, что один битовый интервал может продолжаться не более 255 × 10 мкс = 2550 мкс
Требования	Перед использованием данной функции необходимо подготовить микроконтроллер к приёму с помощью функции Man_Receive_Config или Man_Receive_Init
Пример	Man_len = Man_Synchro();

```
Delay_ms(1000); // Задержка на 1 с
}
}
```

В листинге на сайте журнала приведён пример программы, осуществляющей приём сообщений в КМ для микроконтроллера радиоприёмного модуля RR4-XXX.

На основе приведённых выше программ можно решить задачу взаимодействия аппаратуры с радиоканалом на микроконтроллерах и других семейств. В частности, существует среда разработки mikroC for 8051 для поддержки микроконтроллеров семейства 8051 и mikroC for AVR для микроконтроллеров семейства AVR [4].

Литература

1. www.microchip.com.
2. http://www.telecontrolli.com/.
3. www. mikroe.com.
4. *Вальпа О.* Современная среда разработки mikroC для программирования микроконтроллеров на языке высокого уровня Си. Современная электроника. 2010. № 6. С. 64.

© СТА-ПРЕСС

Новости мира News of the World Новости мира

Самый большой в мире КМОП-сенсор будет бороться с раком

Созданный в недрах Университета Линкольна сенсор назвали DyNAMITe, что расшифровывается как Dynamic range Adjustable for Medical Imaging Technology microchip (буквальный перевод звучит примерно так: настраиваемый микрочип с динамическим диапазоном, предназначенный для получения изображений в медицинских целях).

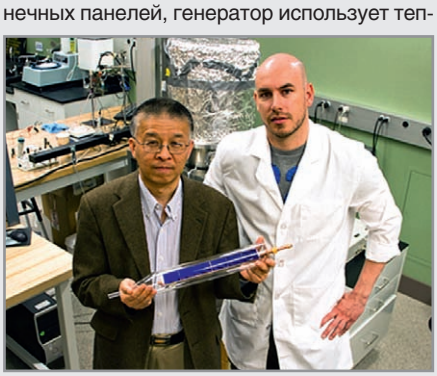


Действительно смешная шутка со стороны создателей – назвать этого монстра микрочипом, ведь он примерно в 200 раз больше тех, что используются в современных ПК. DyNAMITe будет применяться отнюдь не для съёмки сверхдетализированных портретов и ландшафтов, а исключительно во врачебных целях. Разработчики заявляют, что огромное разрешение (и возможность снимать видео с частотой 90 кадров/с) изображений пригодится докторам для обнаружения рака на самых ранних стадиях, кроме того, сенсор устойчиво переносит радиационное облучение на протяжении нескольких лет. Это означает, что его можно использовать в задачах маммографии и радиотерапии.

http://www.lincoln.ac.uk/

Учёные создали очередной генератор электричества из солнечной энергии

Учёные Массачусетского технологического университета (MIT) разработали новый тип термоэлектрического генератора, который использует солнечную энергию. В отличие от большинства современных солнечных панелей, генератор использует тепловую составляющую солнечного излучения, которая несёт в себе львиную долю энергии.



Группа исследователей опубликовала результаты своих трудов в журнале Nature. В статье описываются успехи, которых учёные достигли в создании специального наноструктурированного материала, который способен производить преобразование тепловой энергии в электричество значительно эффективнее, чем все существовавшие до этого термоэлектрические устройства.

Учёные полагают, что благодаря их разработке можно усовершенствовать существующие устройства для подогрева воды от солнца. Принцип, использованный исследователями, основан на том, что частицы наноматериала могут выступать как миниатюрные термоэлектрические генераторы, которые можно объединить в массив.

Устройства, производящие термоэлектрическое преобразование энергии, используются в технике достаточно широко. Тем не менее, разработка учёных из Массачусетского технологического университета позволит вывести эффективность такого преобразования на качественно новый уровень.

http://www.cnet.com/

Передача данных со скоростью до 40 Гб/с

Требования к максимальной скорости передачи данных в системах с различными шинными технологиями постоянно растут. Начало положили системы AdvancedTCA. Чипсеты для следующих поколений последовательных программных протоколов, например, 10 Gb/s Ethernet (10 G Base KR) или SRIO Gen2, либо уже доступны, либо в обозримом будущем поступят на рынок. Например, для PCI Express уже доступны драйверы к Gen2 со скоростью передачи данных 5 Гб/с на порт и скоро ожидается следующий шаг к Gen3 со скоростью 8 Гб/с.

Для протокола Serial-ATA, скорость передачи данных по которому сегодня составляет 3 Гб/с, также уже определена редакция 3.0, увеличивающая скорость вдвое, до 6 Гб/с. Разработка плат и переключателей для новых быстрых поколений программных протоколов продвигается очень быстро. И это не только на платформе AdvancedTCA, но и на основе всех других новых высокоскоростных стандартов, таких как VPX, CompactPCI Serial и MicroTCA.

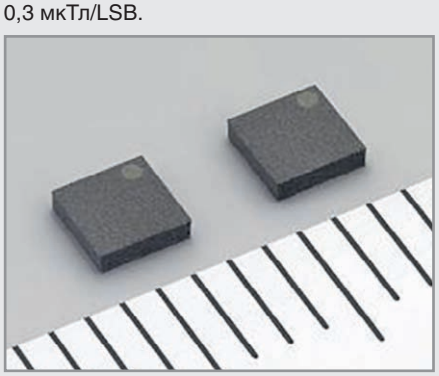
Также пользователям нужны системы, которые поддерживают ультрабыстрые новые протоколы. Это означает, что соответствующие объединительные платы, в свою очередь, должны быть рассчитаны на передачу данных с такой высокой скоростью. Инновационные разработки, проверенные тщательными испытаниями, позволяют сегодня компании Schroff изготавливать объединительные платы AdvancedTCA со скоростью передачи данных 40 Гб/с (10 G Base KR на четырёх параллельных портах).

Однако с учётом новых программных протоколов компания Schroff разработала и испытала также все другие новые объединительные платы и системы для VPX, CompactPCI Serial и MicroTCA. Кроме того, были приняты во внимание растущие требования к охлаждению и электропитанию. Благодаря этому компания Schroff уже сейчас может предложить системы самых разнообразных шинных технологий, поддерживающие все новые программные протоколы. Подробная информация об этом доступна на веб-сайте компании Schroff в размещённых там руководствах пользователя.

www.schroff.ru

Трёхосный геомагнитный датчик

Фирма Alps Electric Europe предлагает HSCDTD004A, трёхосный геомагнитный датчик, сочетающий в корпусе поверхностного монтажа функции электронного компаса и регистратора угловых скоростей. Элемент размером 2,5 × 2,5 × 0,7 мм имеет диапазон измерений –1,2…+1,2 мТл, а также потребляемый ток 200 мкА. Разрешение на выходе составляет 0,3 мкТл/LSB.



Напряжения управления 2,4…3,6 В (аналоговое) и 1,7…3,6 В (цифровое). Для коммуникации с другими элементами служат такие интерфейсы, как I²C и SPI. HSCDTD004A работает в температурном диапазоне –30…+85°C.

http://www.alps.com/e/

© СТА-ПРЕСС

Реализация изолированного интерфейса шины I²C с использованием цифровых изоляторов

Печатается с разрешения Texas Instruments (www.ti.com)

Томас Кюгельштадт (США)

В данной статье вкратце описывается работа шины I²C, после чего рассматривается реализация изолированного интерфейса на основе микросхемы цифрового изолятора с ёмкостным изоляционным барьером и некоторого числа дополнительных компонентов.

В соответствии с последними изменениями в нормативных документах, касающихся как разработки, так и использования промышленных приборов и оборудования, практически любые промышленные комплексы или интерфейсы должны иметь гальваническую развязку. Шина I²C (Inter-Integrated Circuit) представляет собой несимметричную мультимастерную двухпроводную шину. Несмотря на то что эта шина предназначена исключительно для передачи данных между близко расположенными микросхемами, к ней тоже предъявляются требования по развязке.

Основная проблема при реализации изолированного интерфейса шины I²C с использованием стандартных цифровых изоляторов состоит в том, что режим работы шины отличается от того режима, на который рассчитаны микросхемы изоляторов. Шина I²C работает в двунаправленном полудуплексном режиме, тогда как стандартные микросхемы цифровых изоляторов представляют собой однонаправленные устройства. Для эффективного совместного использования обеих упомянутых технологий необходимы дополнительные компоненты, которые позволят преобразовать двунаправленную шину в два однонаправленных сигнальных тракта без внесения значительных задержек.

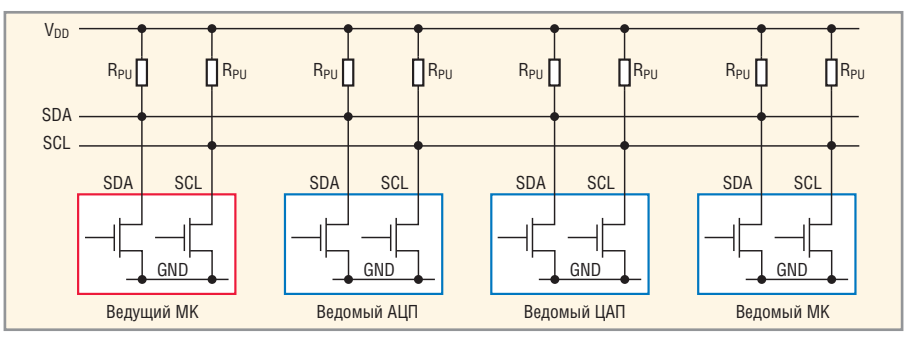


Рис. 1. Шина I²C

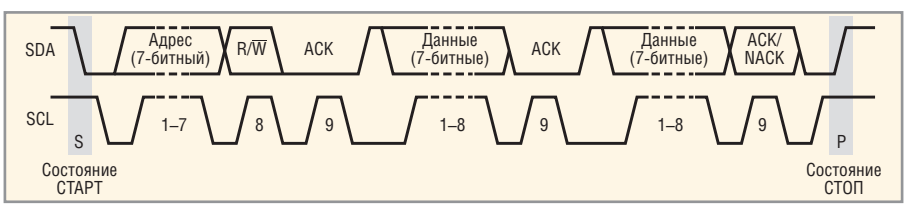


Рис. 2. Временная диаграмма законченной процедуры пересылки данных

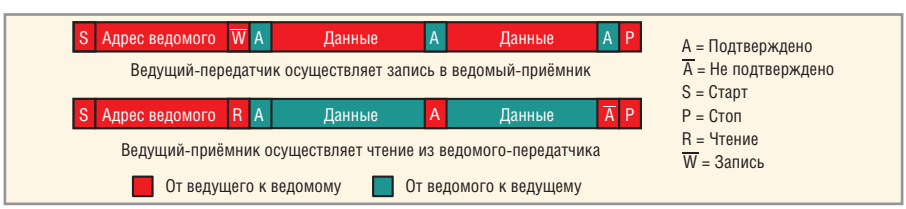


Рис. 3. Переключение между режимами передачи и приёма во время пересылки данных

Шина I²C

Выходные каскады устройств, подключаемых к шине I²C, выполняются по схеме с открытым стоком, поэтому линия данных (SDA) и линия тактового сигнала (SCL) должны быть подтянуты резисторами к шине питания V_{DD} (рис. 1). Соответственно, выдача на линию лог. 0 осуществляется подтяжкой её к общему проводу, а выдача лог. 1 – переключением выхода в высокоимпедансное состояние. Смена логического уровня на линии данных должна производиться только при низком уровне на линии SCL, поскольку изменение уровня на линии SDA при высоком уровне на линии SCL используется для формирования специальных состояний СТАРТ и СТОП. Как правило, шина I²C работает при напряжении 3,3 или 5 В, однако ничто не мешает использовать её в системах с большим или меньшим напряжением питания.

При обмене по шине I²C используется семибитное адресное пространство с 16 зарезервированными адресами, т.е. теоретически к одной шине может быть подключено до 112 устройств. На практике же число устройств ограничено максимально допустимой ёмкостью шины (400 пФ), из-за чего расстояние между узлами шины не может превышать нескольких метров. В стандарте определены четыре скорости передачи данных: 100 Кбит/с (стандартный режим), 400 Кбит/с (быстрый режим), 1 Мбит/с (быстрый режим «плюс») и 3,4 Мбит/с (высокоскоростной режим).

Узлы шины могут выступать в двух качествах: ведущего и ведомого. Ведущее устройство генерирует тактовый сигнал и формирует адреса ведомых устройств, а также инициирует и завершает процесс обмен данными. Ведомое устройство получает от ведущего тактовый сигнал, принимает посылаемые им адреса и отвечает на его запросы. На рис. 2 показан типичный процесс передачи данных между ведущим и ведомым устройствами.

Для запуска процедуры обмена ведущий формирует на шине состояние СТАРТ, после чего передаёт семибит-

© СТА-ПРЕСС

ный адрес того ведомого, с которым он намеревается начать обмен. Адрес сопровождается битом ЧТЕНИЕ/ЗАПИСЬ (R/W), который показывает, какие действия будут осуществляться ведущим: передача данных ведомому («0») или приём данных от него («1»). После этого ведущий освобождает линию SDA, чтобы ведомый мог подтвердить приём данных.

В ответ на полученный байт ведомый передаёт бит подтверждения (ACK), удерживая на линии SDA низкий уровень в течение всего времени, пока на линии SCL присутствует высокий уровень девятого тактового импульса. После получения подтверждения ведущий продолжает работать в режиме передачи или приёма (в соответствии со значением переданного бита R/W), а ведомый – в противоположном режиме (режим приёма или передачи соответственно).

Адрес и восьмибитные данные передаются, начиная со старшего значащего бита (MSB). Состояние СТАРТ формируется путём изменения уровня на линии SDA с высокого на низкий при высоком уровне на линии SCL. А состояние СТОП формируется путём изменения уровня

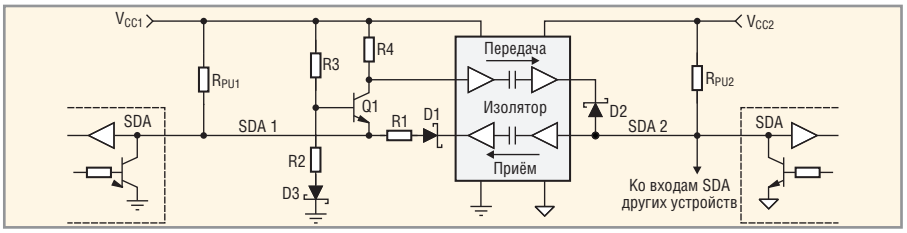


Рис. 4. Развязка линии SDA шины I²C с использованием микросхемы цифрового изолятора

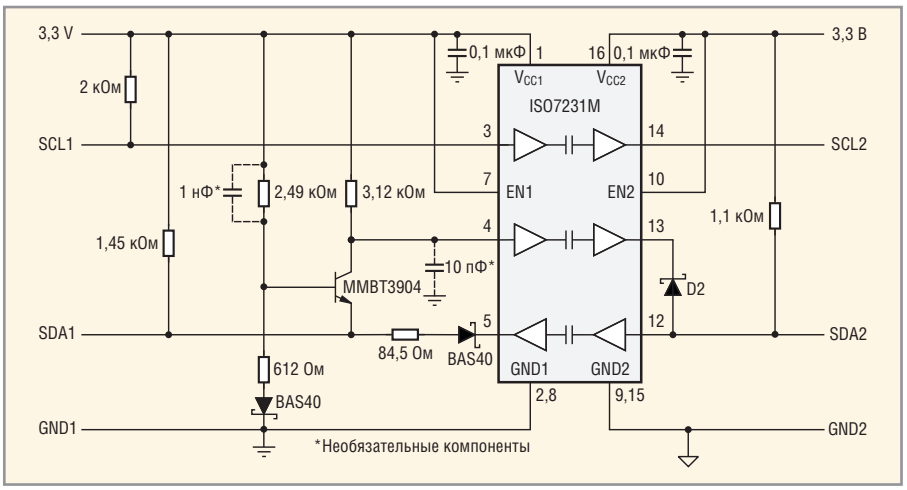


Рис. 5. Окончательная схема развязки

на линии SDA с низкого на высокий при высоком уровне на линии SCL.

При записи в ведомое устройство ведущий циклически отсылает ведомому байты данных, а ведомый для каждого принятого байта формирует бит подтверждения ACK. В этом случае ведущий работает в режиме ведущий-пе-



© СТА-ПРЕСС

Задержки распространения сигнала

От SDA1 к SDA2		От SDA2 к SDA1		Условия
Нарастающий фронт, нс	Спадающий фронт, нс	Нарастающий фронт, нс	Спадающий фронт, нс	
121	124	113	82	Без конденсаторов
136	140	113	82	10 пФ
103	136	113	82	10 пФ + 1 нФ
86	140	113	82	1 нФ

редатчик, а ведомый – в режиме ведомый-приёмник.

При чтении из ведомого устройства ведущий поочерёдно принимает байты данных от ведомого и в ответ на каждый принятый байт, кроме последнего, отсылает бит подтверждения ACK (рис. 3). В этом случае ведущий работает в режиме ведущий-приёмник, а ведомый – в режиме ведомый-передатчик.

Для завершения процедуры обмена ведущий формирует на шине состояние СТОП. Если ведущий хочет сохранить контроль над шиной для выполнения последующих пересылок, то вместо состояния СТОП он может сразу же сформировать состояние СТАРТ.

При записи в ведомое устройство ведущий большую часть времени работает в режиме передачи, переключаясь в режим приёма только для получения подтверждений от ведомого.

При чтении из ведомого устройства ведущий сначала работает в режиме передачи, а после отсылки ведомому запроса на чтение (бит R/W = 1) переключается в режим приёма. Соответственно, ведомый до завершения транзакции работает в противоположном режиме.

Обратите внимание, что ведущий завершает процедуру чтения, не подтверждая последний принятый байт (отсылая ведомому в ответ бит NACK). Эта операция сбрасывает конечный автомат контроллера шины I²C ведомого устройства, позволяя ведущему сформировать на шине состояние СТОП.

Реализация гальванической развязки

Для развязки сигнальной линии шины I²C с использованием стандартной микросхемы цифрового изолятора необходимо разделить полудуплексную линию на отдельные тракты передачи и приёма и преобразовать с помощью диодов Шотки двухтактные выходы изолятора в выходы с открытым коллектором (рис. 4). Чтобы предотвратить проникновение передаваемого сигнала обратно в источник, в схеме был реализован компаратор, определяющий направление передачи сигнала и включающий соответствующий сигнальный тракт.

Функцию компаратора выполняет узел на транзисторе Q1. Поскольку основным уровнем переключения на шине I²C является низкий уровень, на базу Q1 подаётся такое смещение, чтобы транзистор открывался при появлении низкого уровня на выходе SDA1 и оставался в закрытом состоянии при появлении низкого уровня на линии SDA2. Величина смещения задаётся делителем на резисторах R3 и R2 (диод D3 предназначен для термокомпенсации). Чтобы исключить открытие транзистора Q1 при появлении низкого уровня на выходе SDA2, в схеме присутствует резистор R1, падение напряжения на котором при открытом диоде D1 увеличивает потенциал эмиттера V_E и уменьшает напряжение база–эмиттер до уровня, который меньше минимального напряжения открытия транзистора. Необходимо только следить, чтобы величина V_E не превысила минимального значения входного напряжения высокого уровня линии SDA1, которое, согласно спецификации I²C, равно $V_{IHmin} = 0{,}3V_{CC}$.

Итак, при появлении на линии SDA2 низкого уровня этот уровень транслируется в направлении приёма и вызывает увеличение напряжения на линии SDA1 до величины, достаточной для блокирования транзистора Q1, но не превышающей значения V_{IHmin}. То есть на входе I²C-устройства появляется корректный низкий уровень. В то же время резистор R4 формирует на входе изолятора тракта передачи высокий уровень, который препятствует открытию диода D2. После освобождения линии SDA2 и появления на ней потенциала V_{CC2} то же самое происходит и с линией SDA1 через некоторое время, определяемое задержкой прохождения сигнала через изолятор. При управлении изолятором со стороны шины (SDA2) задержки в распространении сигнала как для спадающего, так и для нарастающего фронта определяются, главным образом, только задержкой прохождения сигнала через изолятор.

В обратном направлении, при выставлении низкого уровня на линию SDA1, соответствующее максимальное выходное напряжение низкого уровня V_{OLmax} будет намного меньше напряжения V_E, что приведёт к открытию транзистора Q1. Сигнал низкого уровня, проходя через изолятор, смещает диод D2 в прямом направлении, в результате чего на линии SDA2 также появляется низкий уровень. Однако при освобождении линии SDA1 напряжение на ней не может сразу же подняться до уровня V_{CC1} из-за того, что на линии SDA2 всё еще присутствует низкий уровень. Вместо этого напряжение на линии SDA1 сначала увеличивается до уровня V_E, обеспечивающего закрытие транзистора Q1, и остаётся на данном уровне до тех пор, пока закрытый транзистор Q1 не позволит резистору R4 сформировать на входе изолятора высокий логический уровень, в результате чего закроется диод D1 и освободится линия SDA2. И только после этого напряжение на линии SDA1 станет равным V_{CC1}.

При управлении изолятором со стороны устройства (SDA1) схема компаратора вносит дополнительные задержки в распространение сигнала для обоих фронтов.

На рис. 5 приведена окончательная схема развязки, пригодная для подавляющего большинства приложений, в которых единственное ведущее устройство изолируется от шины ведомых. В этом случае двунаправленной является только линия SDA, а линия SCL работает в одном направлении. Для системы с несколькими ведущими, в которой обе линии шины являются двунаправленными, можно использовать микросхему изолятора ISO7242M, подключив линию SCL по той же схеме, что и линию SDA.

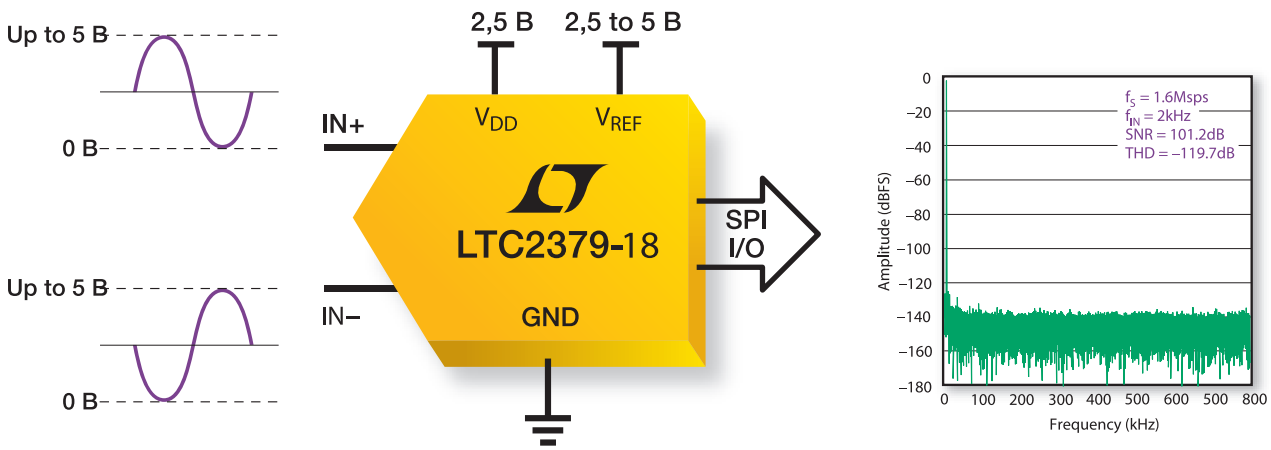
Типовые задержки распространения сигнала приведены в таблице (измерены при незначительной ёмкостной нагрузке на линиях SDA1 и SDA2). Заметьте, что при малых значениях напряжения питания может потребоваться установка дополнительного фильтрующего конденсатора ёмкостью 10 пФ для предотвращения ложных срабатываний внутренней логики изолятора из-за переходных процессов, возникающих при переключении транзистора Q1. Кроме того, можно уменьшить задержки распространения сигнала, подключив конденсатор параллельно верхнему резистору базового делителя для ускорения инжекции заряда в базу транзистора Q1.

Литература

1. interface.ti.com.
2. www.ti.com/sc/device/ISO7231M.
3. www.ti.com/sc/device/ISO7242M.

© СТА-ПРЕСС

18-Бит АЦП позволяет получить 101Дб шум-сигнал при скорости 1,6 МГц



Непревзойденная производительность при потреблении только 18 мВт

LTC®2379-18 самый производительный АЦП в линейке АЦП с архитектурой последовательного приближения позволяет достичь соотношения шум-сигнал 101 Дб при разрешении 18-бит и 96 Дб шум-сигнал при разрешении 16 бит на скорости преобразования от 250 кГц до 2 МГц. Специально выделенные выводы «Занят» и «Цепь» используемые с SPI-интерфейсом позволят достаточно просто перевести сигнал в цифровую форму без потерь. Уникальная функция цифровой компрессии устраняет необходимость в дополнительном отрицательном напряжении питания для АЦП и при этом реализует полный потенциал разрешающей способности АЦП и значительно снижает потребление.

Семейство совместимых 18-/16-Бит АЦП с последовательным приближением

	250ksps	500ksps	1Msps	1.6Msps	2Msps
18-Bit 101dB SNR	2376-18	2377-18	2378-18	2379-18	
16-Bit 96dB SNR	2376-16	2377-16	2378-16		2380-16
Потребляемая мощность	3.75mW	7.5mW	15mW	18mW	19mW

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

www.linear.com/2379

Особенности

- Выходная тактовая частота 1,6 МГц
- Соотношение Шум-Сигнал 101 Дб@Fin=2 кГц
- Интегральная нелинейность ±2LSB (Максимально), дифференциальная нелинейность 1LSB
- Малое потребление 18 мВт при скорости 1,6 МГц, 18 мкВт при 1,6 кГц
- Полностью дифференциальный вход
- Не требуется дополнительной отрицательной линии питания
- Гарантированный температурный диапазон от –40 до +125 °C
- Доступные корпуса: 16-выводной MSOP и DFN 4×3 мм

ГАММА
Санкт-Петербург +7 812 3216160, Москва +7 495 7881292, Ульяновск +7 8422 256911
info@icgamma.ru, www.icgamma.ru

LINEAR TECHNOLOGY

Реклама

© СТА-ПРЕСС

Датчики линейных перемещений на эффекте Холла

Павел Моисеев (г. Москва), Игорь Буслов, Валерий Бауткин, Александр Драпезо, Вячеслав Ярмолович (г. Минск, Беларусь)

Рассмотрены подходы к проектированию датчиков линейных перемещений (типа «магнитный репер») с использованием миниатюрных магнитных систем на основе редкоземельных магнитов и микроминиатюрных преобразователей Холла. Приведены результаты расчётов индукции магнитного поля, сделанные в программе Finite Element Method Magnetics.

Для изготовления высокоточных датчиков на эффекте Холла обычно используются магниты простых геометрических форм (куб, параллелепипед, цилиндр) и магнитные системы из них на основе редкоземельных элементов [1], например, самарий-кобальт или неодим-железо-бор, без магнитопроводов из магнитомягких материалов, которые могут ухудшить технические характеристики из-за гистерезиса. Фактор временной стабильности магнитных систем является определяющим.

Магнитный поток, создаваемый миниатюрным постоянным магнитом или магнитной системой, изменяется с течением времени под воздействием электромагнитных помех, механических нагрузок, температуры, радиации, влияния соседних магнитных масс и др. При этом различают структурную (старение) и магнитную нестабильности. Первая обусловлена кристаллическим строением, возможными фазовыми превращениями, уменьшением внутренних напряжений и другими причинами.

Отличия в нестабильности миниатюрных магнитов (и их систем) от массивных заключаются в том, что причины, их вызывающие, имеют различные относительные уровни. Например, доля изменений из-за градиента температур и деформаций снижается, а доля изменений из-за воздействия электромагнитных помех растёт. Общая нестабильность вызывается суперпозицией нескольких причин, которые не имеют ни аналитического описания, ни экспериментального разделения даже в массивных магнитах.

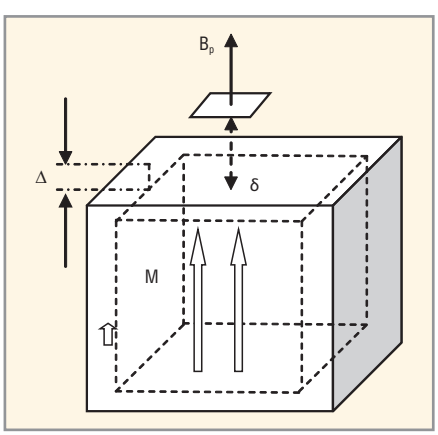


Рис. 1. Модель магнита с учётом дефектной поверхности

Для получения микромагнитов простых форм (параллелепипед, куб) из поставляемых массивных магнитов обычно выполняется электроэрозионная резка с точностью 0,05 мм. Микроскопические исследования показали, что в закритических магнитах на основе материалов самарий–кобальт и магнитов Nd–Fe–B после электроэрозионной резки остаётся дефектный слой. Этот слой имеет несколько микротрещин или сетку микротрещин глубиной до 500 мкм, а качество поверхности не превышает 4-го класса чистоты [2]. Поэтому операция электроэрозионной резки применима для магнитов, размеры которых превышают 5 мм.

Для изготовления миниатюрных магнитов с линейными размерами менее 5 мм авторами использовалась операция электрохимического профильного шлифования (U = 12...15 В, I = = 100...130 А), которая не даёт сколов и трещин; чистота обработки поверхности соответствует 9-му классу точности [2]. Заданные геометрические размеры магнита выдерживаются с точностью не ниже ±0,01 мм.

Магнитная стабилизация миниатюрного магнита проводилась термообработкой в печи, с трёхкратной циклической выдержкой при заданной температуре, зависящей от химического состава магнита, в течение 2 ч с последующим медленным охлаждением. Температура выдержки выбиралась из условия превышения максимальной температуры эксплуатации на 50...70°С. Как известно, магниты из сплавов кобальта с редкоземельными элементами, например, $SmCo_5$ и КС-37А, используются при температуре до 100°С.

При проектировании датчиков линейных и угловых перемещений с использованием миниатюрных магнитных систем на основе редкоземельных магнитов и микроминиатюрных преобразователей Холла целесообразно использовать компьютерные расчёты индукции магнитного поля, например, при помощи программы Finite Element Method Magnetics (femm, версия 4.2) [3]. Построение модели миниатюрного магнита или миниатюрной магнитной системы, по сравнению с массивными образцами, требует учёта размерных особенностей, чтобы получить хорошее согласование с экспериментом. Так как дефектный слой имеет несколько микротрещин или сетку микротрещин глубиной до 500 мкм, реальный объём миниатюрного магнита не совпадает с объёмом (и размерами), в котором его можно описывать намагниченностью M.

В дефектном слое намагниченность гораздо меньше ($M \to 0$) и является неконтролируемой величиной. Это не принципиально для распределения индукции магнитного поля на расстоянии, превышающем размеры дефектного слоя. Но если составляется конфигурация магнитов с геометрическим зазором между ними, стремящимся к нулю, то для корректного описания геометрии необходимо учитывать несовпадение геометрических размеров магнита и размеров, где магнит может быть описан намагниченностью M, как показано на рисунке 1. Даже в тщательно обработанных поверхностях магнитов, в том числе, магнитов, искусственно состаренных при повышенных температурах, дефект-

© СТА-ПРЕСС

ный слой Δ нельзя уменьшить более чем на порядок, т.е. зазор между магнитами составит не менее 0,2 мм, хотя магниты могут соприкасаться.

Ещё одной особенностью является выбор миниатюрных идентичных магнитов для составления магнитной системы. Суть проблемы заключается в том, что вырезанные из одного массивного магнита и подвергнутые технологической обработке миниатюрные магниты по своим характеристикам имеют значительный разброс. Поэтому необходим экспресс-метод контроля свойств магнитов и их разбраковка, заключающаяся в измерении индукции магнитного поля на поверхности магнита $B_p \approx B_s/2$, т.е. на расстоянии $\delta = 0{,}3$ мм, и подборе магнитов с одинаковыми значениями этого параметра на полюсах с относительной погрешностью не более 2%.

Самая простая миниатюрная магнитная система – это конфигурация из двух магнитов, выполненных в форме прямоугольного параллелепипеда с размерами *agc* и разнесённых на расстояние d_0 (см. рис. 2). Намагниченности магнитов противоположны. Элемент Холла движется в плоскости π, являющейся плоскостью магнитной и геометрической симметрии, параллельно оси Y на расстоянии *L* от неё. Прямоугольная система координат выбрана так, что плоскость XOY совпадает с плоскостью π, а начало координат находится в центре зазора. Элемент Холла измеряет нормальную составляющую индукции магнитного поля $B_n = B_x$ как функцию Y. Вследствие симметрии $B_z = 0$. Тогда в плоскости π мы имеем двухмерную задачу по определению распределения компонентов индукции магнитного поля B_x и B_y в каждой точке плоскости.

В эксперименте использовались следующие геометрические размеры $a = g = c = 5{,}0$ мм, $L = 0{,}5$ мм и $d_0 \approx 0$ мм. Магниты – редкоземельные КС37А, с основным компонентом $SmCo_5$. При расчётах размеры *L* и d_0 варьировались. Магниты выбирались как импортного производства, так и производства РФ, изготовленные из закритических материалов с различными значениями удельной энергии $(BH)_{max}$, причём 1 MGOe соответствует величине энер-



© СТА-ПРЕСС

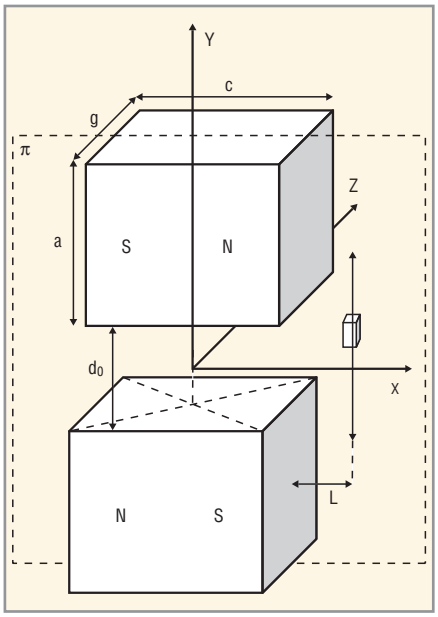


Рис. 2. Магнитная система из двух магнитов типа «магнитный репер»

гии 8 кДж/м3. Направление намагниченности также варьировалось. При d_0 менее 1 мм вносились поправки на существование дефектного слоя в магните толщиной $\Delta \approx 0{,}1$ мм с намагниченностью $M = 0$.

С помощью программы [3] решалось уравнение Пуассона для векторного магнитного потенциала A, где $B = \mathrm{rot}A$, а B – индукция магнитного поля. Для полного определения функции A использовалось условие $\mathrm{div}A = 0$, которое являлось калибровкой Кулона [4]. Уравнение, описывающее магнитные свойства материалов конструкции, записывалось в виде $B = \mu H + B_r$, где μ – магнитная проницаемость вещества, которая являлась функцией $|B|$, т.е. $1/\mu = f|B|$, что выражает нелинейную связь между полями B и H (напряжённость магнитного поля). Тангенциальная составляющая $A = 0$ на границе, находящейся в бесконечности, т.е. достаточно удалённой, чтобы магнитную энергию можно было принять равной нулю. На оси симметрии вращения накладывалось условие $A = 0$, а в плоскостях магнитной и геометрической симметрии – $dA/dn = 0$, т.е. линии потока перпендикулярны этим плоскостям.

Область расчета магнитного поля выбиралась как минимум на два порядка больше характерных размеров (длин $2a$). Она разбивалась на конечные элементы задаваемых размеров. Как правило, элементы, используемые для дискретизации рассматриваемой области, имели вид треугольников, причём их размеры увеличивались при приближении к границам модели в бесконечности. В областях, приближенных к магнитам, число точек дискретизации принудительно увеличивалось. В остальной области расчёта дискретизация выполнялась автоматически. Общее количество точек, в которых осуществлялся расчёт, составляло не менее 30 – 50 тыс. Постпроцессор решал систему линейных алгебраических уравнений до тех пор, пока сходимость уравнений не достигала 10^{-8}.

Для задания свойств магнитных материалов использовалась встроенная в программу femm библиотека. Для материалов российского производства параметры вводились вручную в соответствии с выбранными литературными источниками. На рис. 3–5 в основном приведены значения B_n-составляющей индукции магнитного поля в зависимости от длины перемещения по координате Y воображаемого датчика Холла. Начало перемещения 0 мм каждый раз задавалось вручную, исходя из длины перемещения моделируемого элемента Холла.

Изменение расстояния прохождения L элемента Холла над магнитами приводит к типичным изменениям B_n, как показано на рисунке 4. Следует отметить, что при таком расположении магнитов датчик может работать в очень узкой области вблизи смены магнитных полюсов, где очень высокий градиент B_n (см. рис. 5), и такая конструкция фактически выполняет функцию магнитного репера.

В таблице приведены средние значения градиента индукции магнитного поля B_n репера вблизи смены полюсов магнитов ($SmCo_5$ 20MGOe, d_0 = = 0,0 мм; $\Delta = 0{,}1$ мм). База расчёта градиента составляет 200 мкм при различных геометрических размерах.

В результате анализа полученных расчётных и экспериментальных данных о распределении компонентов индукции магнитного поля можно сформулировать рекомендации по оптимизации конструкция репера:

- для получения максимальной чувствительности элемента Холла к перемещению в зоне смены полюсов магнитной системы репера необходимо расположить миниатюрные магниты с нулевым расстоянием между ними (соприкасающимися), а расстояние между линией движения датчика Холла и репером выбрать минимально возможным, т.е. с учётом отсутствия механического контакта, в диапазоне 0,5 ± 0,1 мм;
- для получения высокого градиента магнитного поля в области смены полюсов репера необходимо использовать магниты, изготовленные из закритических материалов и обладающие высокими значениями удельной магнитной энергии и бездефектной приповерхностной структурой.

В результате компьютерного моделирования различных вариантов исполнения репера, включавших как выбор

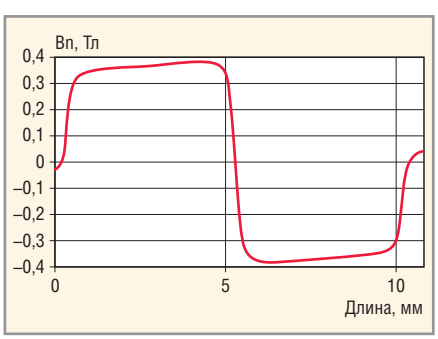


Рис. 3. Распределение нормальной составляющей индукции магнитного поля B_n магнитной системы из двух магнитов при $a = c =$ = 5,0 мм; $d_0 = 0{,}0$ мм; $\Delta = 0{,}1$ мм и $L = 0{,}0$ мм; магниты марки $SmCo_5$ 20MGOe

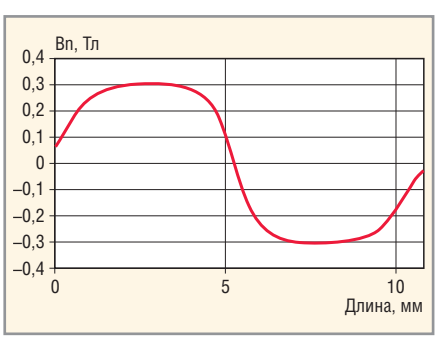


Рис. 4. Распределение нормальной составляющей индукции магнитного поля B_n магнитной системы из двух магнитов при $a = c =$ = 5,0 мм; $d_0 = 0{,}0$ мм; $\Delta = 0{,}1$ мм и $L = 0{,}5$ мм; магниты марки $SmCo_5$ 20MGOe

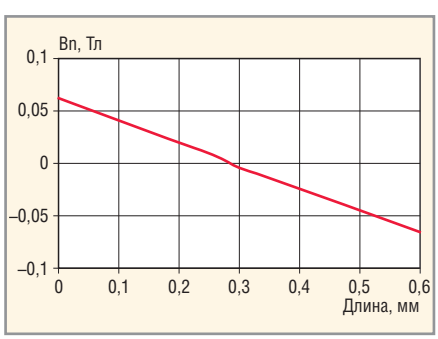


Рис. 5. Распределение нормальной составляющей индукции магнитного поля B_n репера вблизи смены полюсов магнитов при $a = c = 5{,}0$ мм; $d_0 = 0{,}0$ мм; $\Delta = 0{,}1$ мм и $L = 1{,}0$ мм; магниты марки $SmCo_5$ 20MGOe

© СТА-ПРЕСС

Средние значения градиента индукции магнитного поля репера вблизи смены полюсов магнитов ($SmCo_5$ 20MGOe, d_0 = 0,0 мм; Δ = 0,1 мм)

Градиент B_n, Тл/мм, при различных L						Конфигурация
L = 0,0 мм	L = 0,5 мм	L = 1,0 мм	L = 1,5 мм	L = 2,0 мм	L = 2,5 мм	
1,495	0,343	0,185	0,086	0,074	0,052	$a = c$ = 2 мм
1,545	0,433	0,208	0,113	0,070	0,042	$a = c$ = 3 мм
1,552	0,450	0,209	0,141	0,080	0,076	$a = c$ = 4 мм
1,550	0,406	0,228	0,126	0,125	0,067	$a = c$ = 5 мм
1,570	0,418	0,232	0,132	0,114	0,104	$a = c$ = 6 мм
1,569	0,398	0,226	0,165	0,102	0,085	$a = c$ = 7 мм

неидентичных магнитов, так и поворот вектора намагниченности у магнитов, можно уточнить технологические особенности выполнения репера, а именно:

- установлено, что при одинаковых геометрических размерах миниатюрных магнитов, обладающих неидентичными магнитными характеристиками, рабочая точка перехода магнитной индукции через ноль в области смены полюсов репера смещается к магниту с меньшей удельной энергией. Это смещение увеличивается с расстоянием между линией движения датчика Холла и репером;
- для выбора идентичных магнитов репера можно использовать экспресс-метод контроля идентичности свойств миниатюрных магнитов, заключающийся в измерении индукции магнитного поля на поверхности магнита на одинаковом расстоянии, не превышающем 0,3 мм от поверхности, и подборе магнитов с одинаковыми значениями индукции на полюсах S и N с относительной погрешностью не более 2%;
- поворот векторов намагниченности миниатюрных магнитов репера, расположенных не строго антипараллельно, приводит к ухудшению линейности и возникновению асимметрии распределения магнитного поля верхней части репера относительно нижней. Поэтому целесообразно осуществлять входной контроль миниатюрных магнитов также и по тангенциальной составляющей индукции магнитного поля по оси магнита.

В рамках международного проекта Беппи-Коломбо (исследование Меркурия) на спектрометрах МСАСИ (Япония) и ФЕБУС (Франция) были установлены сканирующие устройства, в которых применены описанные выше датчики положения типа «магнитный репер».

Литература

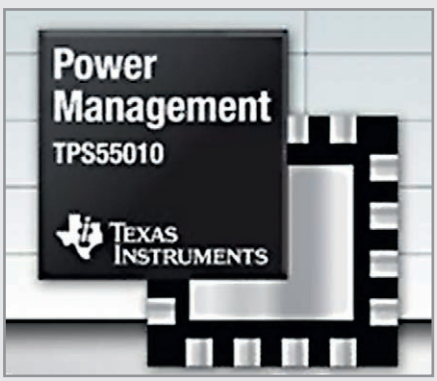
1. *Буслов И.И., Бауткин В., Драпезо А.П., Ярмолович В.А.* Разработка и применение специализированных датчиков с использованием миниатюрных преобразователей Холла и малогабаритных магнитных систем. Современная электроника. 2009. № 6. С. 14–17.
2. Постоянные магниты. Справочник. Под ред. *Ю.М. Пятина.* Энергия, 1980.
3. http://femm.foster-miller.com.
4. *Кулон Ж. -Л., Сабоннадьер Ж.-К.* САПР в электротехнике. Мир, 1988.

Новости мира News of the World Новости мира

Изолированный DC/DC-преобразователь для 2-Вт блоков питания

Компания Texas Instruments представила регулируемый в первичной цепи трансформатор-преобразователь для изолированных 2-ваттных блоков питания, которые применяются в системах программного управления, средствах промышленной автоматизации и других, чувствительных к шумам приложениях регистрации данных.

TPS55010 с интегрированными полевыми транзисторами располагает Fly-Buck-топологией для развязки по напряжению и для устранения контуров массы из аналоговых схем и коммуникационных интерфейсов, которые питаются от нестабилизированного входа 3,3 или 5 В, как, например, интерфейсы RS-485 и RS-232.



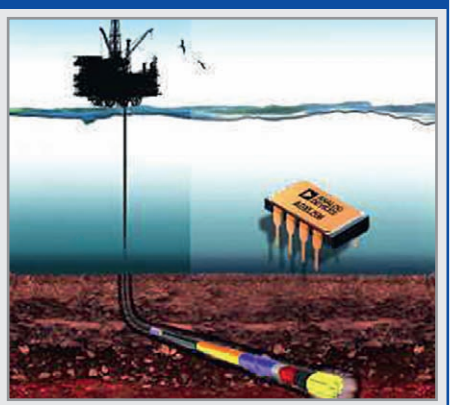
Преобразователь не требует оптрона, его КПД составляет до 85 . Изолированный DC/DC-преобразователь может использоваться с цифровыми быстродействующими развязывающими устройствами, например, с ISO721 и ISO722, а также с изолированными трансиверами, такими как изолированный Profibus ISO1176, изолированными RS-485-компонентами 3,3 В ISO35 и с изолированным 5-вольтовым трансивером RS-485 ISO3086.

В дополнение к TPS55010 для простого развязанного преобразования напряжения, а также для устранения контуров массы может применяться модуль питания 1 Вт DCP010505 с интегрированным преобразователем.

www.ti.com/tps55010-preu

Двухосный акселерометр для температурного диапазона –40… +175°C

Фирма Analog Devices предлагает ADXL206, двухосный iMEMS-датчик ускорений с выходными сигналами постоянного напряжения. Элемент измеряет ускорения в диапазоне ±5 g и регистрирует при этом как динамические ускорения (вызываемые, например, креном), так и статические (вызываемые, например, гравитацией).



При диапазоне рабочих температур –40…+175°C он выполняет условия для применения в геологических буровых установках и других промышленных приложениях, которые работают в условиях экстремально высоких температур. Датчик ускорений с собственными шумами 110 мкg/Гц$^{1/2}$ в приложениях с датчиками крена в состоянии распознавать сигналы менее 0,001 мg, что соответствует крену порядка 0,06°.

В зависимости от требований приложения, ширина полосы может выбираться в пределах от 0,5 Гц до 2,5 кГц. ADXL206 поставляется в корпусе SBDIP размером 13 × 8 × 2 мм с 8 выводами. Он выдерживает удары до 3,500 g.

www.analog.com/ADXL206

© СТА-ПРЕСС

Оптимизация мощности потерь в ключевых элементах трёхфазного инвертора напряжения

Игорь Воронин (Москва)

В статье проводится анализ эффективности применения жёсткой и мягкой коммутации в полном диапазоне выходной мощности инвертора.

Инновационное развитие энергетики, повышение энергоэффективности и энергосбережения являются основными приоритетами экономического и технологического развития России на ближайшие годы.

Наиболее актуальными задачами при разработке энергетически эффективных преобразователей электроэнергии являются:

- повышение коэффициента полезного действия;
- увеличение частоты преобразования;
- уменьшение массы и габаритов;
- снижение уровня импульсных помех;
- обеспечение электроэнергетической и электромагнитной совместимости с питающей сетью и нагрузкой.

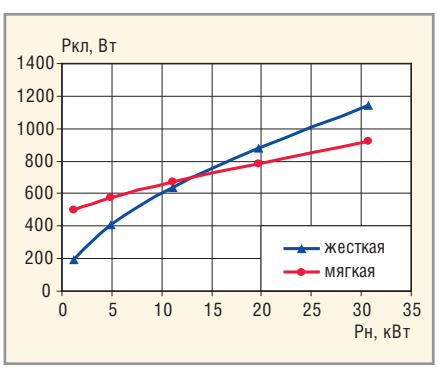


Рис. 1. Зависимость суммарной мощности потерь $P_{кл}$ в ключевых элементах инвертора от выходной мощности нагрузки $P_н$ при жёсткой и мягкой коммутации

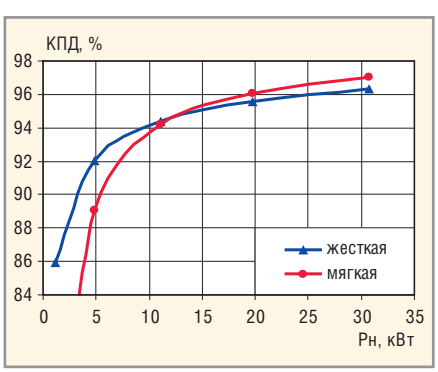


Рис. 2. Зависимость КПД схемы от выходной мощности нагрузки $P_н$ при жёсткой и мягкой коммутации

Основные способы снижения энергии потерь в ключевых элементах трёхфазного инвертора напряжения были рассмотрены в работе [1]. В представленном анализе наиболее эффективным вариантом оказался способ мультирезонансной коммутации с включением основных транзисторов инвертора при нулевом напряжении и их выключением при нулевом токе (ПНН-НТ) [2]. При выполнении условий мягкой коммутации, во всех ключевых элементах инвертора удалось существенно снизить энергию динамических потерь. При этом суммарный КПД схемы при номинальной выходной мощности $P_н$ = 30,7 кВт оказался выше 97%.

Практическая полезность применения методов мягкой коммутации определяется не только возможностью снижения коммутационных потерь в основных транзисторах схемы. Необходимо также, чтобы общий уровень снижения энергии динамических потерь был выше дополнительных потерь, вносимых в схему вспомогательными элементами резонансной цепи. При этом весьма желательно, чтобы это требование выполнялось в полном диапазоне изменения выходной мощности инвертора.

Применение мягкой коммутации приводит к следующим дополнительным потерям мощности:

- дополнительные потери проводимости в основной схеме из-за протекания токов во встречно-параллельных диодах основных ключей инвертора в течение квазирезонансных процессов;
- потери проводимости во вспомогательных транзисторах, обеспечивающих подключение резонансных контуров;
- потери в конденсаторах резонансных контуров;
- потери в дросселях резонансных контуров.

Динамическими потерями во вспомогательных транзисторах можно пренебречь ввиду их относительной малости, поскольку коммутация данных транзисторов протекает при нулевом токе.

На рисунках 1 и 2 представлены основные энергетические характеристики трёхфазного инвертора напряжения: зависимость суммарной мощности потерь $P_{кл}$ в ключевых элементах инвертора и КПД схемы в полном диапазоне изменения выходной мощности нагрузки $P_н$ для вариантов жёсткой и мягкой коммутации. Расчёт потерь мощности проводился методом численного интегрирования отдельных составляющих для каждого такта коммутации, поскольку данные потери непрерывно изменяются с изменением тока нагрузки инвертора.

В силу специфики работы мультирезонансной схемы мощность дополнительных потерь проводимости, вносимых в схему инвертора вспомогательными элементами резонансной цепи, возрастает при снижении тока нагрузки, и наоборот. Таким образом, на энергетических характеристиках инвертора отчётливо выделяются две области, в одной из которых применение метода мягкой коммутации повышает эффективность процесса преобразования по сравнению с режимом жёсткой коммутации, а в другой, наоборот, оказывается менее эффективным. Выходная мощность нагрузки, соответствующая точке инверсии, равна значению $P_н$ = 12 кВт.

Рассмотрим способ оптимизации потерь в ключевых элементах инвертора в полном диапазоне тока нагрузки. Для этого в каждом такте переключения были рассчитаны отдельные составляющие дополнительных потерь $P^i_{доп}$, где индекс i является но-

© СТА-ПРЕСС

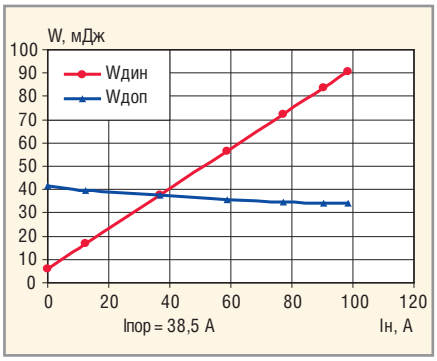


Рис. 3. Зависимость энергии динамических потерь при жёсткой коммутации и добавочных потерь при мягкой коммутации от тока нагрузки

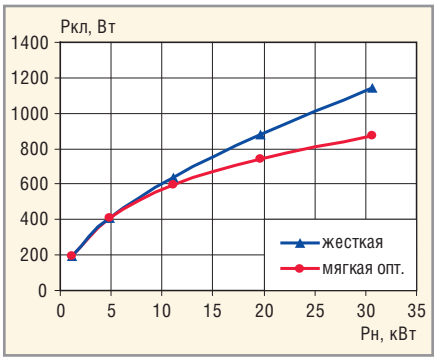


Рис. 4. Зависимость суммарной мощности потерь $P_{кл}$ в ключевых элеменах инвертора от выходной мощности нагрузки $P_н$ при жёсткой и мягкой коммутации при слежении за пороговым током

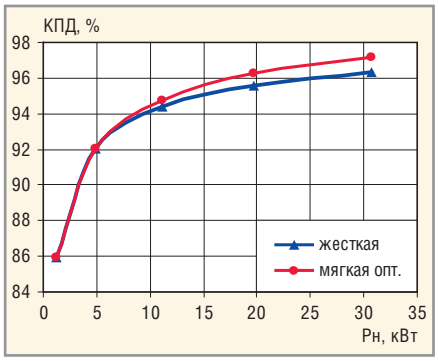


Рис. 5. Зависимость КПД схемы от выходной мощности нагрузки $P_н$ при жёсткой и мягкой коммутации при слежении за пороговым током

мером коммутации, который на полупериоде выходной частоты инвертора изменяется от 1 до $N/2$. Тогда среднее значение мощности дополнительных потерь можно определить по формуле:

$$P_{доп} = \frac{\sum_{i=1}^{N/2} P_{доп}^{i}}{N}. \quad (1)$$

Перепишем формулу (1), преобразовав отдельные составляющие мощности дополнительных потерь $P_{доп}^{i}$ в кванты энергии дополнительных потерь $W_{доп}^{i}$:

$$P_{доп} = \frac{\sum_{i=1}^{N/2} P_{доп}^{i}}{N} = \frac{f_k}{N} \sum_{i=1}^{N/2} W_{доп}^{i}; \quad (2)$$

где $f_к$ – частота коммутации ключевых элементов инвертора.

Построим зависимость энергии вносимых потерь $W_{доп}^{i}$ от изменения тока нагрузки на периоде выходной частоты инвертора. Добавим к полученному графику зависимость энергии динамических потерь $W_{дин}^{i}$ от тока нагрузки $I_н$ при жёсткой коммутации. Пересечение двух зависимостей определяет величину порогового тока нагрузки $I_н = I_{пор}$, начиная с которого целесообразно применение мягкой коммутации (см. рис. 3). При изменении тока нагрузки от нулевого до порогового значения, энергия вносимых потерь $W_{доп}^{i}$ больше энергии динамических потерь $W_{дин}^{i}$, поэтому на данном интервале энергетически более выгодно использовать жёсткую коммутацию. Наоборот, при величине тока нагрузки выше порогового проявляются преимущества метода мягкой коммутации.

Значение порогового тока при заданных параметрах электрического режима инвертора [1] при регулировании по методу синусоидальной ШИМ составляет $I_{пор}$ = 38,5 А. Зависимости суммарной мощности потерь и КПД схемы инвертора от мощности нагрузки для вариантов жёсткой и мягкой коммутации при слежении за величиной порогового тока представлены соответственно на рисунках 4 и 5.

Таким образом, оптимизация энергетических потерь в инверторе с контролем порогового тока позволяет с помощью метода мягкой коммутации получить более высокий КПД в полном диапазоне регулирования выходной мощности нагрузки.

Литература

1. *Воронин И.П., Воронин П.А.* Снижение энергии потерь в ключевых элементах преобразователей. Современная электроника. 2010. № 9.
2. *Воронин И.П.* Схема мягкой коммутации ключевых элементов трёхфазного инвертора напряжения. Вестник МЭИ. 2010. № 5.

ОАО «НПО «ЭНЕРГОМОДУЛЬ»
Высокие технологии силовой электроники
IGBT и MOSFET силовые модули


- широкий диапазон напряжений от 100 до 1700 В и токов от 50 до 800 А
- интеллектуальные силовые модули
- диодные и тиристорные модули на напряжение до 1600 В
- драйверы управления с напряжением изоляции до 4,5 кВ

info@energomodul.ru
www.energomodul.ru

Продукция, подготавливаемая к серийному производству
- Базовые силовые интеллектуальные сборки
- Тиристорные модули с полевым управлением 4500 В, 600 А
- Инверторы напряжения мощностью до 30 кВт

143090, Московская область,
г. Краснознаменск, ул. Победы, д. 30
Тел./факс: (495) 671-51-76 / 988-26-92

Филиал: 428024, г.Чебоксары,
пр.Мира 90/1
тел./факс: (8352) 28-64-77, 28-63-55

Реклама

© СТА-ПРЕСС

STM32 Discovery – стартовый набор разработчика ARM Cortex M3 со встроенным программатором

Андрей Курниц (г. Брест, Белоруссия)

В статье представлен отладочный набор на базе микроконтроллера ARM Cortex M3. Приведены краткие технические характеристики микроконтроллера, лежащего в основе набора. Показано, как получить бесплатное программное обеспечение для программирования на языке Си, как написать первое приложение и как заставить его выполняться на данном отладочном наборе. Проиллюстрирован процесс отладки приложения и рассмотрены альтернативные способы загрузки прошивки в целевой микроконтроллер.

Набор STM32 Discovery

В начале 2011 г. на российском рынке появился отладочный набор STM32 Discovery производства компании STMicroelectronics. Набор предназначен для изучения и освоения 32-разрядных микроконтроллеров популярного семейства ARM Cortex M3. Семейство ARM Cortex M3 предлагается осваивать на базе микроконтроллера STM32F100RBT6B производства STMicroelectronics, основные характеристики которого приведены в таблице 1. Особенностью набора является его низкая цена. На момент написания статьи она составляла 300 – 400 руб. [1]. Что же включает в себя набор при такой заманчивой цене?

Отладочный набор STM32 Discovery (см. рис. 1) состоит из упакованной платы. Все выводы общего назначения этой мезонинной платы плюс цепи питания и сброса выведены в виде штырьков (62 штырька) с шагом 2,54 мм по её периметру (см. рис. 2). Это позволяет встроить плату в прототип своего устройства, выполненного на макетной плате с шагом отверстий 2,54 мм.

Кроме микроконтроллера, плата содержит программатор/отладчик ST-LINK (см. рис. 3). Это позволяет приступить к отладке первого приложения, не приобретая дополнительных устройств для программирования и отладки. Для начала работы понадобится лишь персональный компьютер и кабель USB-MicroUSB.

Большим преимуществом является возможность использования программатора/отладчика ST-LINK, входящего в состав STM32 Discovery в качестве самостоятельного устройства для про-

Таблица 1. Характеристики микроконтроллера STM32F100RBT6B

Параметр	Значение
Ядро	Cortex M3
Максимальная тактовая частота, МГЦ	24
Максимальная производительность, DMIPS	28,8
Флэш-память, Кб	128
ОЗУ, Кб	8
Количество выводов общего назначения (GPIO)	51
Количество таймеров/счётчиков	7
Количество модулей SPI	2
Количество модулей I²C	2
Количество модулей USART	3
Количество 12-битных модулей АЦП	1 (16 каналов)
Количество 12-битных модулей ЦАП	2 (по 2 канала)
Напряжение питания, В	2,0...3,6
Корпус	LQFP64
Рабочий температурный диапазон	–40...85°C

Таблица 2. Среды разработки для микроконтроллеров ARM Cortex M3

Производитель среды разработки	Название среды	Используемый компилятор	Фирменный отладчик	Поддержка встроенного отладчика ST-LINK
IAR Systems®	EWARM (IAR™ embedded workbench® for ARM)	IAR C/C++	J-Link	Да
Hitex Development Tools	HiTOP	TASKING	Tantino	Нет
Raisonance	Ride (Raisonance integrated development environment)	ARM-GCC	RLink	Нет
Keil™, an ARM® Company	RVMDK (RealView® microcontroller development kit)	ARMCC	ULINK	Да
Atollic AB	Atollic TrueSTUDIO®	ARM-GCC	ST-LINK	Да

© СТА-ПРЕСС



Рис. 1. Внешний вид набора STM32 Discovery в упаковке

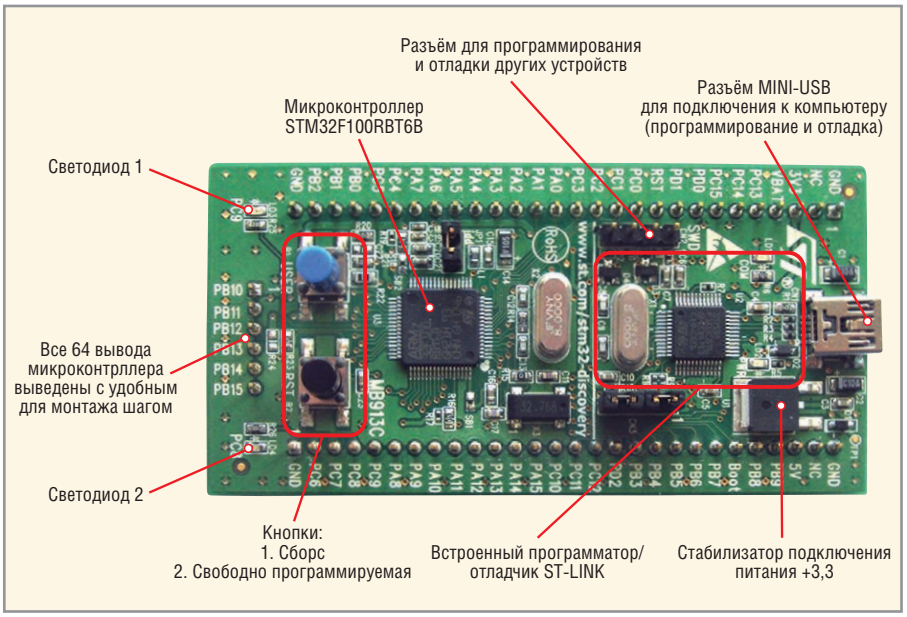


Рис. 2. Расположение основных элементов на плате

граммирования и отладки других устройств на базе микроконтроллеров семейства STM32. Для этого на плате предусмотрен четырёхконтактный разъём SWD и перемычки, с помощью которых можно выбрать, какой микроконтроллер отлаживать – внешний или установленный на плате.

Выбор среды разработки

Следует отметить, что при выборе отладочного набора STM32 Discovery в качестве аппаратной базы разработчику предоставляется богатый выбор средств разработки [4], информация о которых сведена в таблицу 2.

Исходя из принципа «бюджетности», чтобы не тратить средства на покупку отдельного отладчика, следует выделить из таблицы те среды разработки, которые поддерживают встроенный в STM32 Discovery отладчик ST-LINK. К таковым относятся продукты компаний IAR, Keil и Atollic.

Все вышеупомянутые среды разработки являются коммерческими продуктами, и их полноценные версии стоят больших денег. Однако каждый производитель предлагает ознакомиться со своим продуктом, скачав с официальной интернет-страницы [5, 6] его бесплатную пробную версию. И если в средах от IAR и Keil существует ограничение на размер итогового файла прошивки (32 кбайт) или ограничение по времени работы, то в пробной версии среды разработки TrueSTUDIO Lite компании Atollic отсутствуют ограничения как по времени пользования, так и на размер создаваемого файла прошивки [7]. Именно этот факт сыграл ключевую роль в выборе автором конкретной среды разработки. Кроме того, среда разработки TrueSTUDIO Lite выполнена на основе популярной среды разработки приложений для персональных компьютеров Eclipse.

Хотя пробная версия TrueSTUDIO Lite и допускает создание полноценных приложений для микроконтроллеров серии STM32, тем не менее, она имеет ряд ограничений:



© СТА-ПРЕСС

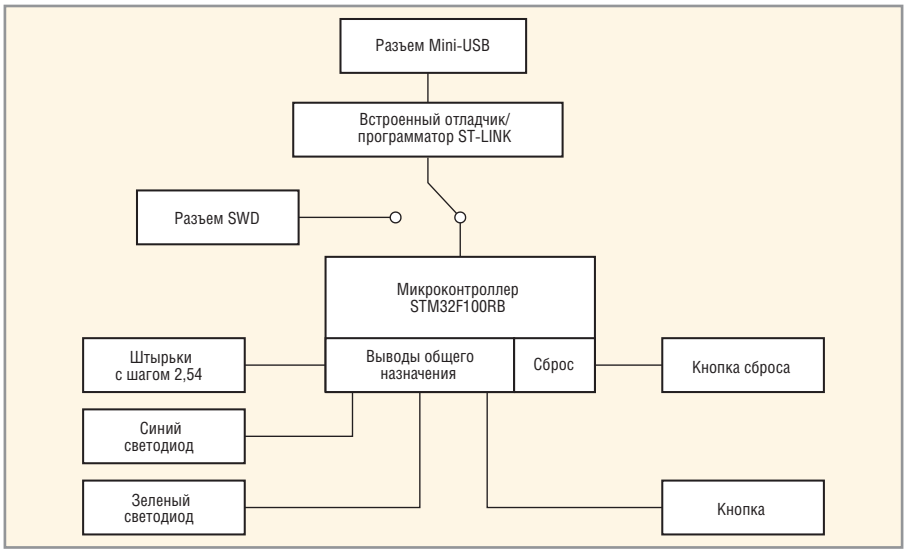


Рис. 3. Функциональная схема платы

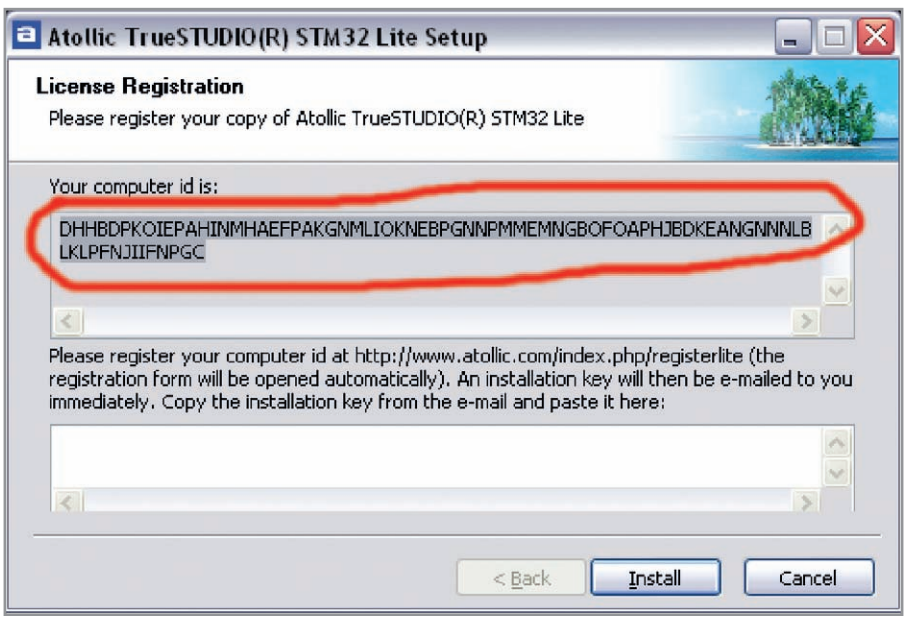


Рис. 4. Форма для ввода инсталляционного ключа

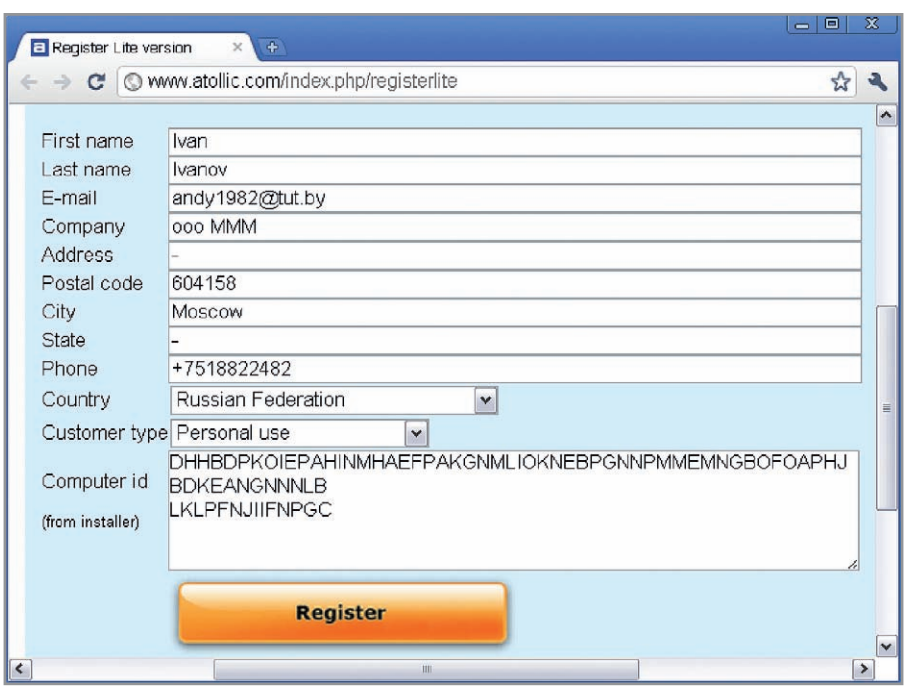


Рис. 5. Интернет-страница регистрации Atollic TrueSTUDIO Lite

- отсутствует поддержка языка C++ (только Си и ассемблер);
- отсутствует возможность интеграции с системой контроля версий;
- отладчиком поддерживается всего одна точка останова (break point) и др.

Установка программного обеспечения

Чтобы создать первое приложение, прежде всего, необходимо скачать последнюю версию среды TrueSTUDIO Lite с официальной интернет-страницы компании Atollic [8]. На момент написания статьи это была версия v2.1.0 от 2011.05.03. Дальнейшее изложение основано на работе именно с этой версией.

Чтобы пользоваться средой TrueSTUDIO Lite, её необходимо бесплатно зарегистрировать. Для этого после запуска скачанного инсталляционного файла мастер установки сгенерирует уникальный номер вашего компьютера – Computer id (см. рис. 4) – и откроет в веб-браузере страницу регистрации, где следует ввести адрес электронной почты и уникальный номер компьютера, полученный на предыдущем этапе установки (см. рис. 5).

После заполнения страницы регистрации появится сообщение об успешной регистрации продукта. На почтовый ящик придёт письмо от service@atollic.com, содержащее инсталляционный ключ (Installation key), который следует ввести в нижнее поле формы (см. рис. 6).

В процессе установки среды появится окно с предложением установить драйвер для ST-LINK, который понадобится для работы со встроенным в STM32 Discovery отладчиком. Эту настройку следует оставить включённой.

Создание первого приложения

Создадим простейшее приложение на языке Си, которое будет выполняться на плате STM32 Discovery. Сразу после запуска среды Atollic TrueSTUDIO Lite пользователю предлагается выбрать местоположение так называемого рабочего пространства (*Workspace*) (см. рис. 7). По большому счёту, рабочее пространство определяет папку на компьютере, в которой будут создаваться несколько взаимосвязанных проектов и приложений. Оставим местоположение рабочего пространства без изменений.

© СТА-ПРЕСС

Далее загрузится непосредственно среда разработки, но текущее рабочее пространство не содержит ни одного проекта, поэтому его необходимо создать. Для этого следует выбрать пункт меню *File → New → C Project*. В появившемся диалоге (см. рис. 8) следует выбрать тип проекта (*Project type*) STM32 C Project и ввести название проекта (*First_Application* в нашем случае).

Следующий диалог позволяет выбрать аппаратную платформу, для которой будет разрабатываться приложение (см. рис. 9). Из списка *Evaluation Board* следует выбрать STM32_Discovery. Остальные настройки установятся автоматически в соответствии с выбранной платой разработчика. Далее последует выбор отладчика, но версия TrueSTUDIO Lite поддерживает только отладчик ST-LINK, поэтому можно завершить работу мастера нажатием *Finish*.

Сразу же после создания проекта автоматически выполнится его сборка (см. рис. 10). О безошибочной сборке свидетельствует сообщение *Build complete for project First_Application*. В результате сборки мы получили файл прошивки с расширением **.elf*, который в нашем случае расположен по адресу C:\Documents and Settings\Andrey_K\Atollic\TrueSTUDIO\STM32_workspace\First_Application\Debug\First_Application.elf. Теперь этот файл можно записать в память микроконтроллера.

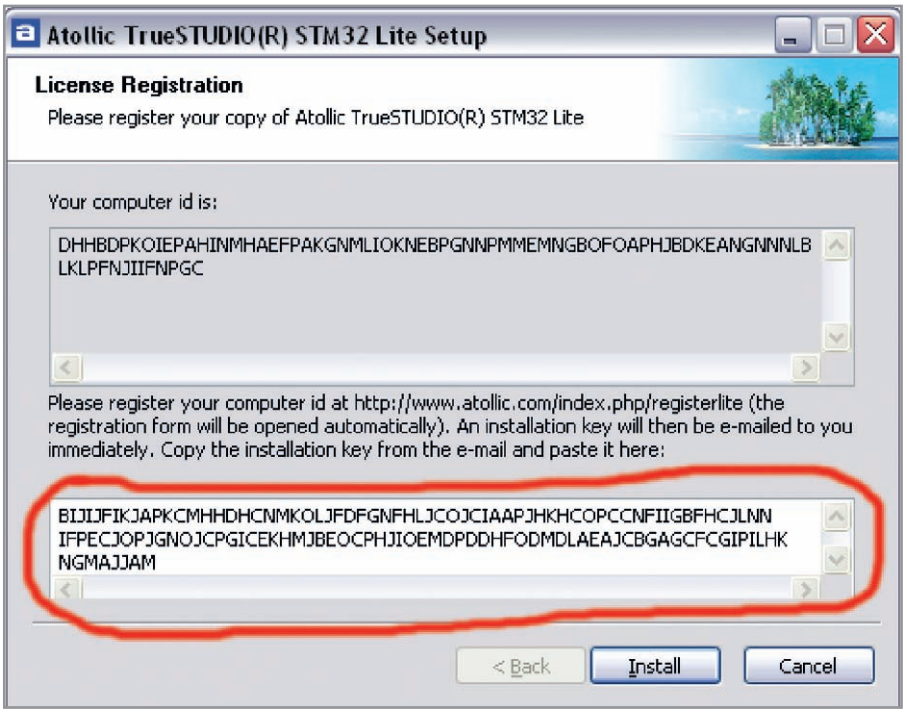


Рис. 6. Введение в форму полученного инсталляционного ключа

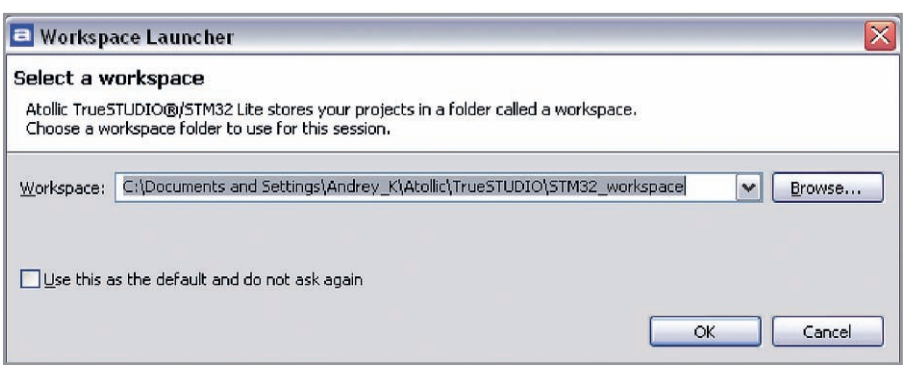


Рис. 7. Выбор местоположения рабочего пространства

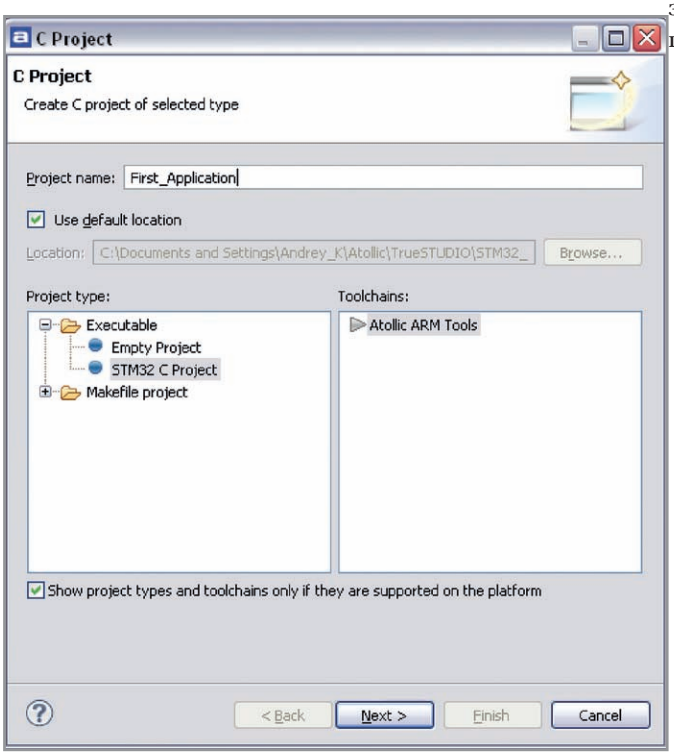


Рис. 8. Создание нового проекта в Atollic TrueSTUDIO Lite

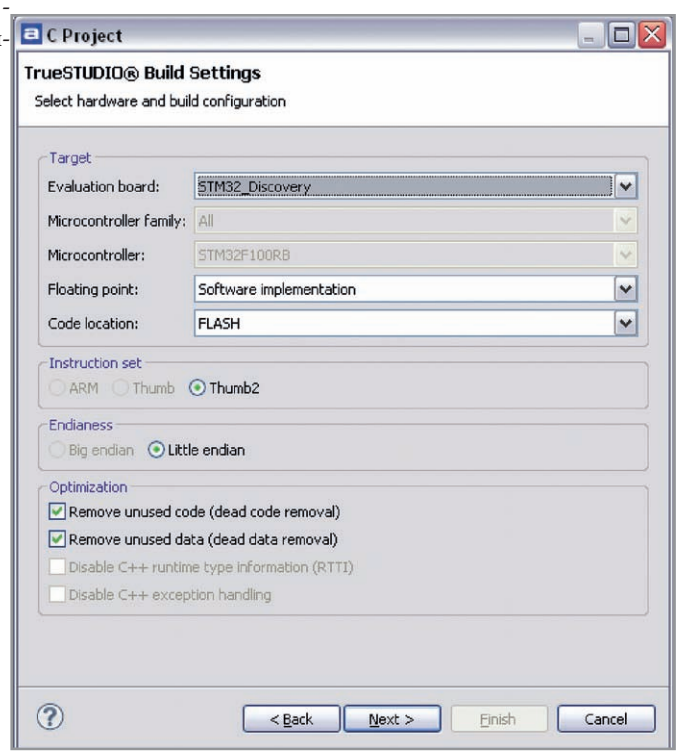


Рис. 9. Выбор платы разработчика или целевого микроконтроллера

© СТА-ПРЕСС

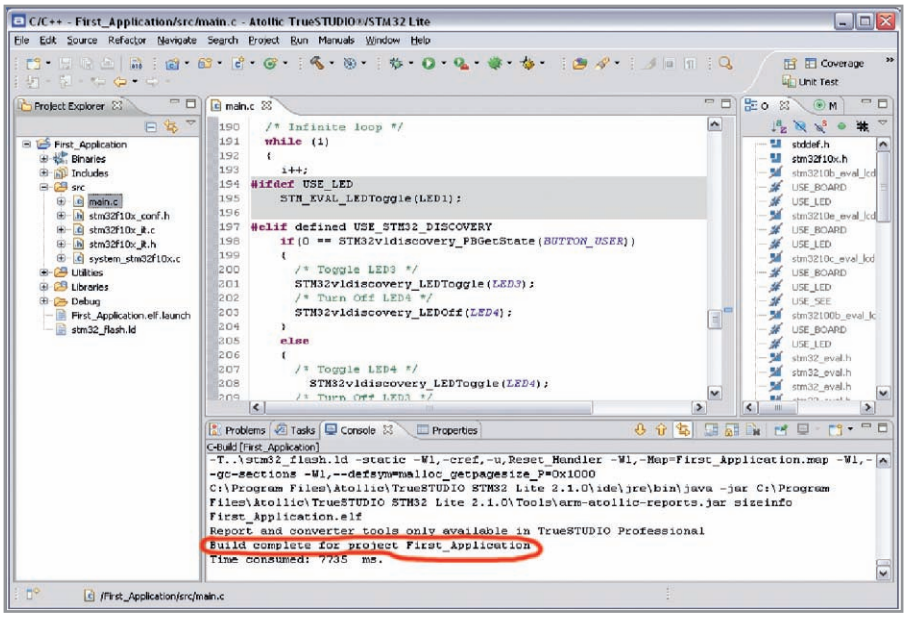


Рис. 10. Окно среды Atollic TrueSTUDIO Lite с открытым проектом

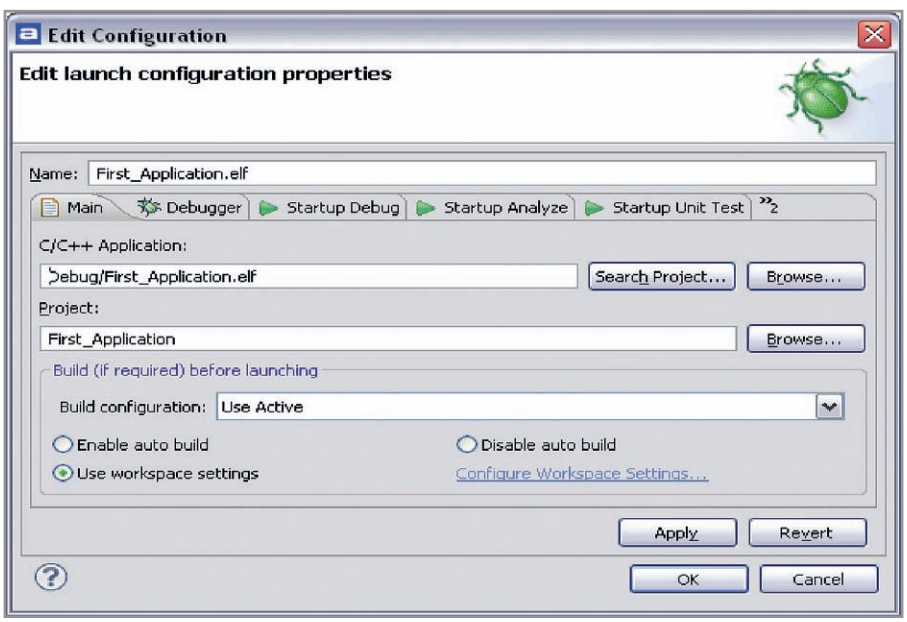


Рис. 11. Настройка сеанса отладки

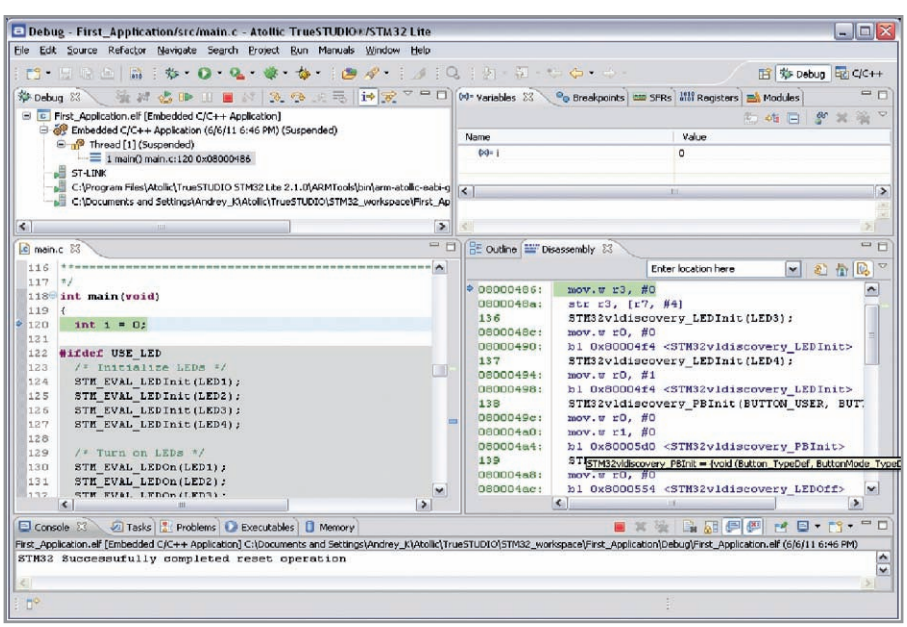


Рис. 12. Окно среды TrueSTUDIO Lite в режиме отладки приложения

сать во флэш-память микроконтроллера и/или приступить к отладке приложения.

Отладка первого приложения

Для отладки первого приложения необходимо соединить компьютер со встроенным отладчиком ST-LINK при помощи кабеля USB-MiniUSB. Свечение красного светодиода свидетельствует о том, что питание подано и плата готова к загрузке приложения и отладке.

Для начала отладки следует нажать F11 или кнопку *Debug* на панели инструментов. Так как это первый сеанс отладки, на экран будет выведен диалог настройки сеанса отладки (см. рис. 11). Никаких изменений вносить не следует. По нажатию кнопки OK произойдёт загрузка приложения в микроконтроллер и начнётся процесс отладки (см. рис. 12). Во время процесса отладки на экран выводится полезная информация:

- фрагмент выполняемого в данный момент кода, при этом текущая строка выделена синим маркером;
- фрагмент кода ассемблера, который соответствует выполняемой в данный момент инструкции (окно дизассемблера);
- значения текущих локальных переменных программы и др.

Мерцание красного светодиода на программаторе/отладчике ST-LINK свидетельствует о происходящем процессе отладки. Сразу после начала отладки можно видеть, что маркер строки встал на первой инструкции в теле функции *main*() и выполнение программы остановилось. Для продолжения работы программы следует нажать кнопку F8 или кнопку *Resume* на панели инструментов в окне *Debug* (см. рис. 12).

Алгоритм работы приложения предельно простой и заключается в следующем. Если пользовательская кнопка на плате не нажата – горит зелёный светодиод, если нажата – синий светодиод.

Продемонстрируем возможности отладки на использовании точки останова (*Break point*). Для этого следует перейти на строку 210 исходного кода в файле main.c, как показано на рисунке 13. Нажав Ctrl+Shift+B, установим точку останова, которая обозначается круглым синим маркером (см. рис. 13). Если теперь во время выпол-

© СТА-ПРЕСС

нения приложения нажать пользовательскую кнопку, то на плате зажгутся оба светодиода (зелёный и синий), а программа остановится точно в том месте, где была установлена точка останова.

Загрузка прошивки в микроконтроллер

Текущая прошивка загружается в микроконтроллер в процессе отладки. Однако начинать продолжительный по времени процесс отладки не всегда удобно, когда стоит цель только загрузить прошивку. Поэтому лучше использовать отдельную программу для работы с программатором/отладчиком ST-LINK, которая называется STM32 ST-LINK Utility. Эта программа также является бесплатной, и её можно скачать с официальной интернет-страницы STMicroelectronics [9] (см. рис. 14).

Для работы с платой STM32 Discovery необходимо установить режим программирования по интерфейсу SWD. Это можно сделать, выбрав пункт меню *Target* → *Settings* (см. рис. 15).

```
*main.c
195     STM_EVAL_LEDToggle(LED1);
196
197 #elif defined USE_STM32_DISCOVERY
198     if(0 == STM32vldiscovery_PBGetState(BUTTON_USER))
199     {
200       /* Toggle LED3 */
201       STM32vldiscovery_LEDToggle(LED3);
202       /* Turn Off LED4 */
203       STM32vldiscovery_LEDOff(LED4);
204     }
205     else
206     {
207       /* Toggle LED4 */
208         STM32vldiscovery_LEDToggle(LED4);
209       /* Turn Off LED3 */
210         STM32vldiscovery_LEDOff(LED3);
211     }
212 #endif
213   }
214 }
```

Рис. 13. Установка точки останова

Для подключения к программатору/отладчику ST-LINK необходимо выбрать пункт меню *Target* → *Connect*. После этого на экране (см. рис. 14) отобразится название целевого микроконтроллера (на панели *Device Information*) и содержимое флэш-памяти микроконтроллера.

Программа STM32 ST-LINK Utility, помимо операций, непосредственно связанных с загрузкой прошивки, позволяет выполнять простейшие



© СТА-ПРЕСС

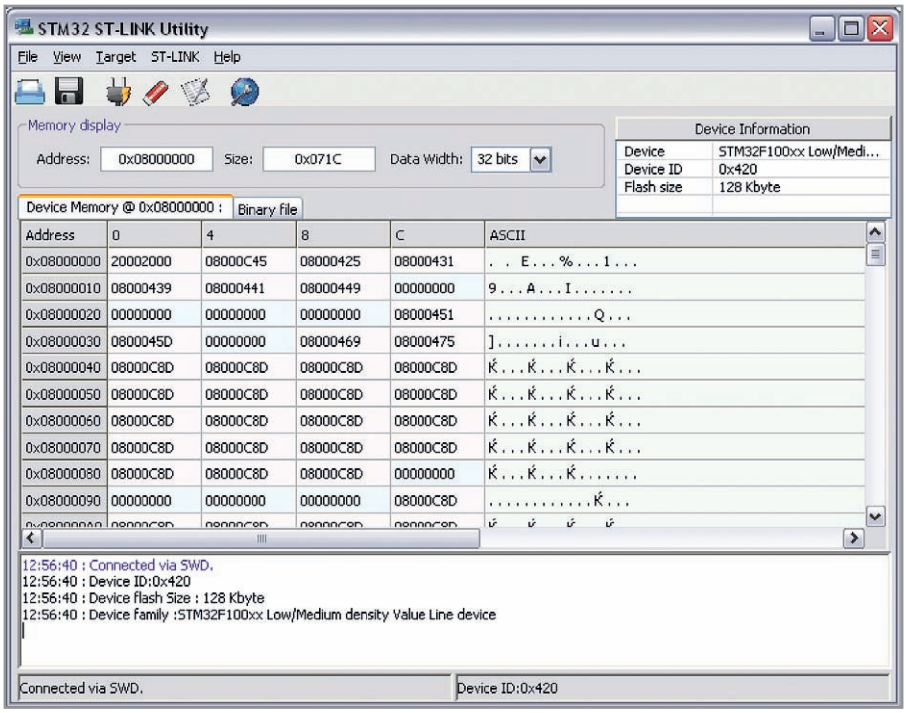


Рис. 14. Окно программы STM32 ST-LINK Utility

действия по управлению ядром микроконтроллера, такие как сброс, запуск/останов выполнения и просмотр

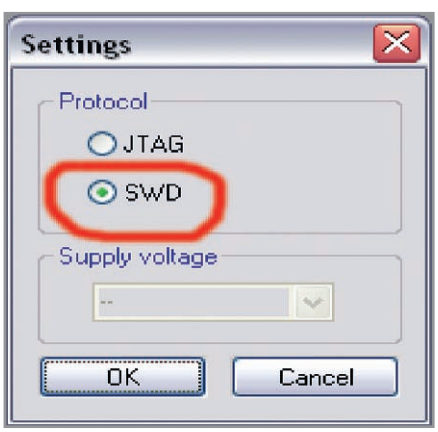


Рис. 15. Выбор интерфейса программирования

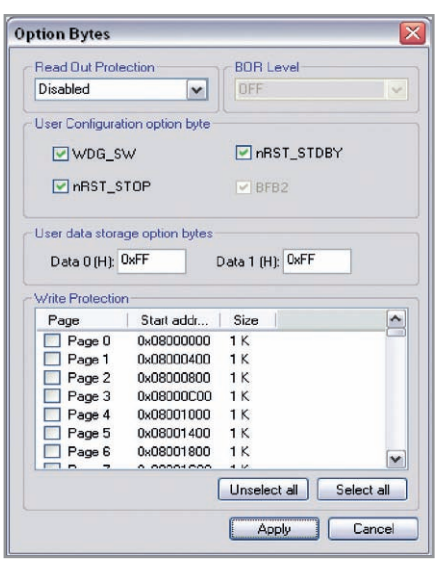


Рис. 16. Настройка конфигурационных байтов с помощью программы STM32 ST-LINK Utility

регистров. Для вызова этой функции следует выбрать пункт меню *Target* → → *MCU Core*.

Кроме этого, имеется возможность выполнить конфигурацию целевого микроконтроллера, а именно:

- защитить память программ от несанкционированного чтения;
- установить/сбросить конфигурационные биты;
- постранично защитить флэш-память от записи.

Чтобы выполнить эти действия, необходимо выбрать пункт меню *Target* → → *Option Bytes* (см. рис. 16).

Преобразование формата *.elf

К сожалению, программа STM32 ST-LINK Utility не распознаёт формат файла с прошивкой *.elf, который генерирует среда разработки Atollic TrueSTUDIO Lite. Чтобы загрузить файл прошивки *.elf с помощью STM32 ST-LINK Utility, его необходимо преобразовать в другой формат, например Intel HEX (*.hex) [10]. Для этого удобно воспользоваться программой arm-elf-objcopy.exe из бесплатного пакета GNU ARM, который можно загрузить по адресу [11].

После установки пакета (если папка установки была выбрана по умолчанию) программа будет находиться по адресу C:\Program Files\GNUARM\bin\. Скопировав файл arm-elf-objcopy.exe в папку, где находится файл прошивки First_Application.elf, следует выполнить следующую консольную команду: arm-elf-objcopy.exe -O ihex First_Application.elf First_Application.hex. После этого в папке должен появиться файл прошивки с расширением *.hex, который можно загрузить в целевой микроконтроллер с помощью программы STM32 ST-LINK Utility.

Для этого в программе STM32 ST-LINK Utility необходимо выбрать пункт меню *File* → *Open file* и указать путь к файлу *.hex. Файл прошивки будет загружен в программу, и можно просмотреть как содержимое флэш-памяти микроконтроллера, так и содержимое загруженного файла с прошивкой. Чтобы загрузить файл прошивки в микроконтроллер, следует выбрать пункт меню *Target* → *Program & Verify*. Сообщение *Verification...OK* свидетельствует об успешной загрузке прошивки в микроконтроллер.

Заключение

На примере отладочного набора STM32 Discovery были выполнены основные этапы создания микроконтроллерного устройства – от выбора программного обеспечения до загрузки готовой прошивки в микроконтроллер и его отладки. Поэтому отладочный набор STM32 Discovery может стать отправной точкой для разработчиков, которые хотят освоить платформу ARM Cortex M3, но при этом не желают нести значительных предварительных расходов.

Литература

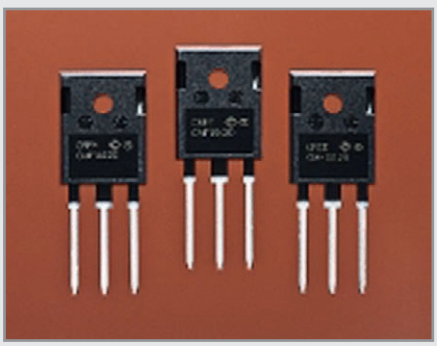
1. http://www.efind.ru/icsearch/?search=stm32vldiscovery.
2. http://www.st.com/internet/mcu/product/216844.jsp.
3. http://www.st.com/internet/com/technical_resources/technical_literature/user_manual/CD00267113.pdf.
4. http://www.st.com/internet/com/technical_resources/technical_literature/user_manual/CD00214439.pdf.
5. http://www.iar.com/website1/1.0.1.0/68/1/.
6. http://www.keil.com/arm/mdk.asp.
7. http://www.atollic.com/download/Atollic_TrueSTUDIO_Feature_comparison.pdf.
8. http://www.atollic.com/index.php/download.
9. http://www.st.com/internet/com/software_resources/tool/device_programmer/um0892.zip.
10. http://sourceware.org/ml/ecos-discuss/2004-07/msg00268.html.
11. http://www.gnuarm.com/bu-2.16.1_gcc-4.1.0-c-c++_nl-1.14.0_gi-6.4.exe.

© СТА-ПРЕСС

Новости мира News of the World Новости мира

Карбидокремниевый МОП-транзистор на 1200 В

Фирма Cree расширяет свое семейство SiC Z-FET на 1200 В. Для оптимизации мощности он может включаться параллельно. МОП-транзистор специфицирован при рабочей температуре 100°C на ток 12 А. Он предназначен для запирающих напряжений до 1,2 В и имеет при температуре 25°C типичное значение RDS(on) 160 мОм.



В отличие от кремниевых элементов с аналогичными параметрами, значение RDS(on) у SiC-МОП-транзистора остаётся менее 200 мОм во всём диапазоне рабочих температур. Ток утечки менее 1 мкА. Элемент заменяет кремниевые транзисторы (IGBT), которые в настоящее время применяются в диапазоне от 3 до 10 кВ. CMF10120D имеет корпус TO-247.

www.cree.com

Плоские катушки индуктивности

Фирма Murata Power Solutions анонсировала три серии SMD-катушек индуктивности, которые разработаны для использования в приложениях с сильными токами. В сериях 3700, 3800 и 3900 речь идёт об индуктивности от 0,15 до 10 мкГн при постоянном токе до 19,5 А. Эти элементы поверхностного монтажа имеют размеры 14,5 × 11,5 × 5,8 мм.



Индуктивности предназначены для использования в DC/DC-преобразователях, в которых требуется быстродействие в переходных режимах. Примерами являются модули стабилизаторов напряжения, ноутбуки и плазменные дисплеи. Рабочий температурный диапазон элементов –40…+130°C. Все катушки индуктивности соответствуют требованиям директивы RoHS и обратно совместимы с системами пайки оловом-свинцом.

www.murata-ps.com

Изолированные DC/DC-преобразователи 60 Вт

Фирма TDK-Lambda выпускает 60-ваттные DC/DC-преобразователи серии PXF с входом 2 : 1. Модули имеют диапазоны входных напряжений 18…36 В или 36…75 В (номинальные значения 24 или 48 В) и выходные напряжения от 3,3 до 15 В при общей выходной мощности 60 Вт. Они имеют стандартный формат 5,08 × × 5,08 × 1,016 см.



Преобразователи PXF60 имеют КПД до 90%, допуски безопасности согласно нормам IEC/UL/EN 60950 и отмечены символом CE. В стандартное оборудование входят дистанционное включение-выключение, триммер на выходе, а также схемы защиты от перегрузки и повышенного напряжения.

www.de.tdk-lambda.com

Светодиоды для видеодисплеев внутреннего и наружного использования

Светодиоды серии Screen Master CLX6A-FKB и CLXVBA-FKA компании Cree предназначены для видеоэкранов в HD-технологии. Светодиоды семейства CLX6A-FKB водонепроницаемы и предназначаются для дисплеев, применяемых на открытом воздухе. Модели серии CLXVBA-FKA предназначены для экранов, устанавливаемых в помещениях.

Светодиоды серии Screen Master CLX6A-FKB поставляются в компактном герметичном корпусе. Он выполняет требования по классу защиты IPX6 (защита от мощных струй воды) и IPX8 (защита от длительного погружения). Чёрный корпус PLCC6 исключает необходимость в дополнительных защитных оболочках.



Screen Master CLVBA-FKA является первым RGD-светодиодом Cree с SMT-корпусом для видеоэкранов с высокой контрастностью, устанавливаемым в зданиях. Светодиод CLVBA-FKA поставляется в корпусе PLCC4 размером 3,5 × 2,8 мм.

www.cree.com

Силовые дроссели с монтажной высотой 1,65 мм

Фирма Murata Power Solutions представляет серии 2700 и 2700T силовых дросселей поверхностного монтажа, которые



пригодны для работы в потребительских приложениях с небольшой высотой. Дроссели серии 2700 имеют размеры 9,0 × 7,7 × × 1,65 мм, номиналы индуктивности от 4,7 до 1000 мкГн и рассчитаны на максимальный постоянный ток до 1,6 А в зависимости от элемента. Дроссель индуктивностью 1 мГн имеет сопротивление по постоянному току в пределах от 0,1 до 14 Ом. Несколько меньшая серия 2700T имеет номиналы индуктивности от 1 до 330 мкГн и максимальный рабочий ток до 2 А. Сопротивление по постоянному току дросселя индуктивностью 1 мГн составляет 80 мОм и повышается для индуктивности 330 мкГн до 15 Ом. Серии 2700 и 2700T имеют рабочий температурный диапазон –40…+125°C.

www.murata-ps.com

© СТА-ПРЕСС

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

Часть 2

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.

Работа с проектами в LPCXpresso IDE

После завершения загрузки ПО GNU toolchain пользователь может перейти непосредственно к работе в LPCXpresso IDE, т.е. к созданию собственных проектов.

Каждой рабочей области в LPCXpresso IDE сопоставляется отдельный каталог на диске ПК. При этом ресурсы всех создаваемых пользователем в LPCXpresso IDE проектов по умолчанию будут храниться в каталоге той рабочей области, в которой они создавались. Указанный каталог может создаваться LPCXpresso IDE, например, в папке Documents and Settings\User\My Documents\lpcxpresso_3.6\workspace.

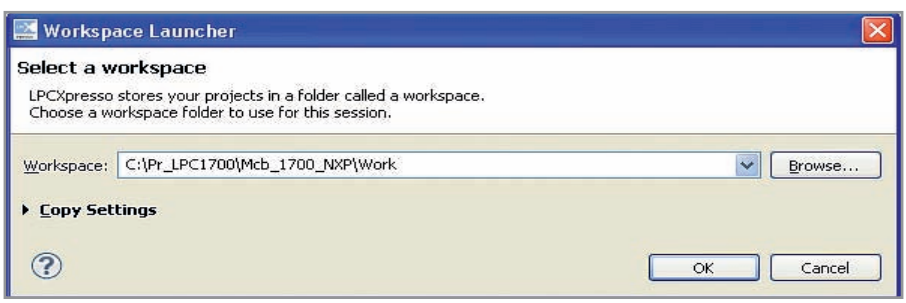


Рис. 4. Диалоговое окно выбора рабочей области *Workspace Launcher*

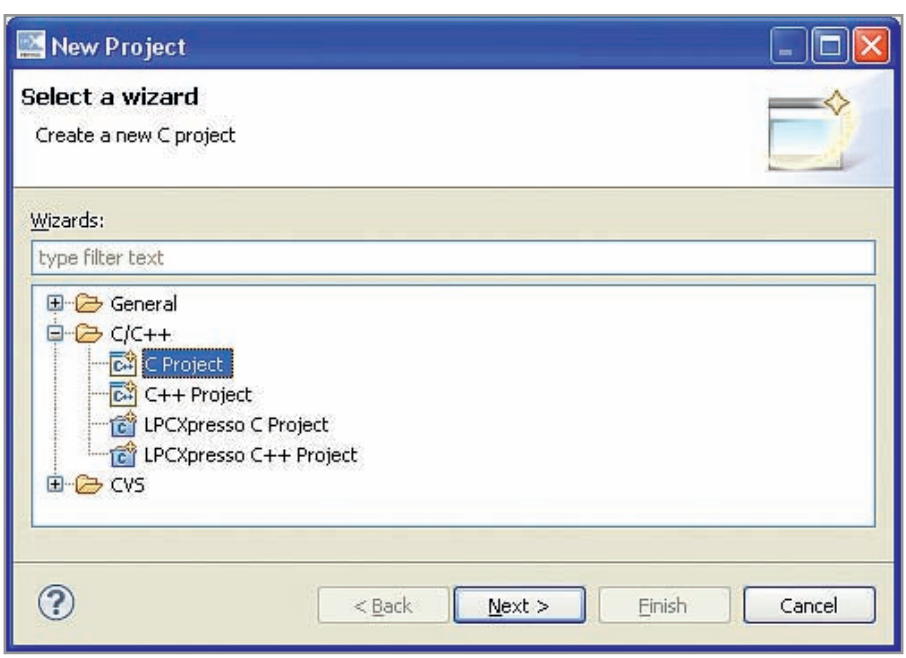


Рис. 5. Диалоговое окно выбора типа нового проекта *New Project*

Сохранение ресурсов в каталоге их рабочей области автоматически производится при выходе из LPCXpresso IDE.

При необходимости задания каталога рабочей области на диске ПК следует до начала создания проектов выбрать в меню перспективы *File > Switch Workspace > (Other...)* >, после чего откроется диалоговое окно *Workspace Launcher*, как показано на рисунке 4. В этом окне следует указать название каталога рабочей области и путь к нему. При каждом запуске LPCXpresso IDE окно *Workspace Launcher* будет автоматически открываться, предоставляя возможность выбора той рабочей области, которая будет загружена в LPCXpresso IDE.

Первое, что рекомендуется сделать в начале разработки приложения LPCXpresso IDE, – создать новый проект (project). Под проектом здесь понимается группа связанных между собой исходных и заголовочных файлов (для проекта на языке С – файлов с расширениями *.c и *.h), содержащих исходный текст встроенной управляющей программы для целевого МК.

Под приложением (application) в широком смысле здесь понимается совокупность всех файлов проекта, включая служебные и исполняемые файлы, генерируемые в ходе работы с проектом в LPCXpresso IDE. В более узком смысле приложение – это результат компиляции и компоновки проекта, представляющий собой встроенную управляющую программу.

Среда LPCXpresso IDE обеспечивает возможность создания проектов нескольких типов. Для создания проекта в меню перспективы следует выбрать *File > New > Project...*, после чего откроется диалоговое окно выбора типа нового проекта *New Project*, показанное на рисунке 5.

Допустим, мы создаём проект с исходным текстом на языке С, для построения которого предполагается ис-

© СТА-ПРЕСС

пользовать любой из доступных в LPCXpresso IDE наборов инструментов. Выбираем в этом окне позицию папки C/C++, а в ней – позицию табуляции C *Project*, как показано на рисунке 5, и кликаем на кнопке *Next*. При этом открывается диалоговое окно задания типа, названия и местоположения нового проекта, а также выбора инструментария для его построения (Toolchains), показанное на рисунке 6. В этом окне необходимо задать название проекта (например, Pro_1) в соответствующем поле, а также указать месторасположение ресурсов проекта на диске ПК (Location) в случае, если предполагается их размещение не по умолчанию (отключена настройка *Use default location*). При включенной настройке *Use default location* ресурсы проекта будут размещаться внутри каталога рабочей области.

При создании проекта пользователь может выбрать один из следующих типов.

Executable – исполняемое приложение, папка этого типа проекта содержит следующие шаблоны проектов:

- *Empty Project* – проект, который не содержит никаких исходных файлов. Если выбрать этот шаблон, то будет создан проект, включающий только служебные файлы мета-данных, которые содержат параметры настройки проекта. Предполагается, что пользователь сам создаст исходные файлы и добавит их в проект. Для дальнейшего построения этого проекта, в поле *Toolchains* предлагается выбрать из списка доступных наборов инструментов (в нашем случае *Code Red MCU Tools* и *MinGW GCC*);
- *LPCXpresso Empty C Project* – проект, аналогичный предыдущему, однако для его построения доступен только инструментарий *Code Red MCU Tools*;
- *Hello World ANSI C Project* – простое приложение на языке C с названием *Hello World*, имеющее в своём составе главную функцию main(). Для его построения доступен только инструментарий *MinGW GCC*.

Shared Library – исполняемый модуль, который компилируется и компонуется отдельно. Когда создаётся проект, использующий *shared library* (libxx.so), CDT комбинирует объектные файлы таким образом, чтобы они были перемещаемыми и могли быть разделены многими процессами. Make-файл (makefile) проекта для этого типа генерируется автоматически. Заметим,

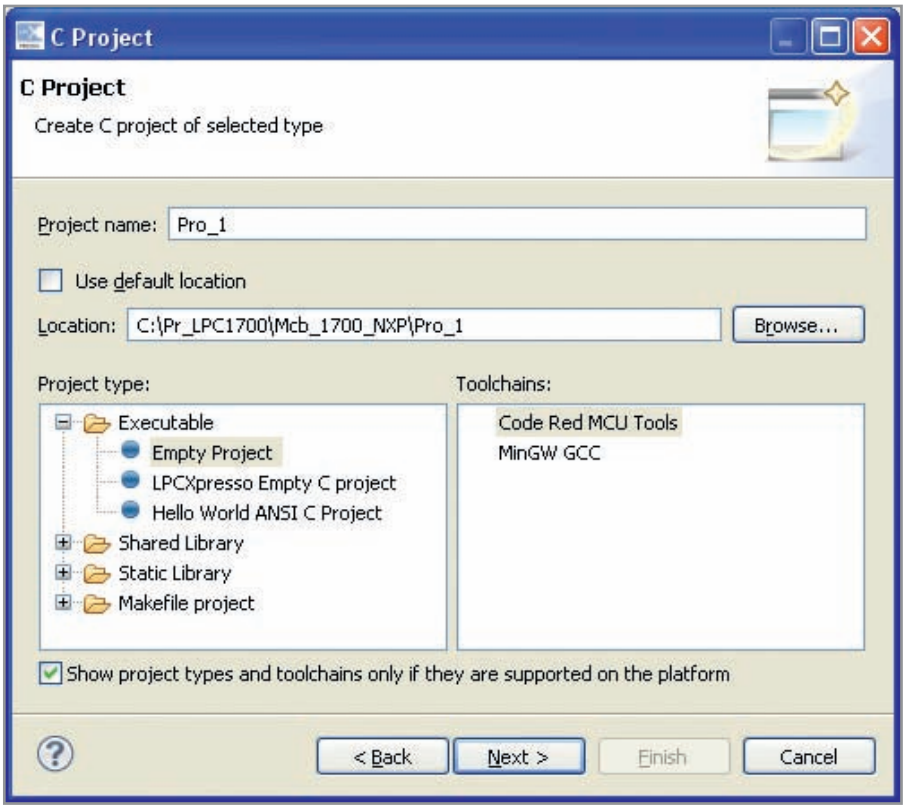


Рис. 6. Диалоговое окно задания основных параметров нового проекта на C

что make-файл любого проекта содержит набор скриптов, в которых указаны взаимозависимости файлов данного проекта и правила для их преобразования. На основе информации, содержащейся в make-файле, входящая в LPCXpresso IDE утилита make определяет и запускает на выполнение необходимые инструментальные программы (компилятор, компоновщик и пр.).

Static Library – коллекция объектных файлов, которые можно скомпоновать в составе другого приложения (libxx.a). CDT объединяет объектные файлы (*.o) в архив (*.a), который непосредственно компонуется в составе исполняемого приложения. Make-файл проекта для этого типа генерируется автоматически.

Makefile Project – пустой проект без файлов мета-данных. Выбор это-



© СТА-ПРЕСС

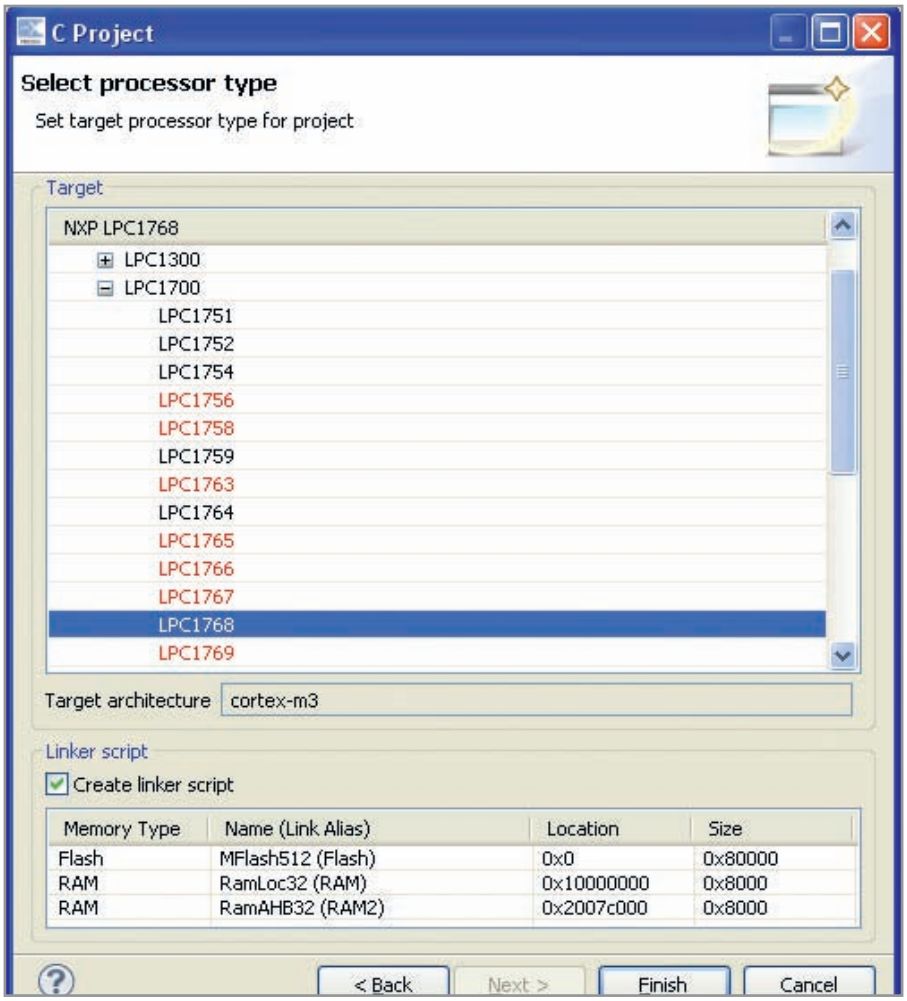


Рис. 7. Диалоговое окно выбора МК целевой системы проекта *Select processor type*

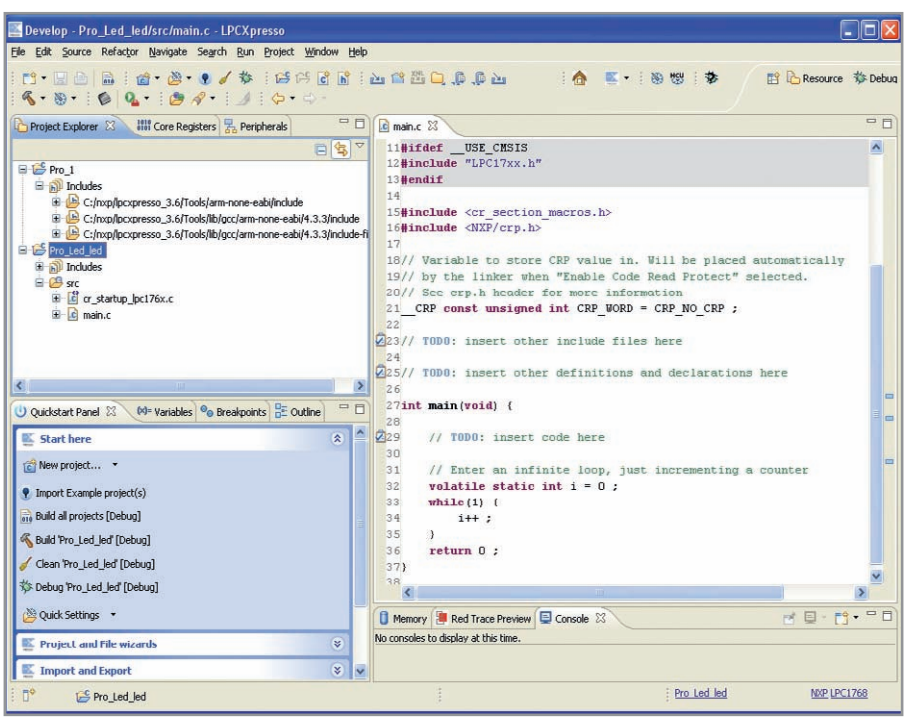


Рис. 8. Главное окно перспективы LPCXpresso IDE с проектами, отображаемыми в окне проводника проектов *Project Explorer*

го типа проекта может использоваться, чтобы импортировать и изменять существующие makefile-проекты. Make-файл проекта для этого типа автоматически не генерируется.

Задав тип, название, местоположение и инструментарий проекта, щёлкаем на кнопке *Next*, после чего открывается диалоговое окно выбора конфигурации компоновки проекта *Select Configurations*. В этом окне по умолчанию предлагается создать проект в двух конфигурациях компоновки: *Debug* и *Release* (отладка и выгрузка). Не изменяя заданные по умолчанию настройки, щёлкаем на кнопке *Next*, после чего открывается диалоговое окно выбора МК целевой системы проекта *Select processor type*, как показано на рисунке 7. В этом окне красным цветом указаны те МК, размер флэш-памяти которых превышает максимальный размер кода, генерируемого LPCXpresso IDE (в нашем случае 128 Кб). Выбрав МК целевой системы, щёлкаем на кнопке *Finish*, после чего позиция табуляции папки проекта появляется в окне проводника проектов *Project Explorer*, как показано на рисунке 8. Эта позиция может быть развёрнута.

При необходимости иметь в составе проекта создаваемый по умолчанию код запуска выбранного МК выбираем в окне выбора типа нового проекта *New Project* (см. рис. 5) позицию папки *LPCXpresso C Project* и щёлкаем на кнопке *Next*. Открывается диалоговое окно *New LPCXpresso C Project* (см. рис. 9), в котором можно выбрать семейство МК целевой системы. Для примера выбираем позицию *NXP LPC1700 C Project* и щёлкаем на кнопке *Next*, после чего откроется диалоговое окно задания названия нового проекта и пути к нему (*New Project*). Задав название (например, *Pro_Led_led*) и местоположение каталога размещения нового проекта, щёлкаем на кнопке *Next*, после чего открывается диалоговое окно выбора МК, аналогичное показанному на рисунке 7. Выбрав нужный МК, например LPC1768, щёлкаем на кнопке *Next*, после чего откроется диалоговое окно задания параметров создаваемого проекта, показанное на рисунке 10.

Параметр этого окна *Use CMSIS peripheral header files and initialization code* задаёт использование в качестве т.н. опорной информации (reference) нашего проекта заголовочных файлов и кода инициализации периферии из стандарта программного интерфейса МК Cortex CMSIS. Этот стандарт представляет собой набор файлов (модулей) с исходными и заголовочными текстами, описывающими встроенную периферию МК с ядром Cortex (регистры специальных функций), а также векторы исключений. Необходимо от-

© СТА-ПРЕСС

метить, что для использования этой возможности в создаваемом проекте в нашу рабочую область должен быть предварительно импортирован библиотечный проект CMSIS из подкаталога *Examples*, созданного по умолчанию при инсталляции LPCXpresso IDE. Порядок импорта будет описан ниже.

Параметр *Enable CRP in the target image* задаёт включение защиты кода в памяти МК от чтения.

Название подкаталога в каталоге проекта, содержащего исходные файлы пользователя, может быть задано в поле *User source directory*. По умолчанию подкаталог называется *src*.

Задав параметры проекта, щёлкаем на кнопке *Finish*, после чего позиция табуляции папки проекта появляется в окне обозрения проводника проектов *Project Explorer* (см. рис. 8). Эта позиция может быть развёрнута. Созданный нами проект по умолчанию содержит файл кода запуска для выбранного МК cr_startup_lpc176x.c, а также файл исходного текста основной функции main.c с практически пустым главным циклом управляющей программы. Двойным щелчком мыши на позиции табуляции файла main.c можно отрыть его для просмотра и редактирования в окне редактора. Фактически этот файл представляет собой заготовку, в которую разработчик может вставить собственный исходный текст. При этом в файле main.c уже имеются корректные директивы подключения необходимых заголовочных и исходных файлов, связанных с выбранной аппаратной платформой и опорной информацией. После создания проекта можно вручную сохранить его на диске ПК, выбрав в меню перспективы *File* > *Save*, или комбинацией клавиш CTRL+S.

Следует отметить, что создание (импорт) проекта, а также другие связанные с ним операции (формирование, отладка и пр.), которые будут рассмотрены ниже, удобно производить с помощью открытого по умолчанию раздела *Start here* окна обозрения *Quickstart Panel* (см. рис. 8). При необходимости можно отрыть это окно, выбрав в меню перспективы *Window* > > *Show View* > *(Other...)* > *Quickstart* > > *Quickstart Panel*. В разделах этого окна содержатся и другие полезные команды, например, команда создания нового исходного файла на языке С в составе текущего проекта *Create New C source file* (раздел *Project and File wizards*), группа команд *Additional resources* (раздел *Extras*), позволяющих получить быстрый доступ к интернет-ресурсам пакета программ LPCXpresso.

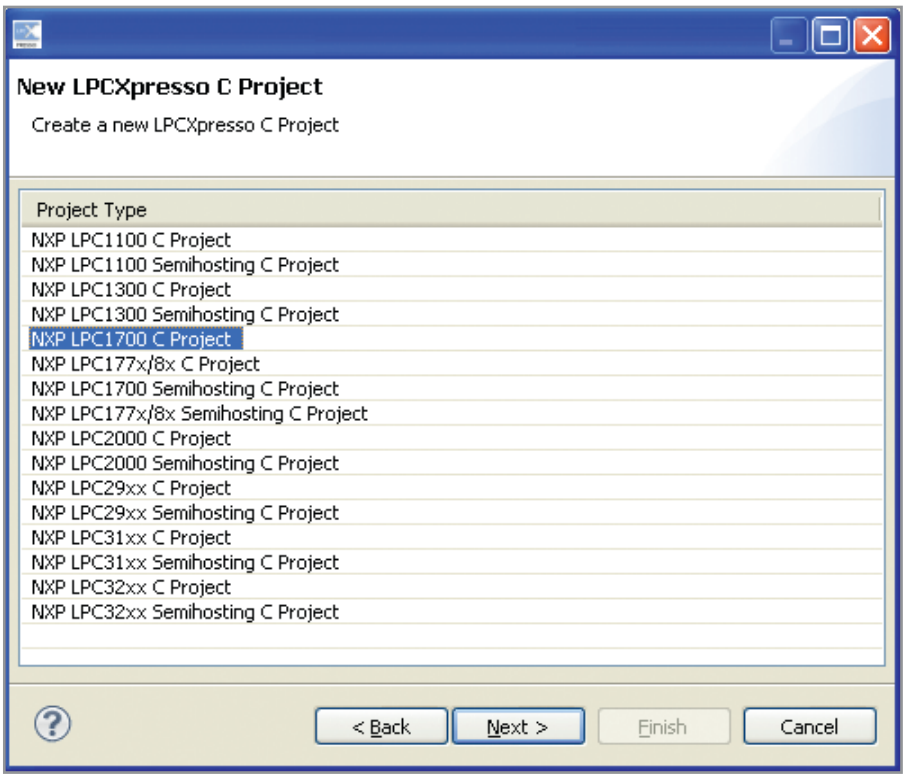


Рис. 9. Диалоговое окно *New LPCXpresso C Project* выбора семейства МК целевой системы

Помимо создания проектов на базе различных шаблонов, LPCXpresso IDE предоставляет разработчику возможность импортировать в рабочую область уже готовые проекты, в частности, содержащиеся в самом пакете LPCXpresso IDE. Рассмотрим импорт в рабочую область библиотечного проекта CMSIS из подкаталога *Examples*, чтобы в рабочей области можно было создавать новые исполняемые проекты, поддерживающие CMSIS.

В окне обозрения *Quickstart Panel* > > *Start here* следует выбрать *Import Example project(s)*, после чего откроется одноимённое окно. В поле *Project*



© СТА-ПРЕСС

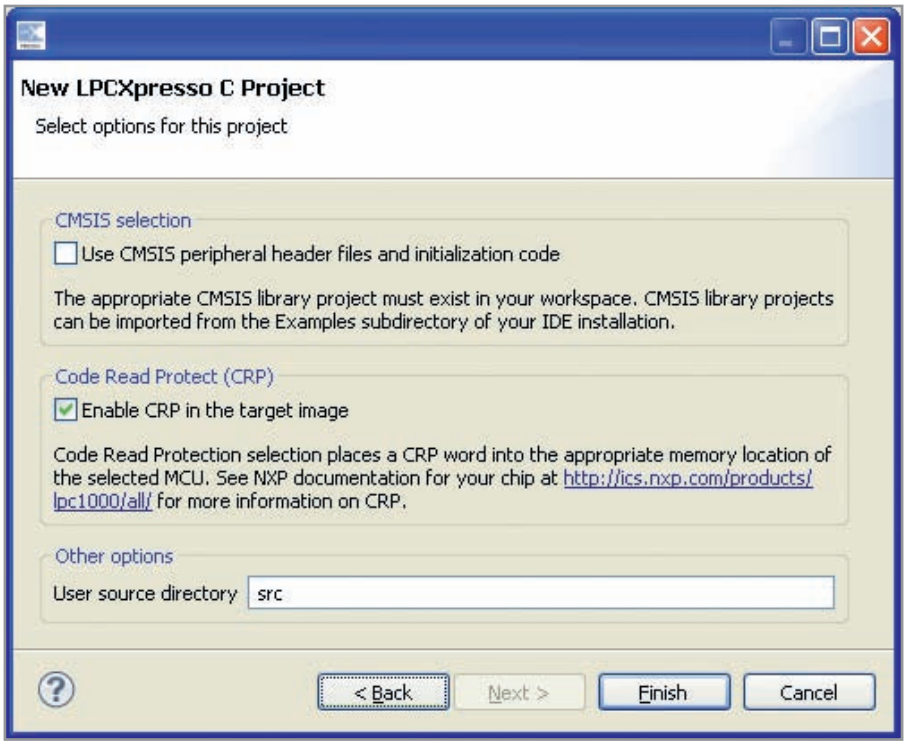


Рис. 10. Диалоговое окно задания параметров создаваемого проекта

arhive этого окна указываем путь к архиву с проектами, например: C:\nxp\lpcxpresso3.6\Examples\NXP\LPC1000\LPC17xx\CMSISv1p30_LPC17xx.zip, после чего щёлкаем на кнопке *Next*. После этого отрывается окно задания каталога для распаковки выбранного архива. Не изменяя заданных по умолчанию настроек, щёлкаем в этом окне на кнопке *Finish*, после чего позиция табуляции папки библиотечного проекта CMSISv1p30_LPC17xx появляется в окне проводника проектов *Project Explorer*. К числу заголовочных и исполняемых файлов поддержки CMSIS относятся файлы core_cm3.h, LPC17xx.h, system_LPC17xx.h, core_cm3.c, system_LPC17xx.c, содержащиеся в библиотечном проекте CMSISv1p30_LPC17xx.

После импорта библиотечного проекта CMSIS можно удалить созданный ранее исполняемый проект *Pro_Led_led*, щёлкнув на его позиции табуляции правой кнопкой мыши и выбрав в открывшемся контекстном меню команду *Delete*, а затем создать его заново, уже с поддержкой CMSIS (включенной параметром *Use CMSIS peripheral header files and initialization code* на рисунке 10). Заметим, что поддержка CMSIS существенно ускоряет и облегчает написание встроенных программ.

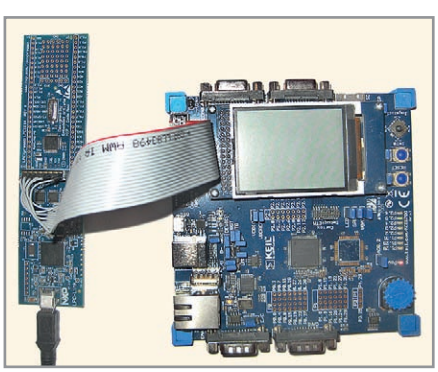


Рис. 11. Подключение демонстрационной платы LPCXpresso к отладочной плате MCB1760 через JTAG

После создания и сохранения проекта пользователь может запустить его формирование, выбрав в меню перспективы *File* > *Build Project*, или использовать комбинацию клавиш CTRL+B, когда позиция табуляции данного проекта выбрана курсором в окне обозрения *Project Explorer*. Для запуска формирования можно также воспользоваться соответствующей командой *Build* окна обозрения «быстрого запуска» *Quickstart Panel* > *Start here*.

Под формированием проекта здесь понимается процесс компиляции его исходных файлов, а также их последующей компоновки (линковки). Формирование проекта осуществляется CDT в последовательности, заданной в make-файле этого проекта. Результаты формирования и возникшие при этом проблемы можно наблюдать в окнах обозрений *Console* и *Problems* соответственно. Конечным результатом формирования (компоновки) проекта является двоичный исполняемый файл с расширением *.axf (*.elf), который по умолчанию генерируется в одной из автоматически создаваемых LPCXpresso IDE папок *Debug* или *Release* данного проекта.

После безошибочного завершения формирования проекта можно перейти к его выполнению/отладке. Поскольку в состав LPCXpresso IDE не входит программный симулятор целевого МК, производить выполнение/отладку проектов в LPCXpresso IDE можно только в «железе», т.е. в МК конечной системы. Однако прежде чем начать выполнение/отладку, создадим в управляющей программе нашего проекта некое функциональное наполнение, с тем чтобы можно было наглядно наблюдать её выполнение в МК.

При работе с LPCXpresso IDE автор статьи использовал демонстрационную плату LPCXpresso не как целевую систему, а только в качестве аппаратного отладчика LPC-Link. В качестве целевой системы использовалась отладочная плата MCB1760 фирмы Keil Software [4]. В связи с этим файл main.c созданного ранее проекта *Pro_Led_led* был дополнен несложным кодом, реализующим эффект последовательного зажигания и гашения («бегущий огонь») светодиодов этой платы.

При использовании режима отладки LPCXpresso IDE необходимо предварительно подключить к ПК аппаратный отладчик LPC-Link (плату LPCXpresso) с помощью кабеля USB 2.0 A/Mini-B. В свою очередь, к отладчику LPC-Link необходимо подключить целевую систему (в нашем случае отладочную плату MCB1760) через разъём JTAG, например, как показано на рисунке 11. За отсутствием в распоряжении автора миниатюрного десятиштырькового разъёма JTAG/SWD, отладчик LPC-Link был подключен к системе через один ряд контактов 16-штырькового разъёма J4 платы LPCXpresso. Принципиальные схемы разводки указанных разъёмов можно найти в [2].

Для запуска режима отладки следует выбрать в окне обозрения *Quickstart Panel* > *Start here* > *Debug*, после чего LPCXpresso IDE произведёт повторное формирование проекта. В случае обнаружения компилятором или компоновщиком каких-либо ошибок в исходном файле (файлах) проекта перечень этих ошибок отобразится в окне *Problems*, при этом информация

© СТА-ПРЕСС

о каждой ошибке может быть детализирована.

В случае безошибочного завершения формирования программа начинает инициализацию отладчика LPC-Link с открытием соответствующего окна. При успешном завершении инициализации код программы приложения записывается во флэш-память МК, после чего программа LPCXpresso IDE переходит в режим отладки.

Информация о действиях, производимых LPCXpresso IDE и отладчиком LPC-Link над приложением и МК при переходе в режим отладки (формирование приложения, обнаружение и инициализация МК, запись кода приложения во флэш-память МК, верификация этого кода, сброс МК и т.д.), отображается в окне *Console*, как показано на рисунке 12.

Заметим, что отладку приложения удобнее производить не в открытой по умолчанию перспективе разработки *Develop*, а в перспективе отладки *Debug (Window > Open Perspective > > (Other...) > Debug)*. При переходе в режим отладки автоматически открывается окно обозрения *Debug*, как показано на рисунке 13. В ходе отладки в этом окне отображается следующая информация:

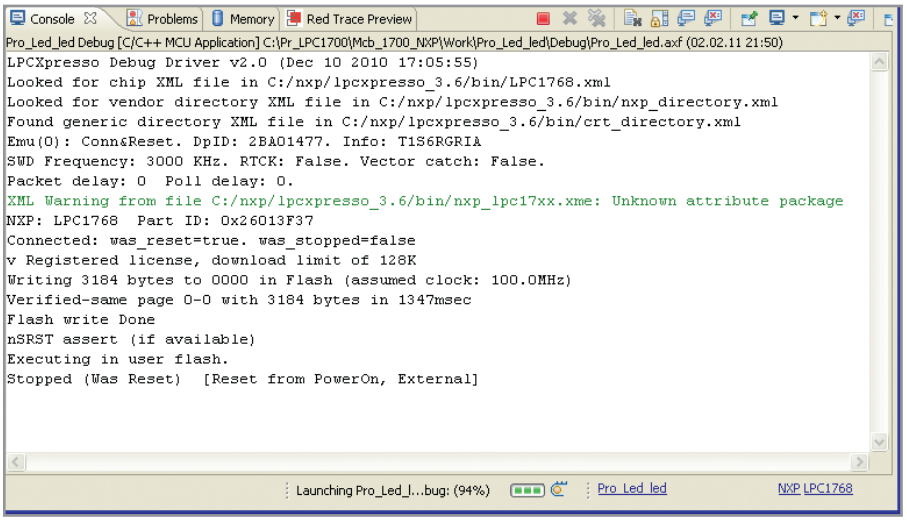


Рис. 12. Информация о действиях, производимых LPCXpresso IDE и отладчиком LPC-Link над приложением и целевым МК при переходе в режим отладки

- текущее состояние отладчика и программы приложения: выполнение (*Running*) или останов выполнения (*Suspended*). В состоянии останова в окне отображаются все функции программы, выполнение которых было приостановлено, например, на время передачи управления во вложенные в них функции. При наличии нескольких уровней вложения перечень таких функций представлен в окне в виде стека. Отображаемая в окне информация может быть развёрнута;
- каждый процесс, представленный в виде узла (символа и строки табуляции) в дереве процессов.



© СТА-ПРЕСС

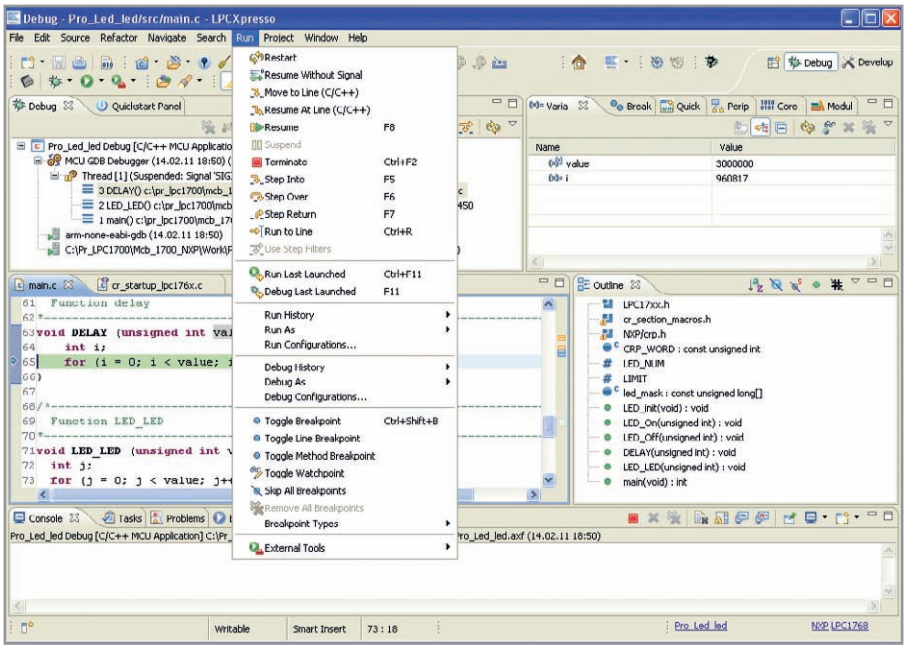


Рис. 13. Главное окно перспективы *Debug* в режиме отладки

Необходимо отметить, что многие возможности отладки в LPCXpresso IDE являются контекстно-зависимыми. Если созданная пользователем рабочая область содержит библиотечные проекты, например, типа CMSIS, то возможности отладки LPCXpresso IDE будут неактивны, когда пользователь будет редактировать исходный файл на языке С, который является частью такого библиотечного проекта.

В ходе отладки разработчик может получать информацию о значениях локальных переменных, содержащихся в любой функции отлаживаемой программы приложения. Для этого следует щёлкнуть мышью на позиции табуляции требуемой функции в окне *Debug*, после чего текущие значения содержащихся в ней переменных отобразятся в окне обозрения *Variables* (см. рис. 13). В режиме отладки команда исходного текста, на которую будет передано управление при следующем шаге выполнения программы, подсвечивается курсором в окне редактора. Набор команд управления отладкой доступен через пункт меню *Run* перспективы *Debug* (а также перспективы *Develop*). Кроме того, кнопки этих же команд расположены на инструментальной панели меню окна обозрения *Debug*.

Команда *Restart* вызовет сброс МК целевой системы, команда *Resume* (F8 клавиатуры ПК) – непрерывное выполнение программы приложения в реальном времени, команда *Run to Line* (Ctrl +R) – непрерывное выполнение программы приложения в реальном времени с остановом на строке исходного текста, отмеченной курсором в окне редактора.

В распоряжении пользователя имеются также команды, позволяющие выполнять программу приложения на уровне исходного текста в пошаговом режиме. Команда *Step Into* (F5) вызовет выполнение одного шага программы с «показом» захода управления в функцию, команда *Step Over* (F6) – выполнение одного шага без «показа» захода управления в функцию, команда *Step Return* (F7) вызовет завершение выполнения текущей функции (выход управления из нее) и останов выполнения. Подача команды *Suspend* приостановит выполнение программы приложения. Выполнение команды *Terminate* (Ctrl +F2) приведёт к выходу из режима отладки.

В ходе сеанса отладки пользователь может устанавливать и удалять в программе приложения точки останова, производить мониторинг значений программных переменных, содержимого, памяти, регистров и т.д.

Установка и удаление в программе точек останова осуществляются следующими способами:

- выбором в меню *Run* команд *Toggle Breakpoint*, *Toggle Line Breakpoint* (см. рис. 13). При этом точка останова будет установлена на команде или на строке исходного текста, отмеченной курсором в окне редактора. При передаче управления на команду (строку) программы приложения с установленной точкой останова произойдёт останов выполнения программы. При выборе в меню *Run* команды *Toggle Method Breakpoint* точка останова будет установлена на входе в функцию, содержащую строку исходного текста, которая отмечена курсором в окне редактора. Повторный выбор команд *Toggle Breakpoint*, *Toggle Line Breakpoint*, *Toggle Method Breakpoint* для отмеченной курсором команды (строки, функции) с установленной точкой останова приведёт к удалению этой точки;
- двойным щелчком левой кнопкой мыши на нужной строке в исходном тексте в окне редактора. При этом точка останова будет установлена на этой строке. Повторный двойной щелчок на строке с установленной точкой останова приведет к её удалению;
- заданием адреса в памяти, например, с помощью команды *Set address breakpoint* из меню окна обозрения *Quick Disassemble*.

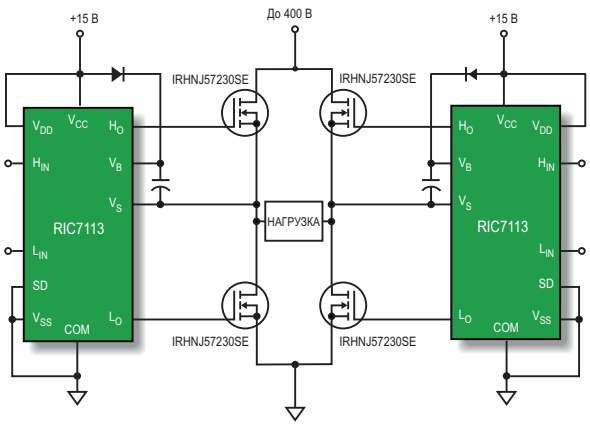
Включение через меню *Run* настройки *Skip All Breakpoints* приведёт к отключению (но не удалению) всех ранее установленных точек останова. Можно снова включить точки останова, сняв указанную настройку.

Информация обо всех установленных точках останова с указанием их текущего состояния (включена/отключена) отображается в окне обозрения *Breakpoints*, как показано на рисунке 14. Это окно можно открыть, выбрав в меню *Window* > *Show View* > > *(Other...)* > *Breakpoints*. Для отключения точки останова следует щелчком мыши снять галочку из квадрата слева на позиции табуляции этой точки. Кроме того, для управления точками останова можно воспользоваться контекстным меню окна обозрения *Breakpoints*, которое открывается щелчком правой кнопки мыши. Установленная точка останова индицируется кружком с галочкой с левой стороны окна редактора напротив строки исходного текста. Установка/удаление, включение/отключение точек останова возможны как в режиме выполнения, так и в режиме останова выполнения программы.

Информация о текущем содержимом регистров ЦПУ целевого МК доступна разработчику в окне обозрения *Core Registers*; его можно открыть, выбрав в меню *Window* > *Show View* > > *(Other...)* > *Core Registers*. Позиции табуляции регистров, содержимое кото-

© СТА-ПРЕСС

Первый в космической отрасли радиационно-стойкий драйвер высоковольтных транзисторов MOSFET



Типовая схема применения

INTERNATIONAL RECTIFIER представляет первый в космической отрасли высоковольтный высокочастотный радиационно-стойкий драйвер транзисторов MOSFET RIC7113 с независимо управляемыми входами верхнего и нижнего плеча преобразователя при выходном напряжении 400 В без снижения параметров.

RIC7113 является идеальным драйвером для прямоходового преобразователя с двумя ключами, схемы управления электродвигателем, мостового силового каскада или двухтактной структуры типа «пуш-пул». Драйвер упрощает схему понижающего стабилизатора с синхронным выпрямлением, где используется только верхнее плечо.

Особенности

- Соответствует требованиям шин питания спутников с повышенным напряжением
- Независимо управляемые входы верхнего и нижнего плеч
- Потактовое управление током
- Подобранные задержки распространения импульсов упрощают использование в высокочастотных применениях
- Значение накопленной дозы 100 крад (Si), отсутствие одиночных эффектов от воздействия протонов и ионов при пороговой линейной потере энергии (ЛПЭ) иона 37 МэВ×см²/мг без снижения технических параметров

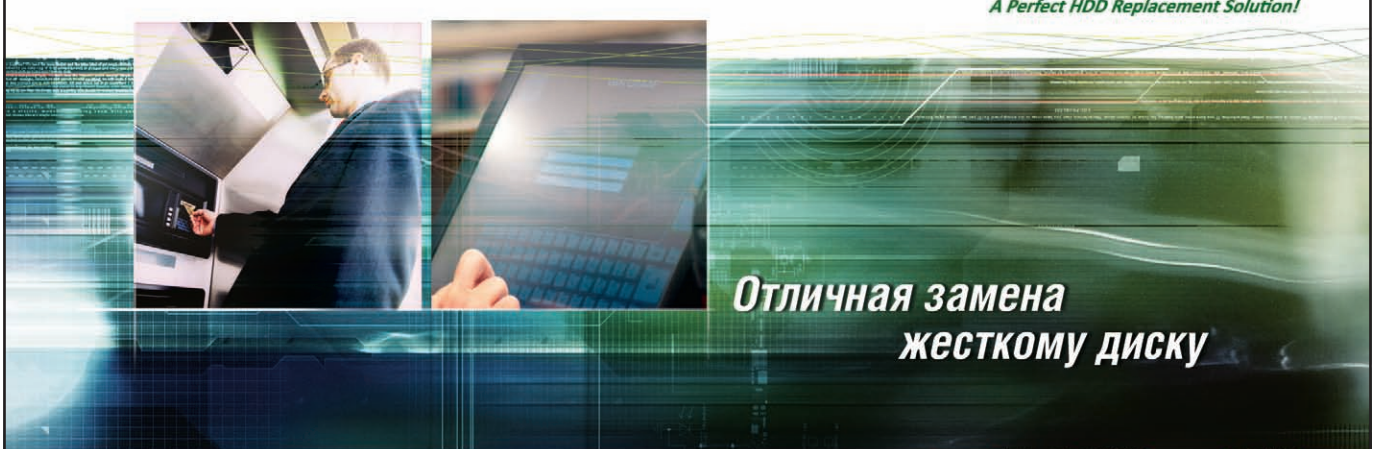
Реклама

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР КОМПАНИИ INTERNATIONAL RECTIFIER HIREL

PROSOFT® COMPONENTS

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

International IOR Rectifier
THE POWER MANAGEMENT EXPERTS



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

© СТА-ПРЕСС

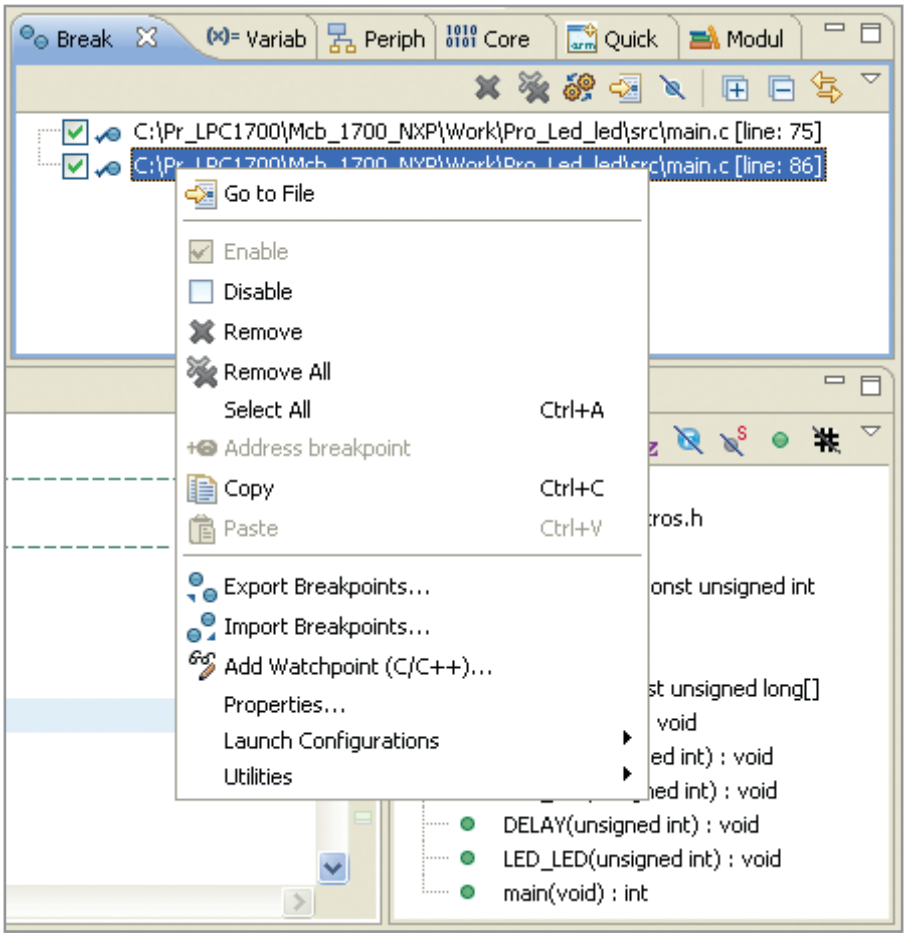


Рис. 14. Окно обозрения точек останова *Breakpoints*

рых обновлялось с момента последнего останова выполнения, подсвечиваются жёлтым цветом. Обновление текущего содержимого регистров производится программой только после останова выполнения.

Информация о текущем содержимом специальных (периферийных) регистров целевого МК доступна разработчику в окне обозрения *Peripherals*; оно открывается из меню *Window* > > *Show View* > *(Other...)* > *Peripherals*. Для отображения содержимого специальных регистров необходимо в окне *Peripherals* отметить галочками позиции табуляции требуемых периферийных устройств. После этого побитовое содержимое специальных регистров, относящихся к выбранной периферии, отобразится в автоматически открывшемся окне обозрения *Memory*.

При необходимости наблюдения содержимого памяти МК следует открыть окно обозрения *Memory*, выбрав в меню *Window* > *Show View* > *(Other...)* > > *Memory*, а затем создать т.н. монитор наблюдения требуемой области памяти, щёлкнув на пиктограмме команды *Add Memory Monitor* в меню обозрения *Memory*. В качестве альтернативы можно использовать контекстное меню окна, для открытия которого следует щёлкнуть в окне правой кнопкой мыши. После этого откроется диалоговое окно *Monitor Memory*, в поле которого *Enter address or expression to monitor*: необходимо задать начальный адрес в памяти и щёлкнуть на кнопке OK. После этого в области *Monitors* окна *Memory* отобразится созданный монитор памяти (в виде заданного начального адреса), а в области данных этого окна – содержимое памяти, начиная с заданного адреса. Следует отметить, что в ходе сессии отладки можно одновременно открыть несколько окон обозрения *Memory*, используя их для отображения содержимого различных областей памяти.

Возможности программы LPCXpresso IDE также позволяют разработчику наблюдать дизассемблированный текст, соответствующий загруженному в целевой МК коду приложения. Для этого необходимо открыть окно обозрения просмотра дизассемблированного текста через меню *Window* > *Show View* > *(Other...)* > *Disassembly*. Во время останова выполнения в этом окне отображается фрагмент дизассемблированного текста участка кода приложения, в пределах которого находится управление. В режиме отладки ассемблерная команда исходного текста в окне *Disassembly*, на которую будет передано управление при следующем шаге выполнения программы, подсвечивается курсором. Помимо ассемблерных инструкций, в дизассемблированном тексте также отображаются соответствующие этим инструкциям команды исходного текста на языке С.

Фрагмент доступного для наблюдения дизассемблированного текста, отображаемый в ходе отладки в окне *Disassembly* после каждого останова выполнения программы, весьма невелик. Однако пакет LPCXpresso IDE предоставляет разработчику дополнительные возможности наблюдения и анализа дизассемблированного текста. Для этого необходимо сначала открыть окно обозрения «быстрого» просмотра дизассемблированного текста, выбрав в меню *Window* > *Show View* > *(Other...)* > *Quick Disassemble*, затем уже в меню этого окна выбрать команду *Show disassemble dialog*, после чего откроется диалоговое окно *Disassemble*. Кроме того, можно использовать контекстное меню окна *Quick Disassemble*, для открытия которого следует щёлкнуть в окне правой кнопкой мыши. В поле *Start address or function* окна *Disassemble* следует задать начальный адрес в памяти (или название функции), с которого будет осуществляться «быстрое» отображение дизассемблированного текста программы, в поле *Length* – требуемый размер фрагмента дизассемблированного кода в байтах, и щёлкнуть на кнопке OK. После этого в окне *Quick Disassemble* отобразится дизассемблированный текст, соответствующий заданному участку памяти приложения.

Продолжение следует

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 (готовится к выпуску).
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.

© СТА-ПРЕСС


Активный компонент
вашего бизнеса
PROSOFT®
COMPONENTS
Опираясь на многолетний опыт применения компонентов, ПРОСОФТ предлагает
• Различные решения по подбору элементной базы
• Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
• Оптимизацию схемотехнических решений
• Оказание технической и информационной поддержки
SHARP
BULGIN
anadigm
AUO
RFHIC
www.rfhic.com
CREE
MPS
Greyhill
Switchcraft
HARTING
Pushing Performance
austriamicrosystems
MICROMETALS
Тел.: (495) 232-25-22
E-mail: info@prochip.ru
Web: www.prochip.ru
реклама


RFHIC
www.rfhic.com
СВЧ ПРИЁМОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА
RFHIC
www.rfhic.com
RWS05020-10
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
PROSOFT®
COMPONENTS
Активный компонент вашего бизнеса
Тел.: (495) 232-25-22
E-mail: info@prochip.ru
Web: www.prochip.ru
Реклама

© СТА-ПРЕСС

Инструментарий JTAG для процессоров Intel: упрощение разработки встраиваемых приложений

Печатается с разрешения WIND RIVER (http://www.windriver.com)

Иоахим Хамп (Германия)
Перевод Николая Горбунова

В статье приведено описание программно-аппаратных решений и услуг компании Wind River в области внутрисхемной отладки. Указаны их преимущества для разработки встраиваемых систем на базе процессоров Intel. Рассмотрены JTAG-эмуляторы Wind River Probe и Wind River ICE 2, а также интегрированная среда разработки и отладки Wind River Workbench On-Chip Debugging.

С развитием полупроводниковых и программных технологий изменяются и методики разработки, анализа и тестирования встраиваемых приложений. Доступность многоядерных и многопоточных процессоров, поддерживающих их операционных систем (ОС) и технологий виртуализации открывает новые возможности создания надёжных высокопроизводительных продуктов, обладающих при этом малыми размерами, разумным энергопотреблением и низкой себестоимостью.

Отладка встраиваемых приложений традиционно требовала целого семейства аппаратных и программных средств: для «оживления» аппаратуры использовался JTAG-инструментарий, для разработки ПО – отладочные агенты. Компания Wind River в корне изменила подход к отладке сложных встраиваемых приложений, объединив традиционные JTAG-средства с диагностическими механизмами операционной системы (ОС) и инструментами анализа и профилирования и значительно расширив функциональные возможности отладочного комплекса по сравнению с традиционным JTAG-инструментарием.

Комплекс внутрисхемной отладки Wind River (Wind River OCD) – это интегрированное отладочное решение, объединяющее высокопроизводительные JTAG-эмуляторы с Wind River Workbench – мощной программной средой разработки и отладки (IDE) на базе платформы Eclipse. Благодаря визуализации детальной картины взаимодействий между программными и аппаратными компонентами, комплекс позволяет сократить все фазы процесса разработки, включая «оживление» оборудования, разработку BIOS и начального загрузчика, адаптацию ОС, оптимизацию драйверов устройств и стабилизацию прикладного кода.

Инструментарий JTAG для процессоров Intel

Начиная с процессора Intel Atom (см. рис. 1), компания Wind River добавила в свою линейку многоплатформенных отладочных комплексов поддержку штатной отладочной функциональности, предоставляемой 32-разрядными процессорами Intel. В ближайшие планы Wind River также входит реализация поддержки ряда процессоров из состава линеек Intel Core 2 и Intel Xeon.

Эмуляторы JTAG от Wind River (см. рис. 2) – портативный Wind River Probe и многопоточный/многоядерный Wind River ICE 2 – предоставляют прямой доступ для чтения и записи к функциональным элементам кристалла, включая внутренние и периферийные регистры, внутреннюю и флэш-память и т.п. В частности, с их помощью разработчики могут получить доступ к управляющим регистрам технологии Enhanced Intel SpeedStep, чтобы производить тонкую настройку процессора для достижения оптимального баланса между производительностью и энергопотреблением.

Интегрированная среда внутрисхемной отладки Wind River Workbench OCD оптимизирует труд разработчика за счёт сокращения рутинных операций цикла редактирование – компиляция – отладка. Индивидуальное представле-



Рис. 1. Процессор Intel Atom

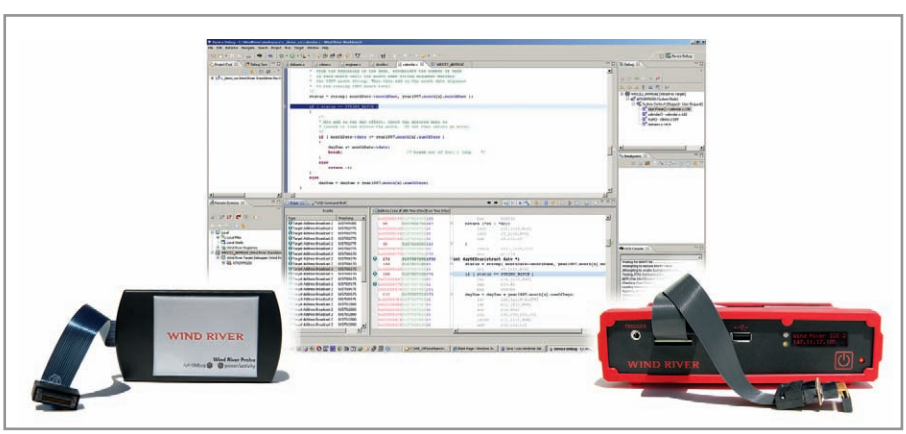


Рис. 2. Инструментарий внутрисхемной отладки Wind River OCD

© СТА-ПРЕСС

ние вычислительных ядер и потоков Intel Hyper-Threading даёт возможность отслеживать состояние потоков и производить над ними операции параллельно и независимо друг от друга, а также управлять синхронизацией их выполнения. Более того, Workbench предоставляет единую среду разработки приложений для ОС VxWorks и Wind River Linux и позволяет одновременно производить отладку как при помощи JTAG-эмулятора, так и с использованием отладочных агентов.

Интегрированная среда Wind River Workbench OCD

Благодаря тому что среда Wind River Workbench OCD (см. рис. 3) основана на платформе Eclipse, её можно легко расширять с использованием сторонних плагинов Eclipse, как коммерческих, так и свободно распространяемых или разработанных самостоятельно. Например, можно добавить поддержку средств управления конфигурацией типа CVS или ClearCase, средств визуального UML-моделирования и генерации кода, инструментов статического анализа кода или средств симуляции/виртуализации. Это позволяет активно использовать инструментарий растущей экосистемы Eclipse и повышать эффективность взаимодействия разработчиков аппаратуры и программного обеспечения (ПО) за счёт использования единой среды, упрощающей совместное решение задач отладки специалистами разного профиля.

Централизованная проектно-ориентированная среда

Пакет программ Wind River Workbench предоставляет централизованную среду разработки, автоматизирующую процесс отладки и анализа. Лежащая в её основе проектно-ориентированная методология упрощает передачу задач между различными фазами проекта – от инициализации оборудования и написания микропрограмм до адаптации ОС и разработки прикладного кода.

Среда Workbench позволяет эффективно управлять проектами разработки как аппаратуры, так и ПО. Её гибкий интерфейс организации проекта даёт возможность настраивать представление данных в зависимости от типа проекта и характера выполняемой задачи. Для ускорения работы предусмотрен набор мастеров и утилит, которые проведут вас по процессу создания проекта.

Информация о файлах, входящих в состав проекта, задействованных целевых устройствах и выполняемых ими программах предоставляется Workbench в единой консоли. Поскольку различные стадии разработки требуют различных данных, вы можете создавать ваши собственные перспективы (см. рис. 4), предоставляющие только информацию, необходимую для решения конкретной задачи.

Перспектива внутрисхемного отладчика, предоставляемая в Workbench OCD «из коробки», является отправной точкой для JTAG-отладки и содержит основные информационные элементы и задачи, связанные с этим процессом, например подключение к JTAG-эмуляторам Wind River.

Навигация в проекте

Реализованные в Workbench функции навигации (см. рис. 5) упрощают процесс работы с множеством проектов, помогая организовать все программные компоненты, входящие в состав проекта встраиваемого приложения, и эффективно ими управлять.



© СТА-ПРЕСС

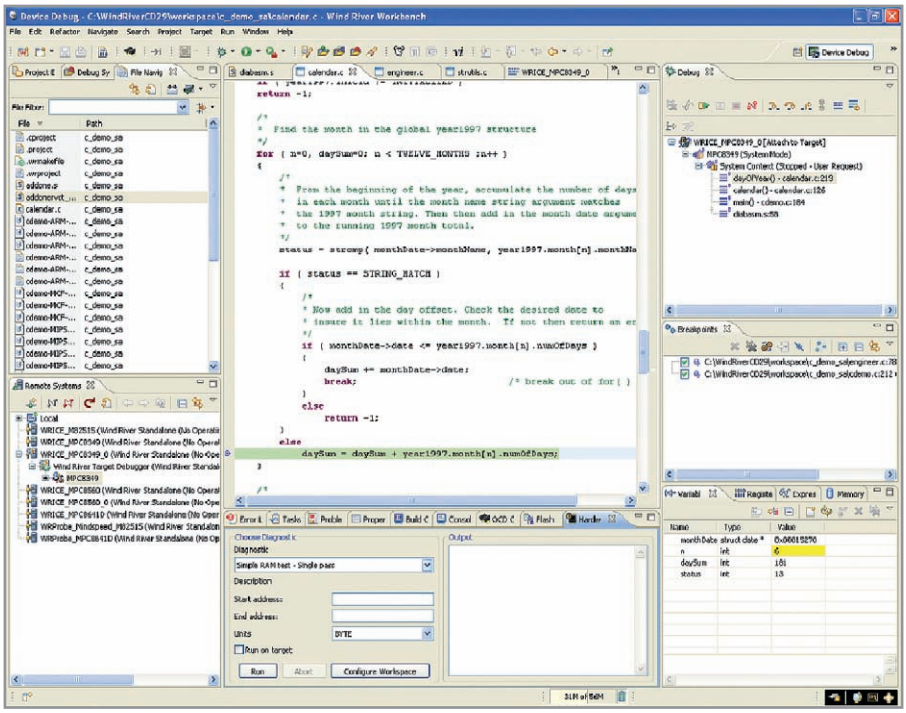


Рис. 3. Интегрированная среда Wind River Workbench OCD

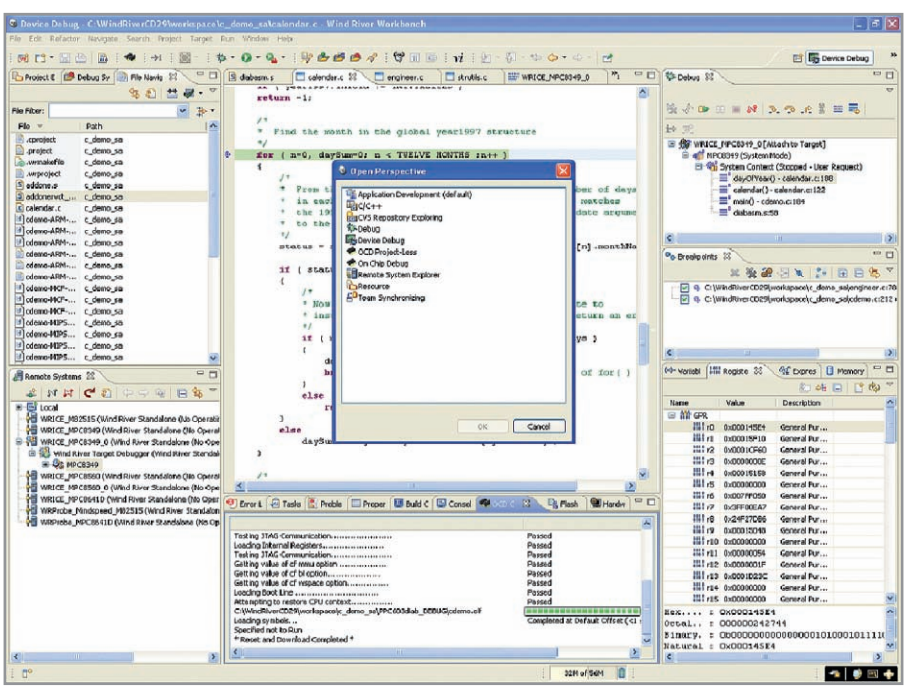


Рис. 4. Среда Workbench OCD позволяет задавать специализированные перспективы для конкретных задач

Более того, можно предоставлять доступ к созданным проектам другим членам команды, сокращая тем самым затраты времени на настройку и повышая эффективность работы. Сочетая отладку прикладного кода с внутрисхемной отладкой, также можно повысить эффективность взаимодействия разработчиков аппаратуры и ПО.

Интеграция с CVS позволяет видеть, когда разные разработчики модифицируют один и тот же код, и предотвращать тем самым конфликты редактирования. Файловый навигатор Workbench также позволяет быстро искать идентификаторы (названия переменных, функций и т.п.) по всем файлам, загруженным в рабочее пространство проекта, сокращая время переключения между необходимыми файлами.

Единая система компиляции

Система компиляции, реализованная в Workbench On-Chip Debugging, предоставляет все необходимые инструменты, возможности и параметры для управления процессом компиляции проекта – от глобальных установок до тонкой настройки на уровне отдельных файлов. Использование единого централизованного решения для всего цикла редактирования, компиляции и отладки позволяет сэкономить время, которое обычно тратится на поддержку нескольких разрозненных инструментов.

Мощный редактор кода

В текстовом редакторе, входящем в состав Workbench On-Chip Debugging, реализованы самые передовые функции редактирования – от эмуляции vi до автоматического завершения кода (code completion), подсказки параметров функций и подсветки синтаксиса в исходных файлах, – что позволяет сократить цикл редактирование – компиляция – отладка и снизить количество ошибок. Редактор Workbench полностью интегрирован с системой управления проектами, системой компиляции, анализатором исходного текста и отладчиком, в результате чего можно легко переключаться между различными задачами, возникающими в процессе отладки программ в исходном тексте.

Редактор конфигураций JTAG

В дополнение к редактору исходных текстов, среда Workbench On-Chip Debugging содержит редактор конфигураций JTAG, предназначенный для редактирования файлов конфигурации целевого оборудования. Этот редактор позволяет подключать JTAG-эмулятор Wind River к платам, содержащим более одного устройства в цепочке сканирования. При этом устройства в цепочке представлены в виде диаграммы, что упрощает процесс редактирования файла конфигурации платы.

Когда в цепочку сканирования входят одно или два устройства, задать связи и конфигурации очень просто. Однако с увеличением числа устройств сложность резко возрастает, а с ней повышается и вероятность ошибки. Графическое представление позволяет вам легко разобраться и задать устройства, включаемые в цепочку, чтобы правильно настроить JTAG-эмулятор. Также эмулятору необходимо «знать», как адресовать устройства в цепочке сканирования, чтобы можно было работать только с выбранными устройствами, представляя остальные в «прозрачном» режиме (bypass mode). Редактор сохраняет эти настройки и затем загружает их в эмулятор.

© СТА-ПРЕСС

Управление подключением и конфигурацией целевых систем

Среда Workbench On-Chip Debugging объединяет управление подключениями к целевому оборудованию и его конфигурацией в едином графическом представлении, устраняя необходимость в переключении между различными интерфейсами или ручной настройке соединений в командной строке. В качестве объектов соединения могут выступать вычислительные ядра, процессоры, процессы или симуляторы; можно даже поддерживать несколько соединений одновременно.

Управление стартом целевых систем

Утилита быстрого старта целевой системы (Quick Target Launch), включенная в состав Workbench On-Chip Debugging, основана на функции управления стартом, предоставляемой платформой Eclipse. Эта функция предназначена для упрощения процедуры запуска конкретной целевой системы в случае, если существует множество целевых систем и их возможных конфигураций. С помощью этой функции разработчик может выбирать требуемую стартовую последовательность (launch) либо подключаясь к уже запущенной целевой системе, либо начиная с полного перезапуска, мгновенно переходя, таким образом, к решению конкретных задач при необходимых начальных условиях.

Стартовые последовательности могут быть использованы для установления соединения с целевой системой, загрузки в неё образа ОС, загрузки отладочной информации в отладочный агент, выполнения сценариев, либо для выполнения всех этих задач в произвольном сочетании. Кроме того, стартовые последовательности можно объединять в группы, чтобы иметь возможность подключаться и загружать ПО в несколько процессоров или ядер одновременно.

Командная оболочка JTAG-эмулятора

Если вы предпочитаете интерфейс командной строки, вы можете работать с целевой системой через JTAG-эмулятор посредством командной строки. Командная оболочка со встроенной функцией журналирования позволяет производить тонкую настройку эмулятора и целевого оборудования. Вы также можете создавать низкоуров-

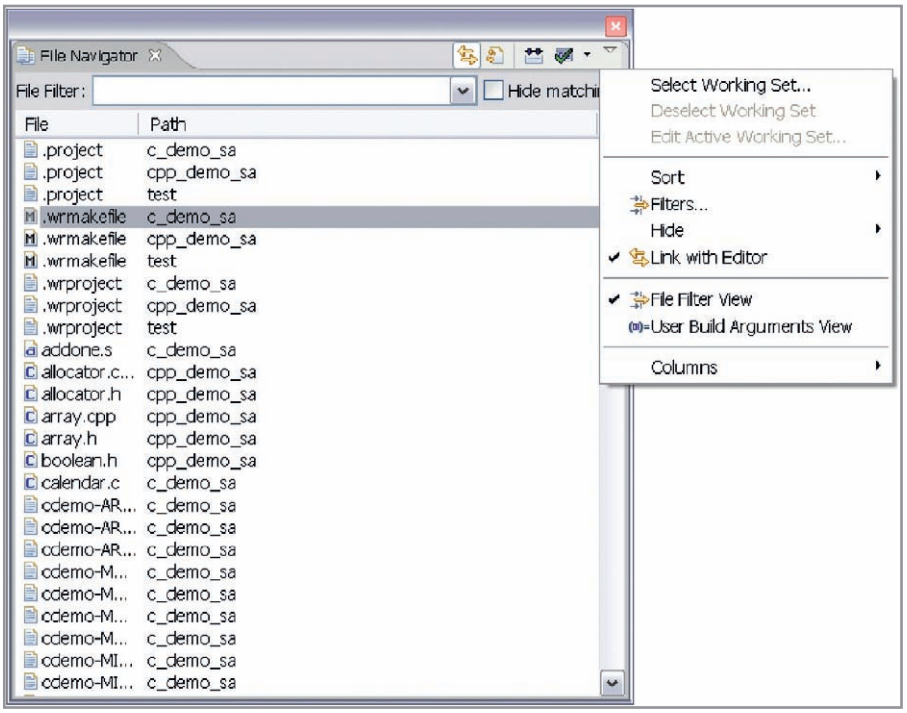


Рис. 5. Навигатор Workbench позволяет быстро искать идентификаторы

невые сценарии инициализации целевой системы и загрузки ПО, чтобы автоматизировать часто повторяющиеся задачи.

Командная оболочка используется для загрузки в эмулятор состояния регистров целевого оборудования и последующего выполнения низкоуровневых команд. Сессии командной оболочки можно записывать, сохранять в виде файлов и впоследствии выполнять как сценарии; поддерживается как запись в режиме «только команды», так и полная запись всей активности (вводимые команды и результаты их выполнения).

Консоль состояния целевой системы

В состав Workbench On-Chip Debugging также входит выделенная консоль, которая предоставляет информацию о состоянии JTAG-соединения и событиях, происходящих на целевой системе, чтобы можно было контролировать правильность выполнения заданий.



© СТА-ПРЕСС

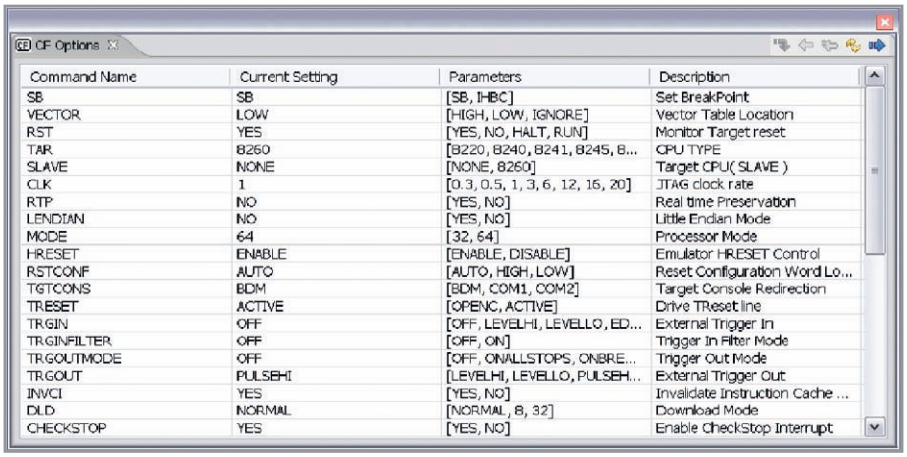


Рис. 6. Графическое представление позволяет визуализировать возможности конфигурации выбранного JTAG-эмулятора для конкретной целевой системы

Графическое представление файлов конфигурации

Для упрощения процесса настройки среда Workbench On-Chip Debugging предоставляет шаблоны файлов конфигурации регистров (configuration files, CF) для большинства поддерживаемых процессоров. Эти файлы можно редактировать, используя представление Workbench On-Chip Debugging CF Options View. В данном представлении все параметры конфигурационного файла для указанной целевой системы, включая их названия, варианты значений, текущие значения и комментарии, даны в удобной, визуальной форме (см. рис. 6).

Удобный доступ к регистрам

Среда Workbench On-Chip Debugging предоставляет побитовый доступ к регистрам целевой системы, а также всю необходимую справочную информацию по их конфигурированию «в один клик». Это позволяет сократить время, проведённое за изучением документации по процессору. В дополнение к этому, можно создавать свои собственные графические представления выбранных групп периферийных регистров, чтобы эффективно управлять различными конфигурациями оборудования.

Утилита загрузки и сравнения бинарных файлов

Утилита загрузки и сравнения бинарных файлов позволяет разработчикам быстро извлекать нужную информацию из любой области памяти целевой системы, например, в случае непреднамеренного затирания кода загрузчика, поставляемого производителем оборудования в комплекте с отладочной платой. Эта возможность особенно полезна для резервного копирования и восстановления важного системного кода, например кода ПЗУ начальной загрузки.

Утилита позволяет визуально выделить область памяти целевого устройства, включая группы секторов флэш-носителя, и выгрузить их содержимое в файл на инструментальном компьютере. После сохранения образа его можно анализировать при помощи утилиты сравнения, например, на предмет повреждений. Утилита сравнения сопоставляет образы, полученные с целевой системы, с бинарными файлами, хранящимися на инструментальном компьютере; все различия записываются и отображаются в редакторе Workbench On-Chip Debugging.

Расширенная диагностика оборудования

В среде Workbench On-Chip Debugging реализованы исчерпывающие возможности диагностики оборудования, благодаря чему не потребуется никаких дополнительных инструментов, а значит, сэкономятся и деньги, и время на обучение. Благодаря интеграции стандартных проверочных процедур и циклических (scope loop) тестов в едином интерфейсе, не придётся тратить время на написание сценариев тестирования шин данных и адреса.

Компания Wind River предоставляет надёжное интегрированное программное решение, позволяющее быстро находить и устранять ошибки соединений и адресации. Набор мастеров, входящих в комплект, поможет сконфигурировать и запустить необходимые диагностические операции, включая:

- проверку и тестирование производительности шин данных и адреса;
- вычисление контрольных сумм (CRC) для заданной области памяти;
- тестирование ОЗУ по сценариям различной интенсивности: либо с заполнением заданной области указанным шаблоном и затем считыванием на предмет ошибок, либо с последовательной записью и чтением, однократно или циклически;
- циклические (scope loop) тесты, периодически выдающие заданный шаблон на шину данных или адреса для проверки внешним анализатором.

Анализатор исходного текста

Анализатор исходного текста упрощает процесс документирования структуры кода, чтобы обеспечить эффективную интеграцию деревьев кода в больших проектах. Эта функция особенно полезна, когда код разрабатывается несколькими программистами одновременно, повторно используется между различными проектами или интегрируется с унаследованной кодовой базой. Она поможет быстро разобраться в коде, разработанном другими людьми, и интегрировать его в существующий проект.

Благодаря этой функции, можно моментально оценивать влияние предлагаемого изменения в коде на весь остальной проект, таким образом увеличивая общую продуктивность команды и снижая количество ошибок.

Статистическое профилирование

Встроенные средства анализа производительности и покрытия кода помогают выявить «узкие места» и оптимизировать выполнение кода на целевом процессоре. В отличие от классического подхода к профилированию, инструментирования кода для этого не требуется: чтобы провести профилирование, достаточно выделить раздел кода. Среда Workbench On-Chip Debugging сделает всё остальное автоматически и представит результаты в виде графика, таблицы или гистограммы, содержащей:

- название функции;
- полный путь к функции;
- адреса точек входа и выхода;
- процент времени, проведённого внутри каждой функции, для всех функций, выполнявшихся на целевой системе.

Многофункциональный отладочный модуль

Отладка является самым затратным этапом любого процесса разработки. Среда Workbench On-Chip Debugging

© СТА-ПРЕСС

предоставляет для отладки множества проектов на множестве целевых систем единую консоль, позволяющую коллективу разработчиков оперативно обмениваться информацией, значительно сокращая длительность отладочного цикла.

Отладочный модуль Workbench On-Chip Debugging поддерживает множество типов соединений, включая JTAG-эмуляторы, агенты и симуляторы, и предоставляет максимум гибкости при отладке аппаратуры и ПО на самых различных стадиях – от ранней диагностики аппаратных прототипов до разработки прикладных приложений. Можно вести отладку кода в среде любой целевой ОС из среды любой инструментальной ОС. Отладка многоядерных систем значительно упрощается, потому что можно задавать перекрёстные связи между точками останова и отслеживать несколько целевых систем одновременно.

Визуализация, предоставляемая отладочным модулем (см. рис. 7), демонстрирует список процессоров, на которых запущен процесс отладки, и пронумерованный перечень отладочных сессий с активными задачами. В число предоставляемых функций и диагностической информации входят:

- стандартная отладочная функциональность: старт/останов/завершение, пошаговое выполнение с входом в подпрограммы и без, выполнение до точки выхода, отладка в исходном тексте и дизассемблирование;
- данные на целевой системе: стек, потоки, процессы, задачи;
- системная информация: карта памяти, регистры, отслеживание локальных и глобальных переменных;
- многоядерное представление: каждый процесс, отлаживаемый на целевой системе, отображается в представлении отладчика с нумерацией и цветовым кодированием.

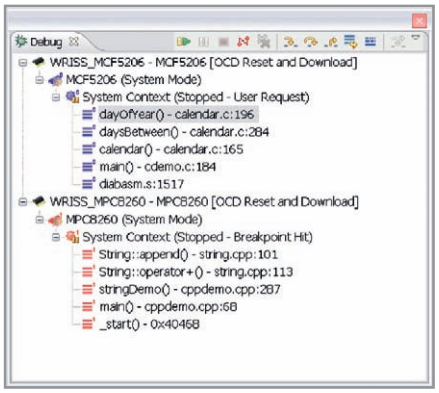


Рис. 7. Интерфейс отладочного модуля позволяет отслеживать и контролировать активные задачи

Командная оболочка целевой системы

В состав среды Workbench On-Chip Debugging входит командная оболочка целевой системы, предназначенная для управления задачами отладки. Она поддерживает стандартные языки сценариев, такие как команды GDB и интерпретируемые Tcl и C, позволяющие контролировать процесс выполнения ПО на высоком уровне. Оболочка поддерживается в инструментальных ОС Linux, Solaris и Windows.

Точки останова

Точки останова – полезный инструмент, позволяющий остановить выполнение всего или части ПО целевой системы, когда происходит заданное пользователем событие. Среда Workbench On-Chip Debugging поддерживает как программные, так и аппаратные точки останова, срабатывающие либо по вычисляемому выражению, либо по значению данных, либо по номеру

MPS™
The Future of Analog IC Technology™

- Высокая стабильность и повторяемость характеристик микросхем
- Защита от перегрузок по току, напряжению и температуре
- Рабочее напряжение до 80 В
- Высокая эффективность до 95%
- Температурный диапазон эксплуатации –40…+85°C
- Готовое изделие не требует регулировки



Наименование	Входное напряжение, В	Ток, А	Частота преобразования, кГц	Тип преобразователя	Корпус
MP4688	4,5–80	3,2	2000	Понижающий	SOIC8E
MP3412	0,8–5	1,1	1200	Повышающий	TSOT23-6
MP2489	6–60	0,6	300–600	Понижающий	TSOT23-5 и QFN8
MP2488	4,5–55	2,0	200	Понижающий	QFN10 и SOIC8E
MP2483	4,5–55	2,5	250–1300	Понижающий / Повышающий	QFN10
MP2481	4,5–36	1,2	1400	Понижающий / Повышающий	MSOP8

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ MPS В РОССИИ

ProSoft® Components

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

Реклама

© СТА-ПРЕСС

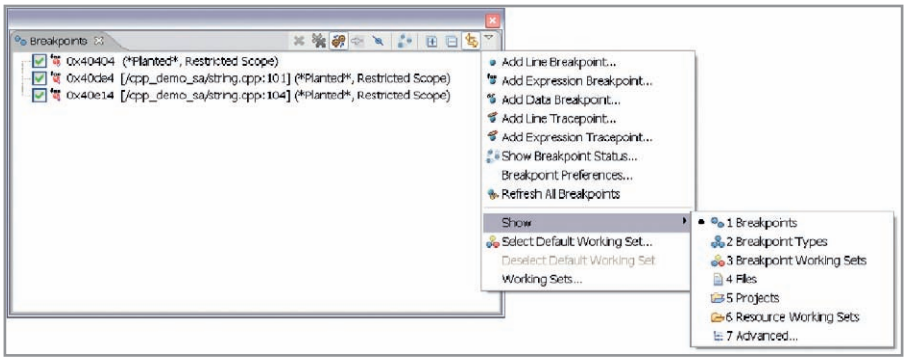


Рис. 8. Графическое представление упрощает управление списком точек останова

строки. Чтобы упростить управление множеством точек останова, их список выделен в отдельное графическое представление (см. рис. 8); ставить точки останова можно как непосредственно из списка, так и из представлений редактора кода, регистров и памяти.

Также можно:

- «включать» и «отключать» любые системные события;
- сохранять точки останова в файл, чтобы потом использовать их в других проектах;
- настроить точку останова так, чтобы при её срабатывании останавливались либо конкретное ядро, либо конкретный процессор, либо вся система целиком;
- задавать сценарий командной оболочки целевой системы, который будет автоматически выполняться при срабатывании указанной точки останова.

Программирование флэш-памяти

Среда Workbench On-Chip Debugging упрощает конфигурирование флэш-памяти, позволяя записывать двоичные образы на носители целевой системы быстрее, чем это обычно возможно при помощи стандартного командно-строкового интерфейса. Утилита программирования флэш-памяти включает набор диагностических алгоритмов для разрешения типовых проблем, позволяя:

- настраивать стартовые адреса флэш-памяти и рабочее пространство ОЗУ;
- выбирать, какие файлы будут загружаться на флэш-носитель из единой консоли;
- выполнять операции стирания и программирования простым выделением группы секторов;
- проверять записанные данные, сравнивая их с исходными файлами;
- программировать как NOR-, так и NAND-устройства.

Поддержку новых или нестандартных флэш-устройств можно легко добавлять, используя как основу прилагаемые примеры исходных текстов и документацию.

Поддержка многоядерных конфигураций

Многоядерность подразумевает наличие либо нескольких устройств, способных исполнять программный код, на одном и том же кристалле, либо нескольких процессоров на одной и той же плате. В дополнение к этому, множество процессоров может быть распределено по множеству плат на системном уровне.

Развитие многоядерных вычислений расширяет функциональность устройств и увеличивает их производительность, но также и усложняет задачу отладки как для проектировщиков аппаратуры, так и для разработчиков ПО, поднимая следующие вопросы:

- как эффективно визуализировать цикл редактирование – компиляция – отладка в многоядерной среде;
- как оптимизировать JTAG-интерфейс для работы с множеством СнК (SoC), используя один физический стык с целью снижения затрат;
- как переопределить требования реального времени применительно к процессу многоядерной отладки;
- как поддерживать разные процессоры от различных производителей;
- как отлаживать код в среде различных ОС на разных вычислительных ядрах.

Среда Workbench On-Chip Debugging предоставляет единую проектно-ориентированную среду, рассчитанную на отладку самых сложных многоядерных конфигураций и реализующую унифицированный интерфейс для проектов любой сложности, вне зависимости от расположения вычислительных ядер – на одной плате или на нескольких платах в интегрированной системе.

Управление соединениями с целевой системой

Удобный администратор соединений с целевой системой упрощает подключение к множеству вычислительных ядер одновременно и поддерживает несколько типов подключения, включая JTAG-эмулятор, драйвер прозрачного режима (TMD), программный агент или симулятор. Среда Workbench On-Chip Debugging позволяет подключать вплоть до 128 ядер и отлаживать до восьми из них одновременно при соединении посредством JTAG-эмулятора, решая проблему отладки нескольких ядер по одному физическому JTAG-интерфейсу. Дополнительно администратор соединений может загружать вплоть до четырёх различных цепочек сканирования одновременно, расширяя возможности многоядерной отладки до системного уровня.

Будучи реализованным на базе каркаса Remote System Explorer (RSE), входящего в состав Eclipse, администратор соединений (см. рис. 9) также предоставляет удалённый доступ к файловым системам целевых устройств с использованием различных сетевых протоколов.

Дополнительные возможности многоядерной отладки

При отладке многоядерных систем сложность отслеживания программных и аппаратных точек останова значительно возрастает. Среда Workbench On-Chip Debugging синхронизирует выполнение кода на системном уровне, позволяя запускать/останавливать всю систему одновременно. Можно задавать перекрёстные связи между точками останова и создавать сессии, затрагивающие несколько целевых систем сразу. Сессии будут пронумерованы и выделены цветом, что поможет определить, какое ядро вызвало проблему.

Также можно имитировать ошибки, например, отключать выбранные ядра, чтобы анализировать их влияние на всю остальную систему и оперативно выявлять программные и аппаратные зависимости между различными ядрами.

Высокопроизводительный JTAG-сервер

В многоядерных средах традиционные JTAG-серверы сталкиваются с ограничениями, в частности, с недостатком производительности и недоста-

© СТА-ПРЕСС

точно широкой поддержкой существующих моделей процессоров. Патентованная технология Wind River оптимизирует производительность JTAG-сервера, предоставляя скорость и надёжность, необходимые для отладки приложений реального времени. Список поддерживаемых моделей при этом гарантирует поддержку отладки и глубинного анализа на большинстве популярных СнК.

Поддержка ОС и процессоров

Среда Workbench On-Chip Debugging поддерживает множество операционных систем, включая Wind River VxWorks, Wind River Linux (с поддержкой Wind River Real-Time Core для Linux), а также ядро Linux версий 2.4 и 2.6.

Поддержка Linux и VxWorks обеспечивает возможность анализа и отладки на уровне ОС, а также на уровне приложений, выполняющихся на целевой системе, что позволяет прослеживать сложные взаимодействия между прикладным кодом и ядром ОС. Для отладки Linux-приложений также предусмотрена отладка в пользовательском режиме Linux. Среда Workbench On-Chip Debugging даёт возможность отлаживать ядро Linux, пользовательские приложения и разделяемые библиотеки без необходимости в инструментировании кода ядра; при этом разработчики могут одновременно следить за системным и прикладным контекстами, что упрощает отладку взаимодействий ОС с приложениями.

Реализация в среде Workbench On-Chip Debugging интерфейса поддержки сторонних ОС (third-party operating system, TOS) позволяет подразделению профессиональных услуг Wind River по запросу добавлять поддержку сторонних коммерческих ОС или ОС внутренней разработки. Информация об объектах ядра записывается в формате XML, обеспечивая поддержку отладчиком всех описанных объектов и связанных с ними представлений. Интерфейс поставляется с полной документацией, шаблоном XML-файла описания и примером на основе VxWorks 6.

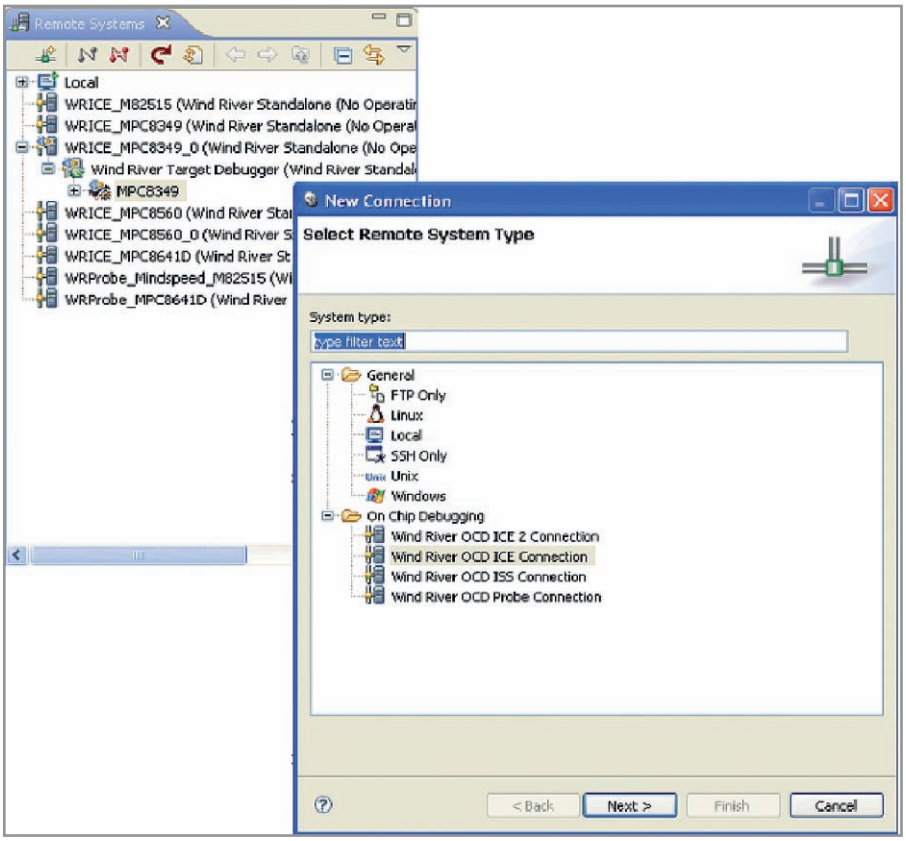


Рис. 9. Администратор соединений упрощает подключение к нескольким ядрам одновременно и поддерживает множество типов соединений

Аппаратные отладочные модули Wind River

Модуль Wind River Probe

Модуль Wind River Probe (см. рис. 10) – самый мощный из доступных на рынке отладочных инструментов для «оживления» оборудования, программирования флэш-памяти и производства/тестирования. Он использует встроенные отладочные возможности процессора и технологию JTAG-ускорения Wind River для обеспечения высокопроизводительной отладки по USB-соединению, предоставляя высокую пропускную способность для загрузки ПО (до 1,5 Мбит/с на некоторых процессорах) и беспрецедентную скорость выполнения операций.

Модуль Wind River ICE 2

Этот сетевой JTAG-эмулятор (см. рис. 11) был разработан специально для современных сложных вычислительных сред, включая 32- и 64-разрядные, одно- и многоядерные и мно-



© СТА-ПРЕСС



Рис. 10. Модуль JTAG Wind River Probe



Рис. 11. Модуль JTAG Wind River ICE 2

гопоточные архитектуры. Достаточно простой в использовании, чтобы обеспечить все базовые потребности процесса отладки, и достаточно производительный, чтобы поддерживать до 128 EJTAG/JTAG-устройств в пределах одной цепочки сканирования, эмулятор Wind River ICE 2 идеален для отладки сложных систем, в том числе распределёнными коллективами разработчиков.

Вместе с Wind River ICE 2 можно использовать один и тот же эмулятор и в процессе разработки, и в процессе тестирования и производства. Реализованная в Wind River ICE 2 технология JTAG-сервера позволяет поддерживать множество отладочных соединений с целевыми устройствами одновременно. Также существует возможность подключения к эмулятору Wind River ICE 2 внешнего модуля трассировки, предоставляющего дополнительную информацию о процессе выполнения ПО целевой системы.

Профессиональные услуги

Заказные разработки

Подразделение профессиональных услуг Wind River помогает компаниям-разработчикам снизить риски и увеличить конкурентоспособность. Данное подразделение сочетает в себе опыт в разработке ПО встраиваемых систем и чёткий проектный подход, направленный на целевое решение задач клиента. Проверенный временем послужной список, соблюдение сроков разработки и глубокое понимание динамики рынка и технологий делает компанию Wind River неоценимым партнёром разработчиков. Основанные на высококлассной проектной методологии, услуги компании Wind River включают в себя заказное проектирование устройств, разработку пакетов поддержки оборудования (board support package, BSP), оптимизацию драйверов, интеграцию связующего ПО и перенос унаследованного кода и инфраструктуры.

Профессиональные услуги компании Wind River помогут задать вашим усилиям оптимальное направление, даже если целевая/инструментальная ОС или аппаратная архитектура не поддерживается «из коробки». Вне зависимости от конфигурации программно-аппаратной среды, подразделение профессиональных услуг поможет адаптировать отладочные решения под ваши нужды, включая:

- добавление в Workbench поддержку вашего процессора и/или ОС;
- тестирование Workbench на вашем дистрибутиве Linux;
- тестирование с Workbench ваших плагинов Eclipse;
- интеграцию в Workbench ваших программных агентов.

Установка и начальная настройка

Правильная установка и настройка среды Workbench On-Chip Debugging гарантируют, что перед началом проекта не придётся впустую тратить время на решение проблем, которых можно было легко избежать. Компания Wind River предлагает услугу установки и настройки, чтобы вы могли быть уверены, что ваш проект начнётся вовремя. В состав услуги входят:

- установка среды на инструментальную и целевую платформы на территории заказчика, с демонстрацией примеров построения и настройки проекта;
- настройка и конфигурирование, включая организацию файловой системы, развёртывание дополнительных программных пакетов и адаптацию драйверов;
- дополнительные услуги, включая ревизию дизайна проекта и консалтинг;
- практикум по работе с каналами технической поддержки Wind River.

Услуги компании Wind River по установке и настройке выведут вашу команду разработчиков в режим максимальной производительности кратчайшим путём, придадут уверенность, что основные источники пользовательских ошибок позади, и подробно ознакомят со всем потенциалом платформы Wind River.

Обучение

Компания Wind River предлагает исчерпывающие обучающие программы по пакету программ Workbench On-Chip Debugging. По окончании этих курсов разработчики могут эффективно проектировать, разрабатывать, тестировать и отлаживать ПО встраиваемых систем в кросс-средах. Учебные занятия доступны в различных форматах, включая как регулярные плановые занятия в открытых группах, так и выездные курсы, ориентированные на задачи конкретного заказчика.

Доступны также программы персонализированного обучения, нацеленные на индивидуальную подготовку каждого разработчика в команде с учётом его потребностей. Будучи ориентированным на конкретные области, в которых каждому члену команды в рамках конкретного проекта требуется дополнительная подготовка, данный подход гарантирует целевым коллективам разработчиков быстрый рост производительности.

Техническая поддержка

Компания Wind River предоставляет всеобъемлющую техническую поддержку своих продуктов. Подразделения технической поддержки компании распределены по всему миру и укомплектованы квалифицированными инженерами, имеющими богатый опыт работы в области встраиваемых приложений вообще и с технологиями Wind River в частности. В крупных центрах технической поддержки эксперты компании могут проводить диагностику, содействовать в решении проблем и давать рекомендации по дальнейшим действиям.

Поддержка осуществляется круглосуточно через интернет-страницу технической поддержки Wind River (www.windriver.com/support). Также на этой странице доступна документация на продукты, программные компоненты и другие ресурсы, способствующие разрешению проблем; дополнительные возможности, например, обновления ПО и технические заметки, доступны на условиях подписки. На интернет-странице также работает форум сообщества разработчиков, где можно делиться опытом и обсуждать различные вопросы, связанные с разработкой встраиваемого ПО.

© СТА-ПРЕСС

CREE
LED Light

СЕРИИ :

XR-E/XR-C

XP-E/XP-C

XP-G/XM-L

MX-6/MX-3

MC-E

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

PROSOFT® COMPONENTS

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

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

Реклама

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

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

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

117437, Москва, ул. Профсоюзная, д. 108
Тел.: (495) 232-2033 • **Факс:** (495) 232-1654
E-mail: info@dolomant.ru • **Web:** www.dolomant.ru

Реклама

© СТА-ПРЕСС

Повышение качества электропитания в условиях воздействия внешних факторов, импульсных помех и перенапряжений

Александр Гончаров (г. Прага, Чехия),
Владимир Савенков (г. Воронеж)

Статья посвящена практическим вопросам создания помехоустойчивых систем электропитания. Рассматриваются способы повышения качества электрического питания в распределённых системах на основе модульных унифицированных преобразователей.

Повышение качества электрического питания ответственных потребителей в системах электропитания (СЭП) с широким диапазоном импульсных перенапряжений и переходных процессов первичной сети в условиях воздействия жёстких климатических и механических факторов является важным фактором повышения надёжности электронной аппаратуры.

По некоторым оценкам, в настоящее время около 30% генерируемой электроэнергии преобразуется устройствами силовой электроники. К 2030 г. эта величина достигнет 80%, при этом количественный рост будет сопровождаться качественными изменениями устройств с одновременным снижением их стоимости [1].

Одним из перспективных направлений повышения надёжности СЭП является интеграция элементов и узлов. Оптимальным решением представляется разработка унифицированных вторичных источников электропитания (УВИП), обеспечивающих надёжную работу в условиях жёстких внешних воздействий. Функционально-модульное проектирование СЭП на основе унифицированных модулей позволяет значительно снизить затраты на проектирование СЭП одновременно с обеспечением высокой надёжности и качества электрического питания.

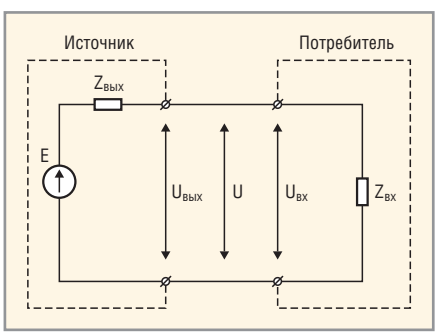


Рис. 1. Схема условного разбиения СЭП на две подсистемы

Важной проблемой повышения эффективности систем электропитания является обеспечение:

- надёжного функционирования устройств электропитания в условиях воздействия импульсных помех и перенапряжений, динамической устойчивости устройств при переходных процессах в сети;
- оптимальных тепловых режимов работы устройств одновременно с повышением энергетической эффективности и энергетической плотности.

Известно, что технический уровень и состояние генерирующих и распределяющих стационарных сетей электропитания, а также первичных источников подвижных объектов, характеризуются низким качеством электрического питания, обусловленным значительными импульсными помехами и перепадами напряжения в переходных процессах.

В частности, электрические транспортные энергосистемы отличаются разветвлённой сетью мощных генераторов помех и большой протяжённостью линий связи.

С другой стороны, рост энергетической плотности устройств сопровождается концентрацией энергии в меньших геометрических объёмах. Поэтому низкий профиль конструкции является перспективой развития современных микроэлектронных систем электропитания. Очевидно, что тепловыделяющие устройства, имеющие максимальное отношение поверхности к объёму, значительно лучше рассеивают тепло за счёт большей теплоотводящей поверхности. При этом рассредоточение источников тепла в низкопрофильных конструкциях облегчает задачу построения теплоотводящих устройств, что актуально для систем, работающих в широком температурном диапазоне.

Рассмотрим подробнее перечисленные направления обеспечения надёжности и стойкости преобразователей к внешним воздействующим факторам.

Ограничение бросков напряжения первичной сети

Для ограничения бросков напряжения первичной сети до безопасных для электронной аппаратуры значений в распоряжении разработчиков имеются следующие способы:

- использование параллельной шунтирующей ёмкости на входе устройств;
- применение полупроводниковых ограничителей напряжения (трансилов) или варисторов;
- применение дросселей в последовательной цепи для ограничения скорости изменения тока dI/dt;
- использование обратноходовых преобразователей;
- включение в цепь питания последовательных регуляторов напряжения – нормализаторов сети.

Известно, что анализ переходных процессов в распределённой системе электропитания с промежуточной шиной целесообразно проводить путём условного разбиения СЭП на подсистемы генерирования (источники) и преобразования (потребители) энергии. При этом для разработки мероприятий по повышению качества электропитания необходимо учитывать и соблюдать условия устойчивости системы электропитания как системы автоматического регулирования. На рисунке 1 показана структурная схема условного разбиения СЭП на две подсистемы.

Особенность энергетических систем такого рода состоит в том, что потребители энергии – вторичные источники электропитания – имеют отрицательное входное сопротивление на частотах, лежащих внутри

© СТА-ПРЕСС

полосы пропускания их контуров регулирования. Устойчивая работа системы возможна при условии, что модуль входного импеданса потребителя превышает модуль выходного импеданса источника во всём диапазоне частот.

Следовательно, схемные решения, обеспечивающие ограничение импульсов и бросков напряжения в цепях питания, должны быть согласованы с условиями устойчивости как УВИП, так и системы в целом.

В соответствии с ГОСТ В 24425 «Источники электропитания вторичные унифицированные радиоэлектронной аппаратуры», нормы качества электроэнергии для УВИП группы «Г» допускают воздействие импульсов напряжения амплитудой до 1000 В длительностью до 10 мкс. Импеданс генерирующего источника находится в пределах (50 ± 10) Ом. В эквивалентной схеме, показанной на рисунке 2, ток в цепи при воздействии импульса с указанными параметрами (без учёта внутреннего сопротивления первичного источника и конденсатора) составит $I_{имп} = E_{имп}/R_{ист} = 1000/50 = 20$ (А). Ёмкость конденсатора можно оценить из соотношения $C = I_c t_{имп}/\Delta U_c = 20 \times 10 \times \times 10^{-6}/9 \approx 22$ (мкФ), т.е. шунтирующий конденсатор С ёмкостью 22 мкФ обеспечит увеличение напряжения на входе УВИП относительно номинального значения напряжения сети на 9 В за время 10 мкс. Таким образом, для высокоомного источника импульсного воздействия и напряжения сети 27 В дополнительный шунтирующий конденсатор с низким внутренним последовательным сопротивлением (ESR) соответствующей ёмкости позволит уменьшить амплитуду импульса до безопасного для УВИП значения. Также эффективно справиться с импульсом помехи поможет трансил на соответствующее напряжение. Рассмотренный пример с высоким внутренним сопротивлением источника импульса характерен для анализа воздействия кондуктивных помех в кабельной сети, однако в большинстве случаев разработчики СЭП сталкиваются со значительно более жёсткими требованиями к параметрам переходных процессов и импульсных воздействий в сети первичного источника.

Рассмотрим пример импульсного воздействия в сети с выходным сопро-

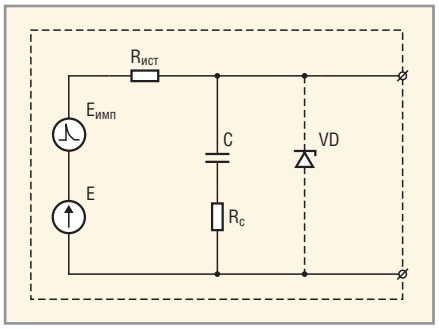


Рис. 2. Уменьшение импульса напряжения помехи с помощью шунтирующего конденсатора

тивлением источника 0,5 Ом, амплитудой импульса помехи 200 В длительностью 150 мкс. Очевидно, что шунтирование конденсатором или включение трансила в качестве ограничителя импульса до безопасного значения вызовет значительный импульсный ток. Попытаться снизить этот ток можно, например, применив, как показано на эквивалентной схеме на рисунке 3, последовательный дроссель, индуктивность которого может быть выбрана из соотношения $L = U\Delta t/i_L$, где U – пиковое значение напряжения переходного процесса, Δt – длительность импульса напряжения, i_L – ток дросселя. Для тока 20 А расчётная величина индук-



© СТА-ПРЕСС

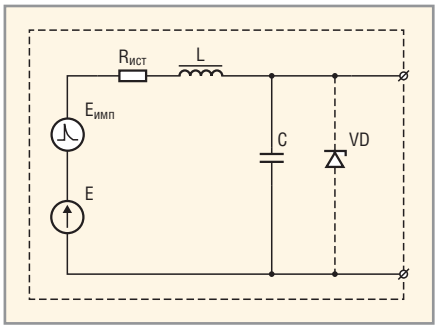


Рис. 3. Применение последовательного дросселя для снижения импульсного тока помехи

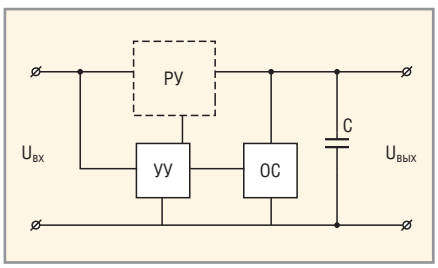


Рис. 4. Функциональная схема последовательного регулятора – нормализатора сети

тивности дросселя должна быть не менее 1,5 мГн. Такой способ борьбы с перенапряжениями не может считаться эффективным ввиду необходимости введения в схему дополнительного пассивного элемента, имеющего существенную массу и габариты. Кроме того, значительная индуктивность дросселя может повлиять на устойчивость системы источник – потребитель. Для снижения импеданса источника, а также для демпфирования провалов напряжения в переходных процессах, потребуется существенное увеличение шунтирующей ёмкости.

В ряде случаев при проектировании СЭП для повышения качества электропитания в условиях воздействия импульсных перенапряжений возможно использование УВИП, построенных по схеме обратноходового преобразования. Однако этот способ не может считаться универсальным ввиду существенных ограничений по энергетической эффективности, быстродействию и электромагнитной совместимости (ЭМС).

Эффективным способом борьбы с перенапряжениями значительной длительности в цепях первичного источника является применение последовательного регулятора – нормализатора сети. Функциональная схема последовательного регулятора показана на рисунке 4. Регулирующее устройство РУ представляет собой силовой ключ на МДП-транзисторе с низким сопротивлением открытого канала. При превышении входным напряжением порогового значения, устройство управления формирует сигнал управления транзистором, результатом которого является ограничение выходного напряжения на время воздействия импульса перенапряжения до максимально допустимого входного напряжения. Выходной ток РУ равен входному току УВИП, соответствующему его входному напряжению с учётом отрицательного характера входного сопротивления, а рассеиваемая мощность РУ соответствует энергии импульса воздействия.

Применение последовательного регулятора позволяет обеспечить нормы качества питания на входе УВИП и соблюсти требования к выходному сопротивлению источника, однако потребует разработки, согласования по параметрам и введения в систему в качестве дополнительного устройства.

Таким образом, рассмотренные примеры позволяют сделать вывод, что эффективность того или иного способа борьбы с перенапряжениями в СЭП, с учётом особенностей первичной сети и требований к качеству входного напряжения применяемых УВИП, напрямую зависит от инженерной квалификации разработчиков СЭП и увеличивает материальные, временные и трудовые затраты на разработку всего комплекта аппаратуры.

Обеспечение тепловых режимов работы устройств

Не менее сложной проблемой, возникающей при проектировании эффективных и высоконадёжных СЭП, является обеспечение тепловых режимов работы устройств. Элементной базой современной промышленной и специальной аппаратуры являются полупроводниковые устройства на основе кремния. Низкая теплопроводность ограничивает допустимую рабочую температуру кремниевых кристаллов 150°C, что требует принятия дополнительных мер по обеспечению допустимых температурных режимов ЭРИ.

Широко используются следующие методы отвода тепла:

- естественная конвекция;
- принудительный обдув воздухом;
- жидкостное охлаждение.

Поскольку надёжность и срок службы электронного устройства обратно пропорциональны его рабочей температуре, допустимая величина не должна быть превышена во всех условиях эксплуатации.

Анализ температурных режимов работы устройств электропитания должен быть проведён на начальном этапе проектирования СЭП, для чего:

- определяется максимальная рассеиваемая мощность устройства с учётом КПД. Поскольку КПД нелинейно зависит от номинальной выходной мощности модуля, коэффициента загрузки по мощности, входного и выходного напряжения модуля и от температуры корпуса модуля, выбор модуля электропитания следует начинать с изучения зависимости его КПД от режимов эксплуатации;
- определяется максимальное тепловое сопротивление. Сравнив полученное значение теплового сопротивления со справочными данными теплового сопротивления для каждого типа модуля, можно сделать вывод о необходимости дополнительного теплоотвода;
- определяется величина перегрева корпуса модуля относительно температуры среды;
- по тепловой кривой вычисляется величина теплового сопротивления с учётом того, что в точке начала снижения выходной мощности температура корпуса равна максимально допустимой.

Для предотвращения возможности превышения температурного предела модули должны иметь эффективную защиту, обеспечивающую выключение преобразователя с автоматическим возвратом в рабочее состояние в нормальном режиме эксплуатации. Термоэлемент, обеспечивающий температурную защиту модуля, контролирует температуру в определённой точке внутреннего объёма модуля. Однако максимальная температура корпуса модуля зависит от конструкции аппаратуры и может отличаться от температуры в точке измерения. Методика и примеры теплового расчета, а также рекомендации по обеспечению тепловых режимов эксплуатации в аппаратуре приводятся в технической документации на модули электропитания [2].

Как правило, теплоотводящие устройства занимают до одной трети общего объёма преобразователя и превышают его по массе [1]. Повышение допустимой

© СТА-ПРЕСС

рабочей температуры преобразователей, наряду с ростом энергетической эффективности и энергетической плотности, позволит снизить габариты и массу аппаратуры и поэтому является важнейшей задачей обеспечения надёжности и качества систем электропитания.

Таким образом, можно заключить, что, следуя мировым тенденциям и отвечая на вызовы современного экономического развития страны, отечественный рынок устройств электропитания должен показать, наряду с количественным, и качественный рост, возможности реализации которого мы рассмотрим на примерах некоторых серий модулей электропитания.

Особый интерес для разработчиков СЭП представляют высокотемпературные модули электропитания серии МДМ-В. Серия состоит из низкопрофильных DC/DC-преобразователей выходной мощностью от 3 до 1000 Вт. Преобразователи выполнены в конструктивном профиле двух размеров – их высота составляет 10 мм для модулей мощностью до 50 Вт и 13 мм для модулей мощностью до 1000 Вт. Температурный диапазон модулей достигает –60...125°С.

Все модули оснащены фильтрами радиопомех на входе и выходе, имеют гальваническую развязку между входом и выходом, возможность регулировки выходного напряжения в пределах ±5% и дистанционного выключения, а также обладают комплексом защит и сервисных функций.

Также серия МДМ-В содержит модули на входные напряжения 110 и 230 В для выполнения на их основе источника электропитания AC/DC с расширенным диапазоном рабочих температур.

Преобразователи типа AC/DC представлены модулями электропитания серии МАА, которые могут быть применены в различных конфигурациях систем электропитания. Серия состоит из низкопрофильных преобразователей выходной мощностью от 20 до 1200 Вт. Температурный диапазон модулей достигает –50...85°С.

Для работы в электрических сетях транспортных средств и стационарных объектов, имеющих широкий диапазон изменения напряжения сети, импульсных перенапряжений и переходных процессов, разработаны унифицированные DC/DC-преобразователи серии MR-Z [3] выходной мощностью от 10 до 160 Вт. Устройства предназначены для использования в системах электропитания с микросекундными, миллисекундными и секундными выбросами входного напряжения. Схемотехника преобразователей ограничивает входное напряжение на безопасном уровне и защищает питаемую аппаратуру от длительных перенапряжений входной сети, устраняя необходимость использования дополнительных элементов.

На рисунке 5 показана типовая область безопасной работы преобразователей серии MR-Z. Длительность воздействия перенапряжений может составлять от 20 мс для пятикратного превышения номинального значения входного напряжения до 1 с для двукратного превышения [4].

По условиям применения в аппаратуре возможна модификация преобразователей, например, изменение конструкции корпуса модуля, снижение уровня выходных пульсаций, увеличение выходной мощности на 10...20%, изменение диапазона входного напряжения. Все модули освоены в производстве, серийно выпускаются и могут быть изготовлены в течение 4 – 6 недель.

Новая продукция – ультракомпактные модули электропитания серии JET [5]. Уникальность приборов этой серии заключается том, что впервые в практике конструирования устройств электропитания унифицированные преобразователи выполнены на принципах объёмно-планарного монтажа. Суть технического решения заключается в том, что планарный модуль изготавливается сразу в корпусе-радиаторе. Поскольку модуль с радиатором реализованы по единой технологии, тепловое сопротивление стыка радиатора с электронной частью гораздо ниже по сравнению с «традиционными» конструкциями в других сериях модулей. В результате система модуль – радиатор получается гораздо меньше по габаритам, т.е. задача унификации решается на качественно новом уровне. Разработка такой конструкции потребовала внедрения особой технологии изготовления модулей и применения новейшей элементной базы [6].

Преобразователи AC/DC этой серии мощностью от 30 до 1500 Вт отличаются современным дизайном. Они имеют низкопрофильную конструкцию «Корпус-радиатор», обеспечивающую тепловое сопротивление корпус – среда, в 1,5 раза меньшее по сравнению с конструкциями сборных и цельнометаллических корпусов других серий. Выходной ток модулей достигает 100 А, они работают в универсальном диапазоне входного напряжения переменного тока от 80 до 240 В и в широком температурном диапазоне –50...85°С. Модули мощностью свыше 200 Вт имеют встроенный корректор коэффициента мощности.

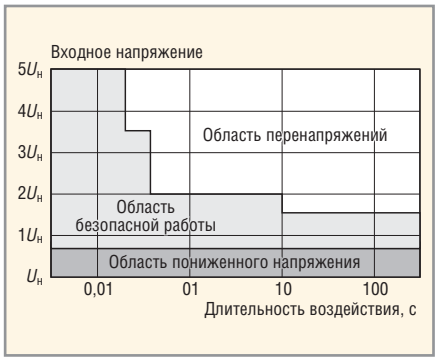


Рис. 5. Типовая область безопасной работы преобразователей MR-Z

Низкопрофильные преобразователи DC/DC серии MR-JET мощностью от 50 до 500 Вт с диапазоном рабочей температуры корпуса –60...125°С отличаются высокой энергетической плотностью. Выходной ток модулей достигает 60 А. Модули электропитания серии JET имеют высокие показатели энергетической эффективности и рекомендуются к применению в новых разработках.

Литература

1. *Tolbert L.M., King T.J., Ozpineci B., Campbell J.B., Muralidharan G., Rizy D.T., Sabau A.S., Zhang H., Zhang W., XuH Y., Huq F., Liu H.* Power Electronics for Distributed Energy Systems and Transmission and Distribution Applications. Univ. Tennessee-Knoxville. Dec., 2005.
2. *Гончаров А., Негреба О.* Рекомендации по выбору теплового режима модулей электропитания. Компоненты и технологии. 2008. № 3.
3. Номенклатура DC/DC-преобразователей серии MR-Z. www.aeps-group.ru.
4. *Гончаров А., Негреба О.* Модульные источники питания – надёжная защита от импульсных помех. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2010. № 7.
5. Номенклатура DC/DC-преобразователей серии JET. www.aeps-group.ru.
6. *Гончаров А.* Гончаров электрик: джаз от электроники. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2011. № 2.

© СТА-ПРЕСС

Рабочее совещание международной экспертной комиссии по разработке стандартов

Рабочее совещание подкомитета 34A (ТК34A) международной экспертной комиссии (МЭК) по разработке стандартов по светодиодному направлению состоялось 17–18 января 2011 г. в г. Франкфурт, Германия.

Целью совещания были подготовка поправок, касающихся применения светодиодов в качестве источников света в светотехнических изделиях, к существующим стандартам, обсуждение материалов новых стандартов по применению светодиодов в качестве источников света в светотехнических изделиях, внесение и отклонение новых пунктов и формулировок, подготовка материалов для утверждения новых стандартов на общем заседании технического комитета (ТК34).

В совещании приняли участие более 45 человек, среди них представители основных компаний – разработчиков светодиодов (Osram, Philips, Cree), основных компаний – производителей светотехнических изделий (Osram, Philips, General Electric), источников питания светотехнических изделий (Vossloh-Schwabe). Также приняли участие представители национальных комитетов по стандартизации США, Японии, Китая, Южной Кореи и европейских стран. Впервые в совещании принял участие представитель России.

Совещание показало, что работа по международным стандартам в области светодиодов идёт в разных направлениях. Среди членов подкомитета созданы рабочие группы по стандартизации терминологии в области светодиодов, по стандартизации разбиновки светодиодов по фотометрическим и электрическим характеристикам, по старению светодиодов и разработке ускоренных методов деградации, по источникам питания и безопасности светотехнических устройств на основе светодиодов, светильникам и светодиодным лампам. Данные группы обсуждают проблему, изучают результаты исследований и документы, вносят предложения по содержанию стандартов и предлагают на обсуждение формулировки.

Важными являются предложения рабочей группы, включающей специалистов из компаний Osram, Philips и Cree, о стандартизации обозначений и пределов бинов светодиодов по световому потоку и прямому напряжению. Также стоит отметить, что впервые специалистами компании Osram был предложен метод оценки ускоряющего фактора деградации, что позволяет при проведении краткосрочных ускоренных испытаний экстраполировать деградацию светодиодов при длительной работе. Данное предложение было принято к публикации в первом варианте, несмотря на замечания представителей нескольких компаний. Доработки и уточнения с целью снижения погрешности в следующих итерациях необходимы, но в результате принятия данного предложения появляется реальный механизм оценки, который можно дорабатывать. Данное предложение было поддержано большинством участников, в том числе и представителем России.

Видно, что использование светодиодов в качестве источников света в светотехнических устройствах является одним из приоритетных направлений мировой экономики. Причём работы ведутся как по разработке светильников на основе светодиодов принципиально нового дизайна, так и по прямой замене ламповых источников света на светодиодные. Это отражается и в стандартах: разрабатываются новые, специально для светодиодов, и дорабатываются старые, изначально разработанные для ламп.

Радиоэлектронный комплекс – для промышленности Санкт-Петербурга!

В конце сентября 2011 г. в г. Санкт-Петербурге состоятся крупнейшие научно-технические мероприятия Северо-западного региона России - XV международный форум «Российский промышленник» и Международный инновационный форум.

В рамках экспозиции «Радиоэлектроника и приборостроение» формируется коллективный стенд предприятий Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России (организатор ОАО ЦНИИ «Электроника», г. Москва). Экспозиция нацелена на удовлетворение потребности быстро развивающей экономики Санкт-Петербурга и близлежащих к северной столице областей в электронной компонентной базе, электронных модулях, средствах диагностики, технологическом оборудовании и материалах.

Основное внимание предполагается уделить компонентам для жёстких условий эксплуатации, СВЧ-компонентам, источникам питания и вторичным преобразователям, соединителям, индикаторам и дисплейным модулям, корпусам для РЭА, светодиодным модулям, ЭПРА, датчикам и исполнительным механизмам, модулям ГЛОНАСС/GPS для применения в военно-промышленном комплексе, судостроении, связи, транспортном машиностроении, энергетике, городском и коммунальном хозяйстве.

Форум «Российский промышленник» собирает более 12 000 профессиональных посетителей, в экспозиции и программе участвуют более 400 компаний в 13 тематических экспозициях. Официальную поддержку форуму оказывают: Министерство промышленности и торговли РФ, полномочный представитель Президента РФ в Северо-Западном федеральном округе, Российский союз промышленников и предпринимателей, Торгово-промышленная палата РФ, правительство Санкт-Петербурга, Союз промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга, Совет ректоров вузов Санкт-Петербурга.

www.promexpo.lenexpo.ru
Тел.: (495) 940-6541

© СТА-ПРЕСС

SEMICON/SOLARCON Russia 2011!

С 31 мая по 2 июня 2011 г. в ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне прошла выставка полупроводниковой промышленности и фотовольтаики SEMICON/SOLARCON Russia 2011, организуемая под эгидой Международной промышленной ассоциации SEMI.

Российская полупроводниковая промышленность продолжает держать курс на инновации, поддерживая внедрение новейших разработок и предлагая инвесторам перспективные направления для финансовых вложений. Будучи ключевой отраслью в развитии нанотехнологий, она обещает решить множество социальных проблем и тем самым поднять российскую экономику на новый уровень.

SEMICON/SOLARCON Russia – единственная в России и СНГ специализированная выставка материалов, оборудования и технологий полупроводниковой промышленности и фотовольтаики и уникальная платформа для участников этого рынка. Благодаря своей эффективности в решении бизнес-задач для экспонентов и посетителей, даже в период глобального экономического кризиса и последующей за ним рецессии выставка сумела не только остаться на плаву, но и вырасти.

В SEMICON/SOLARCON Russia 2011 приняло участие 109 экспонентов из 15 стран: России, Украины, Беларуси, Германии, США, Нидерландов, Швейцарии, Швеции, Франции, Италии, Великобритании, Японии, Тайваня, Португалии, Чехии.

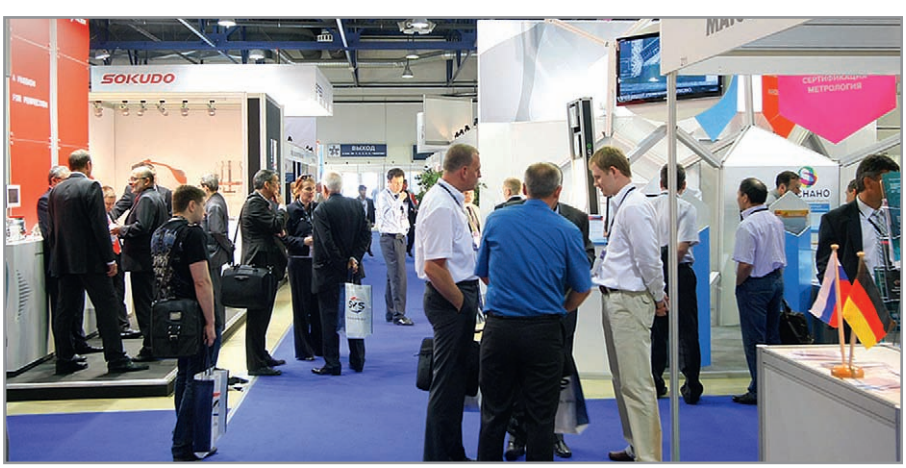
Президент SEMI Europe & CIS, Хейнц Кундерт: «Российская полупроводниковая промышленность имеет длинную историю. Результаты российских исследований широко используются во всём мире. Поэтому мы глубоко убеждены, что совместные усилия государства, международных организаций, а также российских и зарубежных инвесторов будут способствовать интенсивному развитию этой отрасли».

В рамках выставки прошли форумы, посвящённые полупроводникам и фотовольтаике.

В свете последних событий в Японии всё чаще поднимается вопрос о расширении использования альтернативных источников энергии. Поэтому особенный интерес у специалистов вызвал форум по фотовольтаике (31 мая), где обсуждались вопросы состояния и развития рынка, включая поддержку государства и частного бизнеса, а также проекты производства поликремния, солнечных элементов и модулей в России и СНГ. Участники получили развёрнутое представление о современной ситуации на рынке, узнали о последних научных разработках и ожиданиях инвесторов.

Стефан Райтель, директор Photovoltaics Europe: «В этом году SEMICON/SOLARCON Russia вышла на новый качественный уровень: экспозиция расширилась за счёт сегмента фотовольтаики. Впервые на выставке представлены направления LEDs, MEMS/MST, гибкая электроника».

1 июня прошёл форум по полупроводникам, программа которого включала обсуждение стратегии государства по стимулированию развития российского рынка для отечественных производителей; значительную, как по времени, так и по содержанию, сессию по LED; вопросы, связанные с развитием центров проектирования полупроводниковых приборов в России, а также с созданием наукоёмких кластеров в России. Специалисты рассмотрели различные варианты частно-государственного партнёрства российских и зарубежных компаний, открыли для себя новые рынки сбыта, а также определили основные направления для дальнейшего развития отрасли.



Отзывы экспонентов

«Участие в SEMICON Russia позволяет одним взглядом объять мир полупроводников и фотовольтаики, а также задать необходимое ускорение проектам, находящимся на стадии рассмотрения».

«SEMICON/SOLARCON Russia – разноплановая выставка. На нашем стенде было много интересных посетителей. В целом мы удовлетворены результатами».

«Рынок полупроводников и фотовольтаики, пусть медленно, но растёт, и это факт. Мы ожидаем взлёт на рынке многосенсорных МЭМС-устройств. Для нашей компании SEMICON Russia – это, прежде всего, место встречи с нашими партнёрами и заказчиками. Мы делаем всё возможное для расширения сотрудничества с российскими компаниями. Надеемся, что в скором времени наши усилия оправдаются».

«Участвуем в выставке уже третий год. Наработали много полезных контактов».

«Больше половины участников – наши партнёры или заказчики. Нам удалось провести много деловых переговоров и достичь ряда договоренностей. Судя по опыту прошлых выставок SEMICON, многие из них перерастают в плодотворное сотрудничество».

«Мы получили целостное представление о российском рынке, познакомились с крупными игроками и нашли свою ячейку».

«Смогли найти потенциальных клиентов».

«На нашем стенде было много посетителей. Поступили предложения о сотрудничестве».

www.semiconrussia.org
Тел.: +7 (495) 649-6911

© СТА-ПРЕСС

SID
SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY
RUSSIA CHAPTER

При поддержке Российского отделения
Международного дисплейного общества

VI российская специализированная выставка средств и технологий визуализации

DISPLAY 2011

28.09 - 01.10

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



Реклама

http://www.display-expo.ru

© СТА-ПРЕСС

ИКСЛАЙТ XLight

НАДЕЖНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ





СЕРИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ XLD-FL54/72/90

Области применения:

- Освещение складских комплексов
- Освещение технических зон
- Освещение производственных помещений
- Освещение АЗС
- Архитектурное освещение
- Освещение открытых территорий
- Освещение спортивных комплексов

Преимущества светильников XLD-FL54/72/90:

- Высокий световой поток (до 12 500 лм)
- Широкий температурный диапазон эксплуатации (–45…+50°С)
- Класс защиты IP66
- Универсальное крепление с возможностью настройки
- Широкая номенклатура вариантов исполнения
- Высокая эффективность
- Гарантия 5 лет

Основные характеристики

Модель	Потребляемая мощность, Вт	Световой поток, лм (для холодного белого цвета)
XLD-FL54	105	6600
XLD-FL72	140	8800
XLD-FL90	172	12 500

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XLIGHT

ProSoft® 20 лет

Телефон: (495) 232-1652 • E-mail: info@xlight.ru • Web: www.xlight.ru

Реклама ОМА-ПРЕСС

EREMEX

Innovative Approach to Electronics Design

Скоростной топологический трассировщик



Топологический трассировщик печатных плат TopoR

- 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

Москва Тел.: +7 (495) 232-1864 • Факс: +7 (495) 232-1654 • info@eremex.ru • www.eremex.ru
Санкт-Петербург Тел.: +7 (812) 448-0444 • Факс: +7 (812) 448-0339 • info@eremex.ru • www.eremex.ru

TopoR

Реклама

© СТА-ПРЕСС